



Programa de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Renato da Veiga Martins Júnior

TEKOHÁ: UM AMBIENTE VIRTUAL
PARA O ENSINO DA HISTÓRIA DAS
MISSÕES JESUÍTICAS NO RIO GRANDE DO SUL

São Leopoldo, 2025

M386t Martins Júnior, Renato da Veiga
Tekohá : um ambiente virtual para o ensino da história das missões jesuíticas no Rio Grande do Sul / por Renato da Veiga Martins Júnior. – 2025.
164 f. ; il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Costa de Souza ;
Co-orientador: Prof. Dr. Kleinner Silva Farias de Oliveira.

1. Realidade virtual. 2. Tecnologia educacional. 3. Educação de crianças. 4. História. 5. Missões Jesuíticas. I. Título.

CDU 004:981.65

ATA DE BANCA EXAMINADORA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 04/2025

Aluno: Renato da Veiga Martins Junior

Título da Dissertação: "TEKOHÁ: UM AMBIENTE VIRTUAL PARA O ENSINO DA HISTÓRIA DAS MISSÕES JESUÍTICAS NO RIO GRANDE DO SUL"

Banca: Prof. Dr. Vinicius Costa de Souza (Orientador) - Unisinos
Prof. Dr. Kleinner Silva Farias de Oliveira (Coorientador) - Unisinos
Prof. Dr. Jorge Luis Victoria Barbosa (Avaliador) - Unisinos
Profa. Dra. Patrícia Scherer Bassani (Avaliadora) - Feevale

Aos vinte e nove dias do mês de abril do ano de 2025, às 10h a Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação composta pelos professores Prof. Dr. Vinicius Costa de Souza (Orientador) - Unisinos; Prof. Dr. Kleinner Silva Farias de Oliveira (Coorientador) - Unisinos; Prof. Dr. Jorge Luis Victoria Barbosa (Avaliador) - Unisinos e Profa. Dra. Patricia Scherer Bassani (Avaliadora) - Feevale para analisar e avaliar a Dissertação apresentada pelo Renato da Veiga Martins Junior.

Considerações da Banca: A banca parabeniza o Aluno e considera que o trabalho atingiu os requisitos esperados, bem como recomendou melhorias que serão atendidas na versão final da dissertação.
Ocorreu alteração do título? ☒ Não () Sim

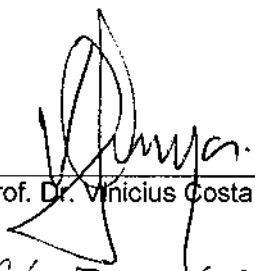
Indicar o novo título:

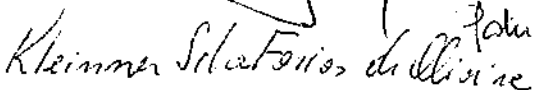
A Banca Examinadora, em cumprimento ao requisito exigido para a obtenção do Título de Mestre em Computação Aplicada, julga esta dissertação:

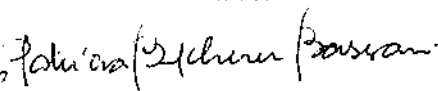
☒ APROVADA () REPROVADA

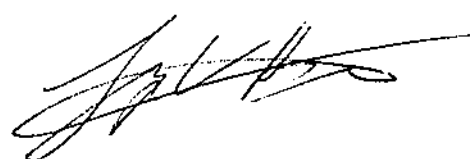
Conforme Artigo 67 do Regimento do Programa o texto definitivo, com aprovação do Orientador, deverá ser entregue no prazo máximo de sessenta (60) dias após a defesa. O resultado da banca é de consenso entre os avaliadores. A emissão do Diploma está condicionada a entrega da versão final da Dissertação.

São Leopoldo, 29 de abril de 2025.


Prof. Dr. Vinicius Costa de Souza – Orientador


Kleinner Silva Farias de Oliveira


Jorge Luis Victoria Barbosa


Patrícia Scherer Bassani

Dedico esta dissertação aos meus pais, Elair e Renato, cuja ligação com nossos antepassados na região das Missões é sempre presente em nossas origens.

Ao povo indígena Guaraní, que com muita luta e resistência mantém vivos seus costumes e herança cultural, preservando a história e a identidade de nossa terra.

Aos jesuítas da Companhia de Jesus, ordem conhecida por sua importância na educação, missões e trabalho social, cuja dedicação e legado continuam a inspirar e transformar vidas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, cuja presença constante me guiou e fortaleceu ao longo desta jornada acadêmica.

À minha esposa, que me ofereceu apoio emocional e motivacional incondicional, permitindo-me seguir em frente mesmo nos momentos mais desafiadores. Sua dedicação e amor foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos meus familiares, que se engajaram profundamente no apoio motivacional, especialmente por serem, em sua maioria, nascidos na região das Missões no Rio Grande do Sul. Seu entusiasmo e incentivo foram essenciais para minha perseverança.

Aos meus professores orientadores, Dr. Vinicius Costa de Souza e Dr. Kleinner Silva Farias de Oliveira. Vinicius, mais do que um orientador, foi um mentor nas horas difíceis, sempre disponível, mesmo em seus momentos de descanso. Kleiner, meu co-orientador, cujas opiniões sábias nos momentos certos foram de grande valor para o desenvolvimento deste estudo.

Ao Colégio Anchieta, que desde o início dos meus estudos me proporcionou todo o apoio necessário, não apenas acadêmico, mas também emocional, tornando-se minha segunda casa. Agradeço à direção, coordenação e professores, em especial ao Irmão Celso Schneider S.J., que me acolheu com carinho e ofereceu seu vasto conhecimento sobre o assunto, conectando-me com o IPHAN em São Miguel das Missões/RS e o Memorial Missioneiro Chrisanto Neranda em São Luiz Gonzaga/RS.

Finalmente, agradeço à Universidade do Vale do Sinos por aceitar que eu desenvolvesse este estudo em seus espaços, dentro do PPGCA e nos laboratórios Atomic Rocket Entertainment e VizLab. Agradeço pelas conexões importantes com professores e estudantes, especialmente aos bolsistas de Iniciação Científica graduandos do curso de jogos digitais.

RESUMO

A Realidade Virtual (RV) é definida como uma tecnologia que cria ambientes digitais tridimensionais que requer imersão física e estimulação sensorial, é interativa e pode transportar mentalmente o usuário para outro lugar. É uma tecnologia computacional que tem crescido de diversas formas, sendo cada vez mais utilizada em diferentes contextos. Inúmeros estudos sobre o uso da RV na educação de adultos têm produzido resultados positivos, proporcionando aos alunos um contexto autêntico onde eles podem desenvolver seu escopo de aprendizagem, visualizar situações e conceitos de forma única, aumentar o tempo na tarefa e o prazer de aprender, aumentar a motivação, aprofundar o aprendizado e melhorar a retenção a longo prazo. No entanto, pouco se sabe sobre o uso da RV na educação de crianças, mas os poucos resultados já obtidos apontam para um potencial estimulante. Nesse trabalho, uma revisão sistemática sobre o uso de RV na educação de crianças foi realizada e um projeto para o uso de RV como apoio ao ensino de história foi desenvolvido. Um ambiente virtual, chamado Tekohá, foi especialmente concebido para a utilização de crianças do quarto e quinto ano do Ensino Fundamental. O ambiente virtual apresenta aos estudantes como era e como funcionava a Missão Jesuítica Guarani, hoje ruínas em São Miguel das Missões no Rio Grande de Sul/Brasil, consideradas Patrimônio Mundial da UNESCO e parte das necessidades curriculares do Ensino Fundamental. Para a avaliação, um experimento controlado com 130 alunos de uma escola privada de Porto Alegre foi conduzido. Os resultados indicam que o ambiente virtual Tekohá é fácil e divertido de usar e que o uso de RV motiva e engaja os alunos no processo de aprendizagem, possibilitando sensação de presença em situações do passado de forma imersiva e realista. Quanto a aprendizagem, foi possível confirmar estatisticamente que o grupo que usou o Tekohá obteve melhor desempenho na prova de conhecimentos sobre a Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Tecnologia Educacional. Educação de Crianças. História. Missões Jesuíticas.

ABSTRACT

Virtual Reality (VR) is defined as a technology that creates three-dimensional digital environments that require physical immersion and sensory stimulation, are interactive, and can mentally transport the user to another place. It is a computational technology that has grown in many forms, being increasingly used in different contexts. Numerous studies on the use of VR in adult education have produced positive results, providing students with an authentic context where they can develop their scope of learning, visualize situations and concepts in a unique way, increase time on task and enjoyment of learning, increase motivation, deepen learning, and improve long-term retention. However, little is known about the use of VR in children's education, but the few results already obtained point to its stimulating potential. In this work, a systematic review on the use of VR in children's education was carried out and a project for the use of VR to support history teaching was developed. A virtual environment, called Tekohá, was specially designed for use by children in the fourth and fifth grades of Elementary School. The virtual environment presents students with an introduction to the Guarani Jesuit Mission, now ruins in São Miguel das Missões in Rio Grande do Sul/Brazil, considered a UNESCO World Heritage Site and part of the curricular requirements for Elementary School. For the evaluation, a controlled experiment with 130 students from a private school in Porto Alegre was conducted. The results indicate that the Tekohá virtual environment is easy and fun to use and that the use of VR motivates and engages students in the learning process, enabling a sense of presence in situations from the past in an immersive and realistic way. Regarding learning, it was possible to statistically confirm that the group that used Tekohá performed better in the knowledge test about the Jesuit Mission of São Miguel Arcanjo.

Keywords: Virtual Reality. Children's Education. Educational Technology. History. Jesuitic Missions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Etapas metodológicas. Fonte: Elaborada pelo autor.	21
Figura 2:	Diagrama PRISMA. Fonte: Adaptado de (MOHER et al., 2010)	29
Figura 3:	Publicações por ano. Fonte: Elaborada pelo autor.	31
Figura 4:	Publicações por autores. Fonte: Elaborada pelo autor.	32
Figura 5:	Publicações por países. Fonte: Elaborada pelo autor.	32
Figura 6:	Finalidade do uso de RV na educação de crianças. Fonte: Elaborada pelo autor.	33
Figura 7:	Domínios de conhecimento. Fonte: Elaborada pelo autor.	34
Figura 8:	Recursos tecnológicos. Fonte: Elaborada pelo autor.	39
Figura 9:	HMDs utilizados. Fonte: Elaborada pelo autor.	40
Figura 10:	Software usados. Fonte: Elaborada pelo autor.	41
Figura 11:	Hardware utilizado. Fonte: Elaborada pelo autor.	41
Figura 12:	Estratégias metodológicas utilizadas. Fonte: Elaborada pelo autor.	44
Figura 13:	Principais diferenças	47
Figura 14:	Comparação entre artigos afins. Fonte: Elaborada pelo autor.	48
Figura 15:	Workshop com professores do Colégio Anchieta. Fonte: Captada pelo autor.	50
Figura 16:	Frequência de uso de óculos de RV. Fonte: Elaborada pelo autor.	50
Figura 17:	Tipo gráfico sugerido pelos professores. Fonte: Captada pelo autor.	52
Figura 18:	Circuito da imersão.	57
Figura 19:	Carruagem. Fonte: Registrada pelo autor.	58
Figura 20:	Menu Inicial. Fonte: Registrada pelo autor.	58
Figura 21:	Recepção da personagem principal. Fonte: Registrada pelo autor.	59
Figura 22:	Aguardando que o usuário acene com a cabeça. Fonte: Registrada pelo autor.	59
Figura 23:	Maquete do Cabildo. Fonte: Registrada pelo autor.	60
Figura 24:	Cotiguaçu. Fonte: Registrada pelo autor.	61
Figura 25:	Cotiguaçu miniatura. Fonte: Registrada pelo autor.	61
Figura 26:	Lateral da Igreja. Fonte: Registrada pelo autor.	62
Figura 27:	Igreja miniatura. Fonte: Registrada pelo autor.	62
Figura 28:	Coral indígena. Fonte: Registrada pelo autor.	63
Figura 29:	Padre Sepp. Fonte: Registrada pelo autor.	63
Figura 30:	Cruz missioneira. Fonte: Registrada pelo autor.	64
Figura 31:	Interação com o coral indígena. Fonte: Registrada pelo autor.	64
Figura 32:	Desenho experimental. Fonte: Elaborada pelo autor.	66
Figura 33:	Experimento	69
Figura 34:	Uso de vídeo game. Fonte: Elaborada pelo autor.	71
Figura 35:	Uso de óculos de realidade virtual. Fonte: Elaborada pelo autor.	72
Figura 36:	Conhecimento prévio sobre as missões jesuíticas. Fonte: Elaborada pelo autor.	72
Figura 37:	Reconhecimento da igreja São Miguel Arcanjo. Fonte: adaptada pelo autor. .	73
Figura 38:	Reconhecimento da Cruz Missioneira. Fonte: Adaptada pelo autor.	73
Figura 39:	Boxplot das notas dos alunos que usaram e dos que não usaram o ambiente virtual Tekohá. Fonte: Elaborada pelo autor.	87
Figura 40:	Distribuição geral das notas dos participantes. Fonte: Elaborada pelo autor. .	88
Figura 41:	Distribuição das notas dos alunos que utilizaram RV. Fonte: Elaborada pelo autor.	89

Figura 42: Distribuição das notas dos alunos que não utilizaram RV. Fonte: Elaborada
pelo autor. 89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Questões de Pesquisa (QP)	28
Tabela 2:	Critérios de exclusão	29
Tabela 3:	String de busca	31
Tabela 4:	Resultados	31
Tabela 5:	Diretrizes de desenvolvimento para software de RV voltado para crianças . .	56
Tabela 6:	Perfil dos participantes.	74
Tabela 7:	Resultados das questões sobre usabilidade (Quantidade, Percentual e Média).	75
Tabela 8:	Resultados das questões sobre engajamento (Quantidade, Percentual e Média).	77
Tabela 9:	Resultados das questões sobre sensação de presença (Quantidade, Percentual e Média).	79
Tabela 10:	Resultados das questões sobre o aprendizado (Quantidade, Percentual e Média).	81
Tabela 11:	Artigos selecionados na revisão sistemática, por área de Ensino.	112

LISTA DE SIGLAS

ACM	- Association for Computing Machinery
AR	- Realidade Aumentada
AS	- Atenção Seletiva
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
CAAE	- Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAVE	- Cave Automatic Virtual Environment
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
CNS	- Conselho Nacional da Saúde
CONEP	- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
COVID	- Coronavirus Disease 2019
DOS	- Disk Operating System
ECA	- Estatuto da Criança e Adolescente
EF	- Ensino Fundamental
GPU	- Graphics Processing Unit
HMD	- Head-Mounted Display
IA	- Inteligência Artificial
IEEE	- Institute of Electrical and Electronic Engineers
IoT	- Internet das Coisas
IPHAN	- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
K-12	- Ensino Fundamental
MIT	- Massachusetts Institute of Technology
ML	- Aprendizado de Máquina
ODS	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OE	- Objetivo Específico
PAPI	- Papel e Lápis
PC	- Personal Computer
PRISMA	- Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises
QE	- Questão Específica
QP	- Questão de Pesquisa
RA	- Realidade Aumentada
RCG	- Referencial Curricular Gaúcho
RS	- Rio Grande do Sul
RV	- Realidade Virtual

RVI	- Realidade Virtual Imersiva
SHMD	- Smartphone Based Head-Mounted Display
STEAM	- Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática
SUS	- System Usability Scale
SVR	- Symposium on Virtual and Augmented Reality
TAM	- Technology Acceptance Model
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	- Tecnologia da Informação
TIC	- Tecnologias de Informação e Comunicação
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNISINOS	- Universidade do Vale do Rio dos Sinos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Motivação	17
1.2 Problema	18
1.3 Questão de Pesquisa	19
1.4 Objetivos	19
1.5 Abordagem Metodológica	20
1.6 Organização do Trabalho	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Informática na Educação	22
2.1.1 Evolução Histórica	22
2.2 Realidade Virtual	23
2.2.1 Conceito e Aplicações	24
2.2.2 Evolução Histórica	24
2.2.3 Realidade Virtual Aplicada à Educação	25
3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	27
3.1 Desenho do Estudo	27
3.2 Questões de Pesquisa	28
3.3 Estratégia de Busca	28
3.4 Critérios de Seleção	28
3.5 Resultados	28
3.5.1 Análise bibliométrica	30
3.5.2 Finalidade (QP1)	33
3.5.3 Domínio de conhecimento (QP2)	33
3.5.4 Recursos tecnológicos (QP3)	39
3.5.5 Principais contribuições (QP4)	40
3.5.6 Estratégias metodológicas (QP5)	43
3.5.7 Métricas utilizadas para avaliação (QP6)	44
3.6 Principais Achados	46
3.7 Comparativo	46
4 TEKOHÁ	49
4.1 Levantamento de requisitos com professores do Ensino Fundamental	49
4.2 Projeto Pedagógico para uso da RV	53
4.2.1 Plano de aula para o uso da RV	53
4.3 Design do Ambiente Virtual	54
4.4 Desenvolvimento do Ambiente Virtual	55
4.5 Funcionamento do Ambiente Virtual	56
5 EXPERIMENTO	65
5.1 Desenho Experimental	65
5.1.1 Hipóteses	65
5.1.2 Variáveis	65
5.1.3 Materiais	66
5.2 Participantes	67
5.3 Procedimento	68

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
6.1	Perfil dos participantes que usaram RV	70
6.2	Pós-questionário	74
6.2.1	Questões sobre Usabilidade	75
6.2.2	Questões sobre Engajamento	77
6.2.3	Questões sobre Presença	79
6.2.4	Questões sobre a Aprendizagem	81
6.2.5	Depoimentos em áudio	85
6.3	Avaliação da Aprendizagem	86
6.3.1	Testes de Hipótese	88
6.4	Publicações	90
7	CONCLUSÃO	91
7.1	Limitações	92
7.2	Trabalhos Futuros	92
	REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE A	PLANO DE AULA	113
APÊNDICE B	SONDAGEM COM PROFESSORES	122
APÊNDICE C	PLANO DE AULA COM O USO DE RV	128
APÊNDICE D	TCLE RESPONSÁVEIS	133
APÊNDICE E	TCLE ESTUDANTES	135
APÊNDICE F	PRÉ-QUESTIONÁRIO	137
APÊNDICE G	PÓS-QUESTIONÁRIO	142
APÊNDICE H	AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS	148
APÊNDICE I	ARTIGOS PUBLICADOS	154

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, principalmente após a pandemia da Covid-19 tivemos uma forte demanda por ferramentas educativas tecnológicas nas escolas. Como alternativas à esta demanda, diferentes tecnologias e ferramentas surgiram ou foram aperfeiçoadas, o que também ocorreu com a Realidade Virtual (ROJAS-SÁNCHEZ; PALOS-SÁNCHEZ; FOLGADO-FERNÁNDEZ, 2023a). A Realidade Virtual (RV) é definida como uma tecnologia que cria ambientes digitais tridimensionais que requer imersão física e estimulação sensorial, é interativa e pode transportar mentalmente o usuário para outro lugar (SLATER; SANCHEZ-VIVES, 2016). Conforme pesquisas nessa área, a RV tem sido estudada e aplicada em diferentes contextos de aprendizagem, oferecendo vivências que de outra forma não são possíveis nas escolas, como a visita de um museu no exterior, a realização de uma missão espacial, a visualização do organismo humano em funcionamento, entre muitas outras. Algumas técnicas discutidas neste trabalho são apenas uma amostra das inúmeras possibilidades que a RV oferece, tais como a navegação - que permite que os usuários se movam dentro do ambiente virtual como "teleportação" e "locomoção contínua" (BURDEA; COIFFET, 2003a); seleção - que envolve a manipulação, movimentação e transformação de objetos virtuais (BOWMAN et al., 2004); e controle de Sistemas - que inclui a interação com interfaces de usuário dentro do ambiente virtual, como menus e painéis de controle (BIMBER et al., 2005).

O desenvolvimento cognitivo é um aspecto crucial na educação de crianças, especialmente entre 9 e 10 anos, que estão em uma fase de transição entre o pensamento concreto e o abstrato. No enfoque educacional deste trabalho, explora-se o foco no aprendizado cognitivo podendo beneficiar o desenvolvimento acadêmico e pessoal dessas crianças, proporcionando uma base sólida para aprendizados futuros. Piaget, conhecido por sua teoria sobre o desenvolvimento psicológico das crianças, acreditava no papel da ação no desenvolvimento e a noção de que as crianças desenvolvem a estrutura cognitiva por meio da ação e atividade espontânea (PIAGET, 1973). Segundo ele, crianças nessa faixa etária estão na fase das operações concretas, onde o aprendizado é mais eficaz quando baseado em experiências tangíveis e práticas (PIAGET, 1976). Vygotsky (VYGOTSKY; COLE, 1978) também enfatiza a importância da interação social e do aprendizado mediado para o desenvolvimento cognitivo. Na prática, métodos que favorecem o aprendizado cognitivo têm mostrado resultados positivos em diversas áreas (CLEMENTS, 2014). Nesta pesquisa, se discute estratégias que incentivam a compreensão e promovam um aprendizado mais profundo e duradouro com o uso de métodos de ensino cognitivo, como: atividades interativas: - com a utilização de atividades que envolvem colaboração e resolução de problemas podendo melhorar a capacidade de pensamento crítico e a compreensão de conceitos complexos (JOHNSON; JOHNSON, 1999); jogos educativos - que estimulam a memória, a atenção e o raciocínio lógico como ferramentas eficazes para promover o desenvolvimento cognitivo (GEE, 2003); e aprendizado baseado em projetos - envolvendo as crianças em projetos práticos que exijam planejamento, execução e avaliação podendo ajudar a desenvol-

ver habilidades cognitivas essenciais (BLUMENFELD et al., 2011). Neste caso, é necessário repensar algumas ações pedagógicas e os seus resultados de aprendizagem com os estudantes, principalmente as relacionadas à locais históricos como sítios arqueológicos e ruínas, onde fisicamente não exista mais o ambiente tal como era no passado. As práticas educacionais como as saídas de campo já se configuram teorias construtivistas nas concepções curriculares, contudo a experiência prática com interatividade permite que a compreensão seja construída gradualmente, passo a passo, por meio do envolvimento ativo (DEVRIES; KOHLBERG, 1987). Assim, a aplicação da RV em projetos escolares pode ser muito benéfica, permitindo vivências práticas realistas e interativas, através da imersão dos estudantes nas mais variadas situações, nas quais é possível a ação e atividade espontânea (FOWLER, 2015).

Uma concepção de imersão surge de uma interação complexa de fidelidade representacional e interação do aluno (DALGARNO; LEE, 2010a). O uso da RV para retratar um fato ou momento histórico pode melhorar a experiência de vivenciar acontecimentos que hoje não são possíveis, complementando o conhecimento além do já existente em estudos bibliográficos, como no caso das Missões Jesuíticas Guarani, ruínas localizadas em São Miguel das Missões no Rio Grande de Sul/Brasil, consideradas patrimônio mundial da UNESCO, desde 1983.

Em função da sua importância histórica, existem algumas iniciativas para a divulgação das Missões Jesuíticas no Rio Grande do Sul, como a reconstrução em 3D¹ das ruínas de São Miguel pelo fotógrafo Giovanni Rocha; o game “Sete Povos”(CASSOL PEDRO ROSSA, 2016) criado e testado dentro do Atomic Rocket, estúdio de desenvolvimento de games do curso de graduação em Jogos Digitais da UNISINOS, surgiu como forma de utilizar o recurso dos games para apoiar a divulgação e o estudo da História dos Sete povos das Missões sendo o primeiro projeto acadêmico utilizando recursos de realidade virtual e desenvolvendo material de apoio para a educação; e o famoso Show de Luzes, que ocorre em frente às ruínas, trazendo a ambientação do acontecimento histórico através de luzes e sons com uma narrativa sobre este evento da história brasileira e internacional.

Contudo, não foram encontradas soluções que permitam uma experiência vivencial sobre como eram e como funcionavam as Missões Jesuíticas, retratando uma vivência interativa dentro da Missão de São Miguel Arcaño com base no seu cotidiano, o que melhor engajaria os estudantes com exemplos do dia-a-dia dos indígenas, bem como contribuiria para o processo de ensino e aprendizagem e retenção do conhecimento, especialmente de conteúdos como esse, que fazem parte do componente curricular de História do Ensino Fundamental (EF). Isso promoveria aos alunos uma compreensão profunda e suficiente de conceitos para permitir que eles se envolvam em argumentos ponderados e estruturados e discussões que refletem um certo nível de especialização e identificação com o assunto (FOWLER, 2015). Assim, abordagens como esta precisam ser aplicadas e avaliadas em ambientes escolares, por todos os envolvidos, para que se tenha evidências científicas de sua aplicabilidade, sendo, nesse caso, estudantes e professores de História e do Currículo do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

¹ <https://sketchfab.com/3d-models/sao-miguel-das-missoes-world-heritage-a0c52479e7314eb2961a575643580077>

1.1 Motivação

As formas tradicionais de transmissão e aquisição de conhecimento podem ser complementadas com novas tecnologias podendo melhorar a aprendizagem do conhecimento da primeira forma para a segunda, permitindo que todos os envolvidos atuem direta e interativamente sobre os objetos do conhecimento. A evolução das tecnologias educacionais tem constantemente liderado pesquisas pedagógicas e didáticas para repensar os modelos de aprendizagem de acordo com novas visões dos estudantes em sala de aula e da escola (BONAIUTI et al., 2017).

Dado que existem poucos estudos sobre o uso de RV imersiva com crianças em ambientes escolares de ensino fundamental, situação que será demonstrada neste estudo, instigando investigações de suas potenciais vantagens e desvantagens transformando-se em um assunto de suma importância. A manipulação de objetos, interatividade e envolvimento ativo parecem ser aspectos-chave quando se aprende com a mídia tecnologia, aspectos que são características-chave dos ambientes em RV. Crianças com até 10 anos usam todo o corpo para vivenciar seus ambientes e todos os seus sentidos para auxiliar a aprendizagem (DUHANEY; DUHANEY, 2008). O processo de aprendizagem ocorre através de brincadeiras e exploração, e a RV imersiva oferece essa oportunidade proporcionando às crianças espaço para brincar, explorar e manipular o ambiente, ao mesmo tempo que estimula seus sentidos por meio de pistas auditivas, visuais e táteis. Essas características não são possíveis com tecnologias tradicionais, como por exemplo com a televisão, vídeos, computador e dispositivos com tela sensível ao toque. Portanto, acredita-se que a RV tem um grande potencial como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem das crianças.

Além disso, a Realidade Virtual Imersiva (RVI) oferece a possibilidade de melhorar a aprendizagem das crianças por meio de atividades ativas, onde os alunos criam seu conhecimento fazendo, usando seus recursos motores e cognitivos, além da possibilidade de receber feedback constante, tornando o conteúdo de aprendizagem mais fácil de conectar ao seu contexto do mundo real.

As tecnologias não são substitutivas, mas integradoras no ensino. É preciso considerar o digital como uma contribuição da atual realidade e não um fator de descontinuidade de certos métodos, ou seja, uma reconfiguração em outra forma dos elementos da realidade cotidiana (RIVOLTELLA; ROSSI, 2019). A sensação de presença, no sentido de estarmos imersos no ambiente que observamos, dado pelas atividades em realidade virtual é o que a define como uma “extensão do ser humano” (AN; SHIN, 2023). As tecnologias relacionadas à RV apresentam progressivamente potenciais no domínio da educação e da formação. Essas tecnologias estão ligadas ao funcionamento cognitivo, à aquisição, processamento e comunicação de conhecimento, implementando processos de aprendizagem.

1.2 Problema

A partir de 1687, no estado do Rio Grande do Sul, teve início a criação de uma série de reduções, que mais tarde viriam ser conhecidas como os Sete Povos das Missões: Missões de São Francisco de Borja, São Nicolau, São Luiz Gonzaga, São Miguel, São João Baptista, São Lourenço Mártir e Santo Ângelo Custódio. Com o tempo, muitas missões prosperaram e acabaram virando uma ameaça à centralização de poder pretendida pelas coroas portuguesa e espanhola. As Missões Jesuíticas eram povoados indígenas criados e administrados por padres jesuítas no novo mundo para difundir o pensamento cristão entre os índios, por meio de sua evangelização e catequização (COUTINHO, 1998).

As Missões, também chamadas de reduções jesuíticas, foram realizadas com o principal objetivo de criar uma sociedade com os benefícios e qualidades da sociedade cristã europeia, mas isenta dos seus vícios e maldades. Os Sete Povos das Missões fazem parte de um importante capítulo da história do Rio Grande do Sul. Atualmente restam apenas ruínas, entretanto, esta iniciativa dos Jesuítas pode ser considerada como responsável pela origem de cidades prósperas, além de ter auxiliado na delimitação de fronteiras, e ter sido tema para a formação de um grande folclore regionalista de tom heroico em torno das figuras dos padres e dos índios. A cultura desenvolvida nestes centros chegou a alto nível de complexidade em termos de arte, urbanismo e harmonia social (COUTINHO, 1998). Considerada patrimônio mundial da UNESCO desde 1983 e considerada pela comunidade científica de inigualável e fundamental importância para a humanidade, bem como conteúdo curricular obrigatório no ensino fundamental, novas iniciativas para a divulgação desse fato histórico são de fundamental importância.

Atualmente, crianças do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental estudam a história das missões jesuíticas em sua formação escolar como conteúdo de extrema importância. Está previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Referencial Curricular Gaúcho (RCG), as habilidades apontadas no EF, acompanhadas por seus respectivos objetos de conhecimento, onde se oferece no componente curricular de História um momento para explorar os Sete Povos das Missões Jesuíticas, prevendo a valorização da diversidade étnica, destacando as contribuições dos povos indígenas (missões, pampa e planalto), povos europeus (imigrantes açorianos, alemães e italianos) e africanos e miscigenados no movimento de colonização do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente nos aspectos socioeconômicos, histórico e cultural, reconhecendo a multiplicidade étnica da sociedade (BRASIL, 2019).

Sendo assim, as escolas contemplam esses estudos em sala de aula e, eventualmente, uma visita in-loco às ruínas encontradas na cidade de São Miguel das Missões e arredores, no estado do Rio Grande do Sul. Nessa visita, os estudantes participam de um tour histórico e assistem ao famoso Show de Sons e Luzes², em frente ao parque arqueológico, com uma narrativa em áudio sobre o momento histórico. Com estas possibilidades educacionais espera-se que os estudantes obtenham a habilidade de relacionar os processos de ocupação do campo a intervenções na na-

²<https://www.portaldasmissoes.com.br/site/view/id/412/espetaculo-de-som-e-luz-e-as-ruinas.html>

tureza, avaliando os resultados dessas intervenções. Contudo, conforme relato dos professores, muitos estudantes manifestam não gostar da visita por verem "apenas ruínas". Além disso, em função da localização da cidade de São Miguel das Missões, muitas escolas chegam a percorrer mais de 600 km para proporcionar essa vivência, sendo que a maioria não realiza a visita por falta de condições financeiras.

1.3 Questão de Pesquisa

Baseado neste contexto, foi definida a seguinte questão geral de pesquisa para esse trabalho:

- Quais são os ganhos de aprendizagens e diferenciais sobre o uso da realidade virtual imersiva no ensino da história das missões jesuíticas no ensino fundamental?

A RV pode abrir caminho para novas vivências educacionais que possam auxiliar no aprendizado, viabilizando a possibilidade de o estudante vivenciar e interagir em períodos e ambientes do passado, com projeção de vivências daquela época histórica, bem como visitar locais distantes sem necessitar de deslocamento. A RV pode gerar uma sensação de presença permitindo ao usuário ter a ilusão de “estar lá” no ambiente virtual mesmo sabendo que não está, e isso pode contribuir significativamente no processo de ensino e aprendizagem, especialmente das crianças. Contudo, existem poucos estudos sobre o uso de RV por crianças e, consequentemente, muitas lacunas a serem investigadas (HENRIKSEN et al., 2023).

Assim, é necessário investigar os diferenciais do uso da RVI no aprendizado dos estudantes, a partir da possibilidade de vivência do fato estudado em uma reprodução do período histórico. A função imersiva da RV pode estimular o espaço emocional elevado do indivíduo e melhorar a atenção e envolvimento em atividades relacionadas (JOHNSON-GLENBERG, 2018).

Assim, foram definidas algumas questões de pesquisa específicas (QE):

- QE-1: Quais os impactos da realidade virtual imersiva na motivação e engajamento das crianças no ensino fundamental?
- QE-2: Quais os resultados do uso da realidade virtual imersiva na aprendizagem das crianças no ensino fundamental?
- QE-3: Quais são as diretrizes para o bom uso da realidade virtual imersiva na educação de crianças no ensino fundamental?

1.4 Objetivos

A partir da motivação, identificação do problema e definição das questões de pesquisa, o seguinte objetivo geral foi definido:

- Identificar os diferenciais do uso de realidade virtual imersiva no apoio aos processos de ensino e aprendizagem de História nos anos iniciais do ensino fundamental.

Para isso, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- OE-1: Investigar o grau de conhecimento dos professores do ensino fundamental sobre RV e suas potencialidades no apoio ao ensino;
- OE-2: Desenvolver um projeto pedagógico para o uso de RVI no ensino de um conteúdo específico de História para o 4º e 5º ano do ensino fundamental;
- OE-3: Conceber e desenvolver um ambiente virtual imersivo para apoio ao ensino e aprendizagem do tema escolhido;
- OE-4: Avaliar os resultados a partir de um experimento controlado com crianças do ensino fundamental.

1.5 Abordagem Metodológica

As etapas metodológicas definidas para que os objetivos do trabalho fossem atingidos são apresentadas na Figura 1. Inicialmente, foi realizado um **aprofundamento de conhecimentos** sobre o uso de informática na educação, bem como sobre RV e, mais especificamente, sobre o uso de RV da educação de crianças, o qual é apresentado nos capítulos 2 e 3.

Após, foi realizada uma **sondagem**, através da realização de um workshop com professores envolvidos no 4º ano de uma das mais bem conceituadas escolas privadas da cidade de Porto Alegre. Nesse encontro, foi verificado o conhecimento prévio dos professores sobre Realidade Virtual, bem como foi oportunizada a experimentação da RV através do uso do óculos de realidade virtual Rift S. Além disso, os professores compartilharam como tem sido suas experiências no ensino das Missões Jesuíticas e apontaram sugestões para o uso de RV como apoio ao ensino desse conteúdo. A partir das sugestões e dos estudos realizados, o autor desse trabalho, que é graduado em História e professor de Pensamento Computacional nessa escola, desenvolveu um projeto pedagógico para o uso de RV no ensino das Missões Jesuíticas.

Posteriormente, foi realizada a **concepção** e o **desenvolvimento** de ambiente virtual que retrata a Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo no seu auge, entre o século 17 e 18. Para isso, foram utilizadas técnicas de game design e a Unit Engine³, que serão melhor detalhadas no capítulo 4.

Finalmente, foi planejado e conduzido um **experimento** controlado para a avaliação do uso do ambiente virtual por crianças do 4º ano do ensino fundamental da escola em questão, o qual será apresentado no capítulo 5.

³<https://unity.com/pt/products/unity-engine>

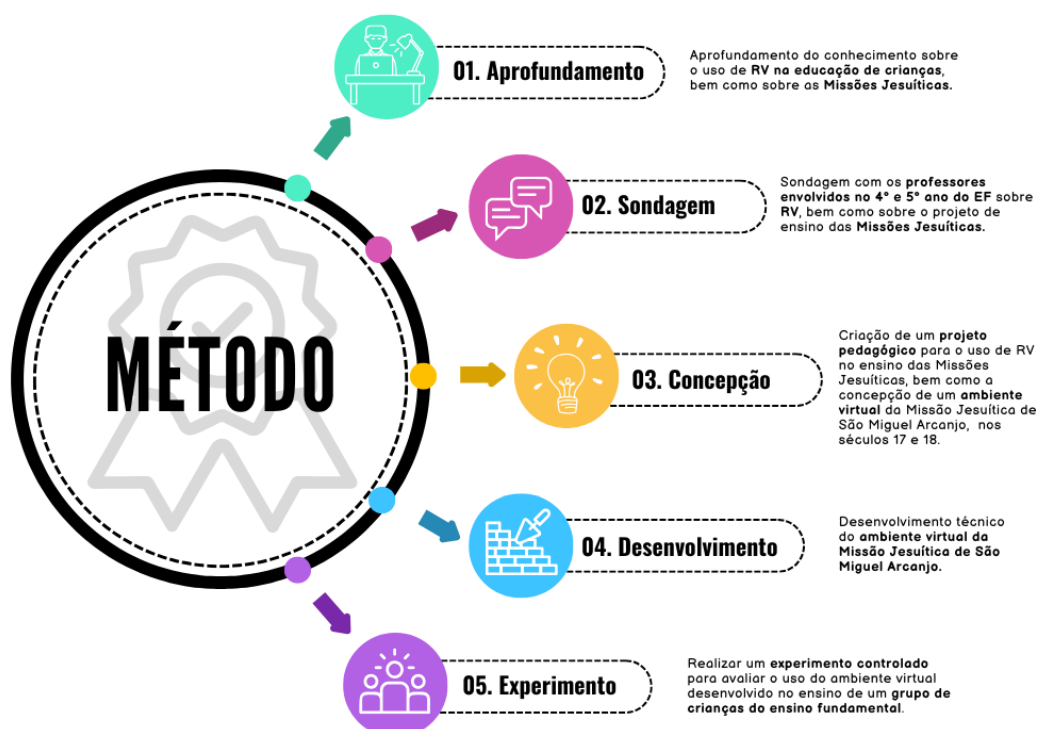


Figura 1: Etapas metodológicas. Fonte: Elaborada pelo autor.

1.6 Organização do Trabalho

No capítulo de introdução foram apresentados o tema da pesquisa, bem como a motivação, o problema, as questões de pesquisa, os objetivos e as etapas metodológicas. Já no capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica, essencial para a compreensão dos conceitos subjacentes à informática na educação e à realidade virtual, bem como sobre o uso da RV na educação e como ela pode impactar positivamente o aprendizado das crianças.

O capítulo 3 apresenta os resultados de uma abrangente revisão sistemática da literatura sobre o uso da realidade virtual na educação de crianças. Foram investigados estudos, pesquisas e práticas que demonstram os benefícios e desafios dessa abordagem.

Já no capítulo 4 é apresentado o ambiente virtual desenvolvido, especificamente para esse estudo, o qual proporciona aos estudantes uma vivência na Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo. O ambiente permite ao usuário explorar e interagir com cenários virtuais que recriam as missões históricas.

O planejamento do experimento controlado com alunos do 4º ano do ensino fundamental é apresentado no capítulo 5 e os resultados e discussão no capítulo 6. Finalmente, na conclusão, são apresentadas as considerações finais, limitações e possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos, benefícios e desafios das aplicações da RV na educação de crianças. Para isso, são abordados o contexto da informática na educação e sobre a realidade virtual.

2.1 Informática na Educação

Segundo a Unesco (UNESCO, 2023), avanços expressivos na tecnologia, especialmente na tecnologia digital, estão transformando rapidamente o mundo. As práticas educativas com tecnologias oportunizam a transformação do ensino e a aprendizagem. Com o avanço das tecnologias digitais, as integrações de conteúdos tecnológicos nas escolas e universidades tornou-se essencial para preparar os alunos para a atualidade.

De acordo com MORAN; SHAPIRO (2003), com as tecnologias atuais, a escola pode se transformar em um conjunto de ricos espaços de aprendizagens significativas que motivem os alunos a aprenderem ativamente e serem proativos, uma vez que essas tecnologias facilitam a pesquisa, a comunicação e a divulgação em rede. Em uma sociedade regida por redes de conhecimento (CASTELLS, 2005), deve haver, constantemente, ampliação dos ambientes para ensinar e aprender, enriquecendo, assim, o processo de construção do conhecimento, que ocorre cada vez mais por meio de relacionamentos e interações em diferentes ambientes de aprendizagem. Isso deve se dar com foco em ambientes que promovam a construção do conhecimento através de um processo dialógico, com troca de experiências entre os agentes envolvidos no processo educacional (FREIRE, 2014).

2.1.1 Evolução Histórica

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm sido aplicadas à educação há 100 anos, desde a popularização do rádio na década de 1920 (MOLNAR, 1997). Mas é o uso da tecnologia digital ao longo dos últimos 60 anos que teve o potencial mais significativo de transformar a educação. Durante este período, surgiu um movimento da tecnologia educacional que se concentrou, por sua vez, no desenvolvimento e na distribuição de conteúdo educacional, nos sistemas de gestão da aprendizagem e em muitos testes que foram ocorrendo no decorrer da história da informática na educação. Consideravelmente em 1959, na Universidade de Illinois, Donald Bitier iniciou um projeto em larga escala para o uso de computadores na educação. O sistema de vários milhares de terminais serviu à educação de graduação, bem como à leitura do ensino fundamental, a uma faculdade comunitária em Urbana e a vários campi em Chicago (MOLNAR, 1997). No início dos anos setenta, no MIT, Seymour Papert decidiu desenvolver uma abordagem nova e diferente para computadores na educação. Ele desenvolveu uma linguagem de programação, chamada LOGO, para encorajar o pensamento rigoroso

sobre matemática. A ideia era deixar acessível às crianças e que fosse fácil expressar procedimentos para tarefas simples, como muitos problemas não numéricos familiares às crianças. Papert insistiu que não deveríamos ensinar matemática, mas deveríamos ensinar as crianças a serem matemáticas. Assim, o LOGO se tornou a linguagem do movimento de alfabetização em informática do ensino fundamental (PAPERT, 1980).

Com a chegada dos microcomputadores em 1975, algo notável aconteceu, a economia que antes favorecia grandes sistemas de tempo compartilhado mudou para microcomputadores de baixo custo e a revolução do computador pessoal começou. No Brasil, entretanto, a sua disseminação ocorreu ao longo dos anos 80. As várias gerações de microcomputadores, fabricados por diversas empresas de TI, utilizavam o DOS (sistema operacional em disco, em inglês), a interface com o usuário era serial via teclado e via monitores com poucos recursos gráficos (telas verdes ou âmbar), sendo os aplicativos comerciais mais comuns o editor de texto e a planilha eletrônica, desenvolvidos em linguagem que ainda seguiam o paradigma da programação sequencial (ELIA, 2021).

A herança tecnológica mais recente na educação foi a que ficou depois da tentativa de conter a disseminação da pandemia da COVID-19. Durante esta crise, vimos uma quantidade incrível de esforços em larga escala para usar a tecnologia em apoio ao aprendizado remoto. Mais de milhões de crianças em todo o mundo continuaram a aprender em casa para melhorar experiências e conhecimentos construtivos para o desenvolvimento comunitário sustentável (IYENGAR, 2020). A facilidade de Internet na comunidade torna-se o fator invejável para as pessoas se comunicarem durante o período de bloqueio (ABIDEEN; MOHAMAD; HASSAN, 2020). A pandemia permitiu que as autoridades comunitárias repensassem as funções escolares e reimaginassem e redesenhassem a educação para o futuro (IYENGAR, 2020). Atualmente as nações unidas promove, através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma meta até 2030 para garantir uma educação de qualidade, inclusiva e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Infelizmente a meta vem esbarrando nas disparidades socioeconômicas que ainda são prevalentes na educação, afetando vários indicadores. Em dados mundiais, em média, 44 por cento das escolas primárias, 56 por cento das escolas de ensino médio inferior e 69 por cento das escolas de ensino médio superior tinham acesso à Internet em 2022, quase o dobro das taxas de 2021. No nível secundário superior, 91 por cento das escolas têm acesso à eletricidade, 81 por cento têm computadores para uso pedagógico e 69 por cento das escolas estão conectadas à Internet (NATIONS, 2024).

2.2 Realidade Virtual

A RV tem se consolidado como uma tecnologia revolucionária, transformando diversas áreas do conhecimento e da prática humana. Ela refere-se a simulações de computador que recriam imagens do mundo que aparecem aos sentidos humanos, da mesma forma que os humanos veem o mundo real na realidade (CRAIG; SHERMAN; WILL, 2009). Para explorar esta

esta tecnologia, esta seção tem como objetivo explorar a RV sob diferentes perspectivas, organizadas em cinco seções principais: Conceito e Aplicações, Evolução Histórica, RV Aplicada à Educação, Avaliação com Usuários e Tendências Futuras.

2.2.1 Conceito e Aplicações

A realidade virtual é definida como um ambiente gerado por computador que simula a presença física em um mundo real ou imaginário, permitindo a interação do usuário de maneira sensorial e imersiva (BURDEA; COIFFET, 2003b). É um meio que consiste em simulações computacionais interativas que conseguem perceber as posições e ações dos participantes (usuários) e então fornecer feedback sintético a um ou vários sentidos que dão a sensação de estar presente na simulação (CRAIG; SHERMAN; WILL, 2009). As aplicações da RV são vastas e diversificadas, abrangendo várias áreas do conhecimento e da prática profissional. No campo do entretenimento, a RV tem revolucionado a indústria dos jogos, oferecendo experiências interativas e imersivas que vão além das capacidades dos jogos tradicionais (MANDAL, 2013). Jogos de RV permitem que os jogadores se movam e interajam dentro de um ambiente virtual, aumentando o realismo e a imersão. Estudos mostram que o uso de simuladores de RV pode melhorar significativamente as habilidades cirúrgicas dos médicos (SEYMOUR et al., 2002). Além disso, a RV é usada em terapias de reabilitação, ajudando pacientes a recuperar funções motoras e cognitivas através de exercícios virtuais (RIZZO; KIM, 2005). Em resumo, a RV é uma tecnologia multifacetada com aplicações que vão desde o entretenimento até a medicina, engenharia e educação. Sua capacidade de criar ambientes imersivos e interativos a torna uma tecnologia relevante para diversas áreas, proporcionando benefícios significativos em termos de treinamento, visualização e aprendizagem.

2.2.2 Evolução Histórica

A realidade virtual tem uma história rica e fascinante, marcada por avanços tecnológicos significativos que transformaram a maneira como interagimos com ambientes simulados. A evolução da RV pode ser traçada desde os primeiros experimentos com simulações visuais até os modernos sistemas imersivos que conhecemos hoje.

Os primeiros passos na direção da RV ocorreram na década de 1960, com o desenvolvimento dos simuladores de voo. Esses dispositivos foram projetados para treinar pilotos em um ambiente seguro, replicando as condições de voo de maneira realista (MAZURYK; GERVAUTZ, 1999). Um marco importante nesse período foi a criação do “Sensorama” por Morton Heilig em 1962, um dispositivo que oferecia uma experiência multimodal, combinando imagens em 3D, som estéreo, vento e aromas para criar uma sensação de imersão (HEILIG, 1962).

Na década de 1980, a RV começou a ganhar mais atenção com o trabalho de Jaron Lanier, que cunhou o termo “Realidade Virtual” e fundou a empresa VPL Research. Lanier e sua equipe

desenvolveram alguns dos primeiros sistemas de RV comerciais, incluindo luvas de dados e óculos de RV, que permitiam aos usuários interagir com ambientes virtuais de maneira mais intuitiva (LANIER, 1992).

Os anos 1990 foram marcados por um aumento no interesse e investimento em RV, com avanços significativos em hardware e software. A criação das CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) em 1992, foi um marco importante, oferecendo uma experiência de RV imersiva em uma sala cúbica onde imagens eram projetadas nas paredes, teto e chão (CRUZ-NEIRA; SANDIN; DEFANTI, 1993). Esse período também viu o surgimento de aplicações de RV em áreas como medicina, engenharia e entretenimento.

Com a chegada do século XXI, a RV continuou a evoluir rapidamente, impulsionada por avanços em computação gráfica, rastreamento de movimento e displays de alta resolução. A popularização dos smartphones e o desenvolvimento de tecnologias de display de baixo custo, como o Google Cardboard, tornaram a RV mais acessível ao público em geral (STEINICKE, 2016). Em 2012, a Oculus VR lançou uma campanha de financiamento coletivo para o Oculus Rift, um headset de RV que prometia uma experiência imersiva a um preço acessível. O sucesso dessa campanha marcou o início de uma nova era para a RV, com grandes empresas de tecnologia investindo pesadamente na área (KAVANAGH et al., 2016).

Ultimamente, a RV é utilizada em uma ampla gama de aplicações, desde jogos e entretenimento até treinamento profissional e educação. A tecnologia continua a evoluir, com pesquisas focadas em melhorar a imersão, a interatividade e a acessibilidade da RV. O futuro da RV promete integrar ainda mais tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e a realidade aumentada, ampliando suas possibilidades e impacto (PEÑA-ACUÑA; RUBIO-ALCALÁ, 2024).

2.2.3 Realidade Virtual Aplicada à Educação

A RV tem emergido na educação, oferecendo novas possibilidades para o ensino e a aprendizagem. A capacidade da RV de criar ambientes imersivos e interativos permite que os alunos experimentem e explorem conceitos de maneira prática e envolvente, o que pode levar a uma compreensão mais profunda e duradoura.

Uma das principais vantagens da RV na educação é a sua capacidade de proporcionar experiências de aprendizagem imersivas. Segundo Ott e Freina (OTT; FREINA, 2015), a RV pode simular ambientes complexos e dinâmicos que seriam difíceis ou impossíveis de replicar em uma sala de aula tradicional. Por exemplo, alunos de ciências podem explorar o interior de uma célula ou viajar pelo sistema solar, enquanto estudantes de história podem visitar recriações de eventos históricos importantes.

Além disso, a RV pode aumentar o engajamento dos alunos. Merchant et al. (MERCHANT et al., 2014) conduziram uma meta-análise que demonstrou que a instrução baseada em RV pode melhorar significativamente os resultados de aprendizagem em comparação com métodos

tradicionais. A imersão e a interatividade proporcionadas pela RV podem tornar o aprendizado mais atraente e motivador, incentivando os alunos a se envolverem mais profundamente com o material.

A RV também oferece oportunidades únicas para o desenvolvimento de habilidades práticas. Em áreas como a medicina e a engenharia, os simuladores de RV permitem que os alunos pratiquem procedimentos e técnicas em um ambiente seguro e controlado. Seymour et al. (SEYMOUR et al., 2002) descobriram que o treinamento em RV pode melhorar significativamente o desempenho dos alunos em situações reais, proporcionando uma prática repetitiva sem os riscos associados a erros no mundo real.

Outro benefício importante da RV na educação é a possibilidade de personalização e adaptação do conteúdo. A RV pode ser utilizada para criar experiências de aprendizagem personalizadas que atendam às necessidades individuais dos alunos. De acordo com Rizzo e Klim (RIZZO; KIM, 2005), a RV pode ser ajustada para diferentes níveis de habilidade e estilos de aprendizagem, permitindo que cada aluno progrida no seu próprio ritmo.

No entanto, a implementação da RV na educação também apresenta desafios. Questões como o custo dos equipamentos, a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada e a formação de professores para utilizar a RV de maneira eficaz são obstáculos que precisam ser superados. Além disso, é importante garantir que as experiências de RV sejam pedagogicamente sólidas e alinhadas com os objetivos educacionais. A RV tem o potencial de transformar a educação, proporcionando experiências de aprendizagem imersivas, aumentando o engajamento dos alunos e oferecendo oportunidades para o desenvolvimento de habilidades práticas.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Estudos têm sugerido que a RV tem potencial para ser utilizada como ferramenta pedagógica e como espaço imersivo para a aprendizagem dos alunos, proporcionando um contexto autêntico onde possam visualizar situações e conceitos que não são possíveis em outras mídias e obter conhecimento mais significativo (CHEN, 2016). Em termos de pedagogia, três características sustentam a qualidade de um ambiente em RV: (1) fidelidade representacional - refere-se ao grau em que o ambiente virtual simula a realidade física em termos sensoriais (visual, auditivo e, em alguns casos, háptico), (2) interação do aluno - para transformar o aluno de um observador passivo para um participante ativo, e (3) o avatar - que constitui a construção da identidade. As aplicações na educação podem ser encontradas em geografia, ciências naturais, matemática, robótica, segurança, música, línguas, educação física e muitas outras (ROJAS-SÁNCHEZ; PALOS-SÁNCHEZ; FOLGADO-FERNÁNDEZ, 2023b).

A RV abre caminho para a criação de um ambiente de aprendizagem ativo onde as crianças com ou sem deficiência podem não só construir o seu conhecimento através da participação ativa, colaboração e exploração, mas também onde podem divertir-se enquanto aprendem, resultando num maior envolvimento e atenção dos alunos durante o processo de aprendizagem (FARAHMAND; YADAV; SPAFFORD, 2013). Através da realidade virtual, as crianças podem aceder a locais remotos de importância histórica e cultural sem terem de sair da escola ou de casa. No entanto, a maior parte das pesquisas sobre o uso da RV ainda está focada em usuários adultos. Assim, os desafios e benefícios do uso da RV por crianças revelam um campo de pesquisa interdisciplinar e ainda pouco explorado e uma ampla gama de estudos de impacto longitudinal ainda não está madura o suficiente para fornecer dados para quaisquer conclusões firmes.

Nesse contexto, foi realizada uma revisão sistemática com o objetivo de mapear o estado da arte sobre o uso da RV na educação de crianças, buscando fornecer um panorama da realidade virtual no campo da educação de crianças e indicar para quais finalidades a RV é utilizada e quais métricas têm sido utilizadas para sua avaliação. O método para responder às questões de pesquisa baseou-se no Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Reviews (PRISMA) (LIBERATI et al., 2009).

3.1 Desenho do Estudo

No desenho do estudo, foram elencadas questões de pesquisa a serem respondidas de acordo com os resultados da revisão sistemática da literatura, de caráter exploratória, sobre a aplicabilidade da RV na educação de crianças. Para atender ao objetivo central da pesquisa, limitou-se a mapear artigos que estejam relacionados ao uso da RV na educação de crianças em diferentes contextos, bem como artigos que analisem a possível influência dessas tecnologias nos resultados educacionais. As informações foram coletadas por meio de buscas em bases de dados que

incluem periódicos científicos, revistas e anais de conferências e congressos.

3.2 Questões de Pesquisa

A Tabela 1 apresenta as questões de pesquisa (QP) definidas para essa revisão sistemática da literatura.

Tabela 1: Questões de Pesquisa (QP)

QP	Questão
QP1	Com que finalidade a RV é utilizada na educação de crianças?
QP2	Para quais domínios de conhecimento a RV é usada?
QP3	Quais recursos tecnológicos são utilizados?
QP4	Quais são as principais contribuições do trabalho?
QP5	Quais estratégias metodológicas foram utilizadas?
QP6	Quais métricas foram usadas para avaliar o desempenho?

3.3 Estratégia de Busca

Uma revisão sistemática foi realizada de junho a julho de 2023 para identificar artigos de periódicos e conferências que abordassem o uso da RV na educação de crianças. Foram realizadas buscas por artigos indexados nas principais coleções, publicados nos últimos dez anos, de 2013 a 2023: ACM, IEEE, Science Direct, Scopus, Springer e Web of Science.

3.4 Critérios de Seleção

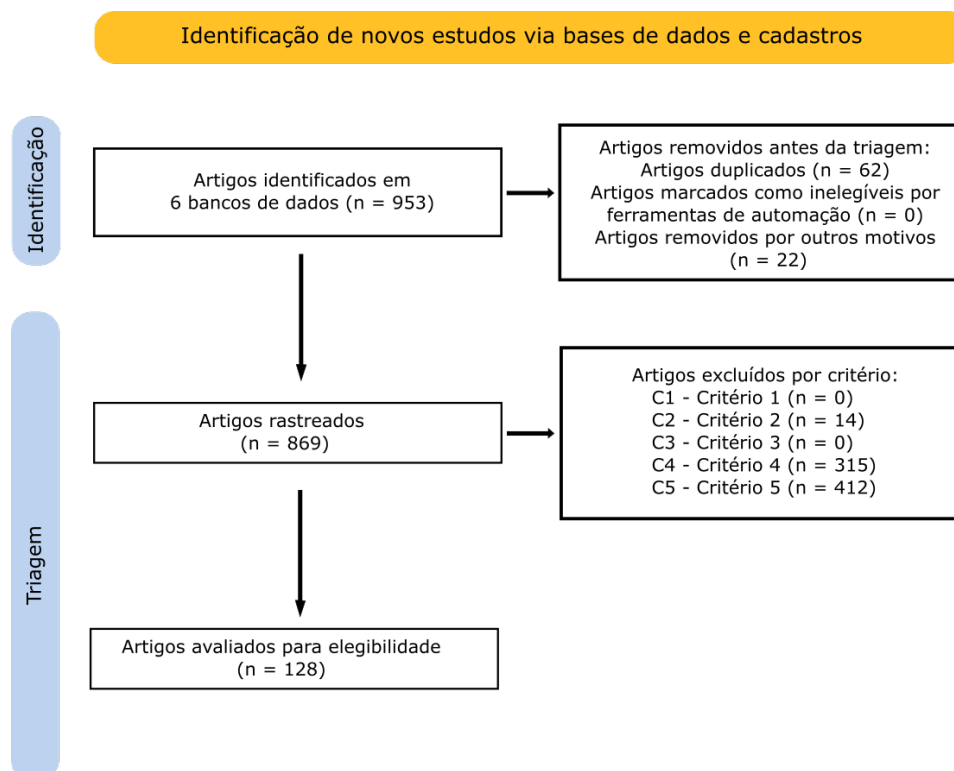
Os processos para a revisão da literatura incluíram a identificação das bases de dados de pesquisa e a definição de palavras-chave (Realidade Virtual, crianças, ensino, educação, aprendizagem e ensino fundamental), a realização de uma pesquisa bibliográfica e a seleção de artigos com base no processo de extração de determinados critérios de exclusão. A Tabela 2 apresenta uma lista de critérios utilizados para filtrar o resultado da *string* de pesquisa nesta revisão sistemática da literatura. O objetivo foi identificar artigos relevantes para a área de RV na educação de crianças, em língua inglesa, e delimitados nos últimos 10 anos, utilizando a string de busca apresentada na Tabela 3. As bases de dados selecionadas e os resultados da pesquisa aplicando a *string* de busca são apresentados na Tabela 4.

3.5 Resultados

Uma ilustração gráfica das etapas envolvidas nesta revisão sistemática da literatura é apresentada no diagrama de fluxo de trabalho PRISMA (Figura 2). Identificação, Triagem, Elegibilidade e Inclusão são as quatro fases principais do diagrama PRISMA. Essas etapas representam

Tabela 2: Critérios de exclusão

Critérios	Descrição
C1	Delimita publicações dos últimos 10 anos.
C2	Remover livros e capítulos de livros.
C3	Remover documentos que não estejam em inglês.
C4	Remover todas as publicações que não utilizam RV na Educação de crianças.
C5	Remover publicações sobre crianças com necessidades especiais

**Figura 2:** Diagrama PRISMA. Fonte: Adaptado de (MOHER et al., 2010)

o procedimento de localização e seleção dos estudos a serem incluídos na revisão sistemática. A Figura 2 também detalha quantos estudos foram selecionados, quantos foram eliminados e por que foram excluídos.

Na primeira fase, os estudos foram identificados por meio de busca por termos e palavras-chave nas bases de dados. Os resultados foram armazenados na biblioteca Mendeley Reference Manager¹ e as duplicatas foram removidas. Em seguida, os estudos foram selecionados quanto à relevância com base em seus títulos e resumos. Foi então verificado se os estudos atendiam aos critérios de inclusão. Na fase seguinte, foi realizado um estudo mais aprofundado dos documentos identificados através da leitura do texto completo para decidir se seriam incluídos na revisão. Na última fase, verificou-se se novos estudos relevantes deveriam ser incluídos na revisão.

¹ <https://www.mendeley.com/reference-management/reference-manager>

Foram encontrados 953 estudos publicados de 2013 a 2023. Esses estudos incluíram artigos de periódicos, anais de conferências e revisões. No total, foram excluídos 825 estudos, sendo 62 duplicados. Após, 128 estudos que atenderam aos critérios de elegibilidade foram incluídos na revisão (Tabela 2). Nenhum novo estudo relevante foi incluído posteriormente.

Levando em consideração os resultados acima para responder às questões de pesquisa, foi possível verificar o que se apresenta a seguir.

3.5.1 Análise bibliométrica

A análise bibliométrica é uma ferramenta essencial para compreender as tendências e o desenvolvimento de um campo de pesquisa ao longo do tempo. No caso da Realidade Virtual (RV) na educação de crianças, essa abordagem permite identificar o crescimento das publicações nesta área, os principais autores, países de origem das pesquisas e os meios de publicação mais utilizados.

3.5.1.1 Publicações por Ano

Entre janeiro 2013 e janeiro de 2023, o número de publicações sobre RV cresceu significativamente. De acordo com um estudo recente, houve um aumento constante no volume de artigos publicados, com um pico notável durante a pandemia de Covid-19, quando a necessidade de soluções educacionais remotas impulsionou a pesquisa em RV (ELAISH; YADEGARIDEH-KORDI; HO, 2024). A figura 3, com o gráfico de publicações por ano mostra esse crescimento, destacando a crescente importância da RV na pesquisa acadêmica.

3.5.1.2 Principais Autores

A análise bibliométrica também identifica os autores mais prolíficos e influentes na área de RV. Na figura 4 temos esta informação através de um gráfico com várias publicações de alto impacto. Esses autores colaboram com instituições de renome, ampliando o alcance e a influência de suas pesquisas.

3.5.1.3 Distribuição Geográfica das Pesquisas

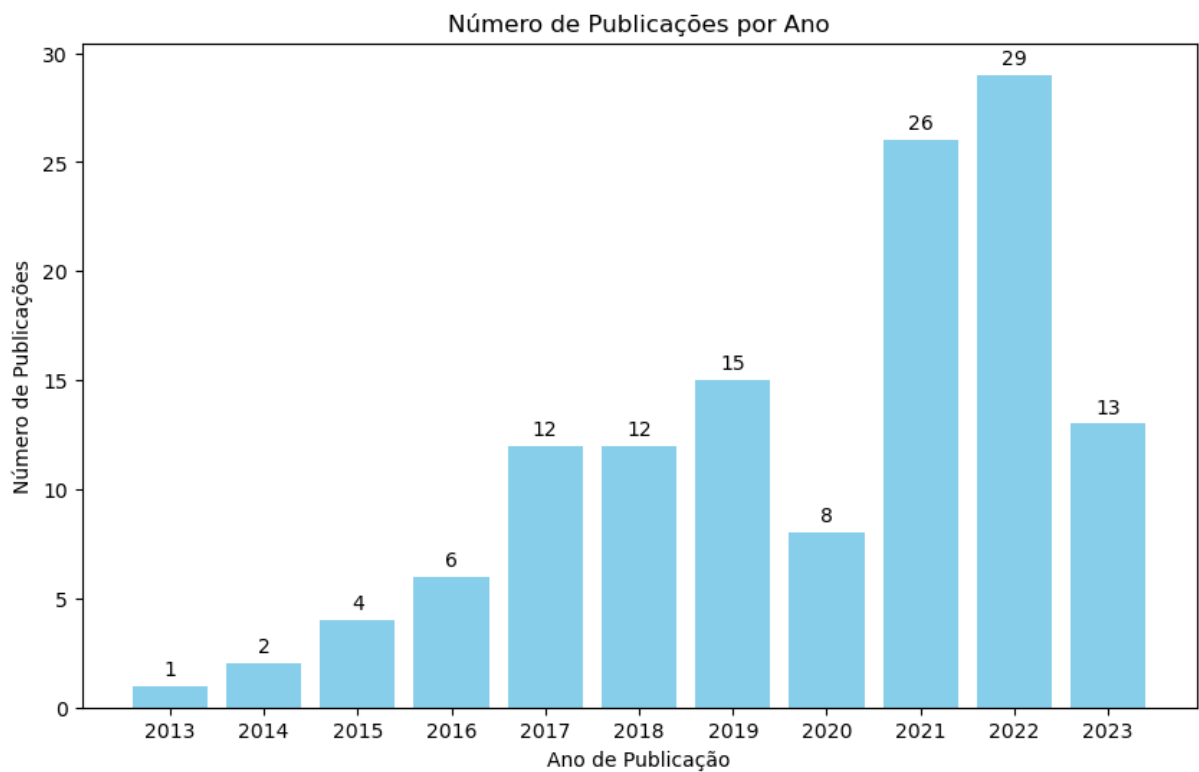
A distribuição geográfica das pesquisas em RV na educação de crianças revela que países como Estados Unidos, China e Alemanha estão entre os mais produtivos em termos de publicações. Na figura 5 comprova que esses países têm investido significativamente em tecnologia na educação, o que se reflete no volume e na qualidade das pesquisas publicadas.

Tabela 3: String de busca

String de Pesquisa
(“virtual reality” OR “vr”) AND
(“children”) AND
(“teaching” OR “education” OR “learning” OR “elementary school”)

Tabela 4: Resultados

Bancos de dados	Recuperações	Aceitos
ACM	126	24
IEEE	118	21
ScienceDirect	123	6
Scopus	225	52
Springer	56	1
Web of Science	237	25
Total	953	128

**Figura 3:** Publicações por ano. Fonte: Elaborada pelo autor.

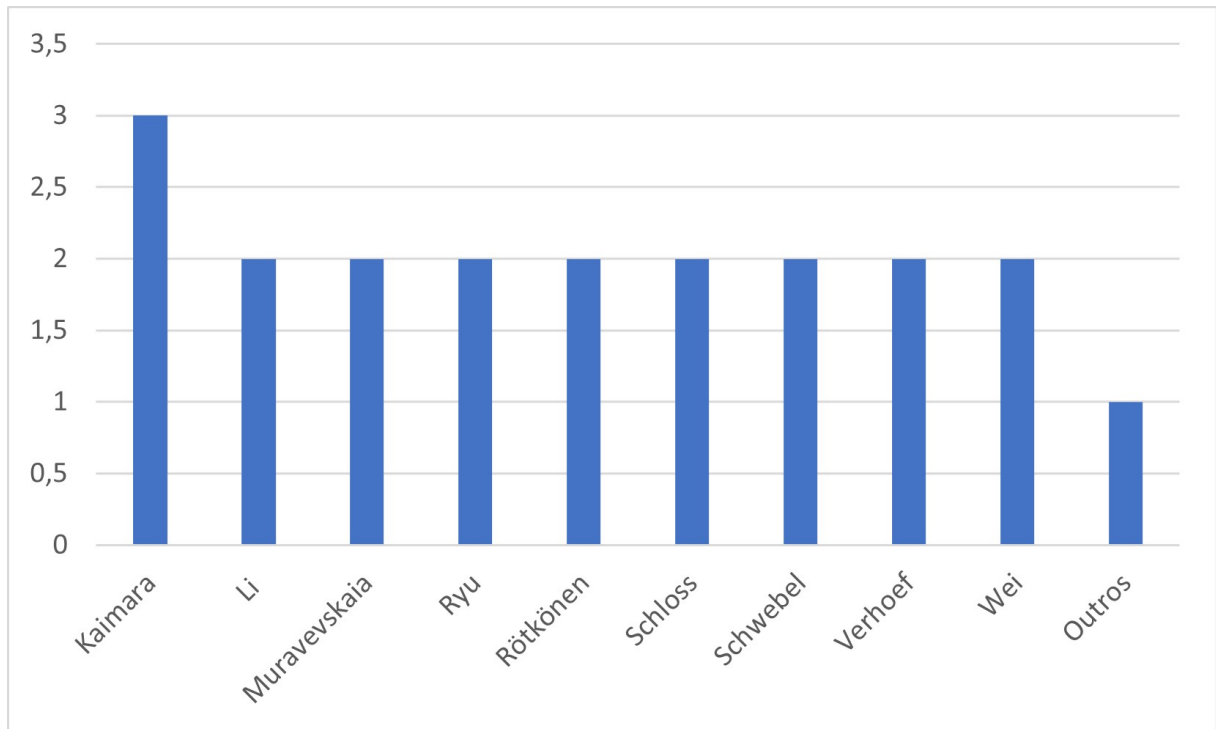


Figura 4: Publicações por autores. Fonte: Elaborada pelo autor.

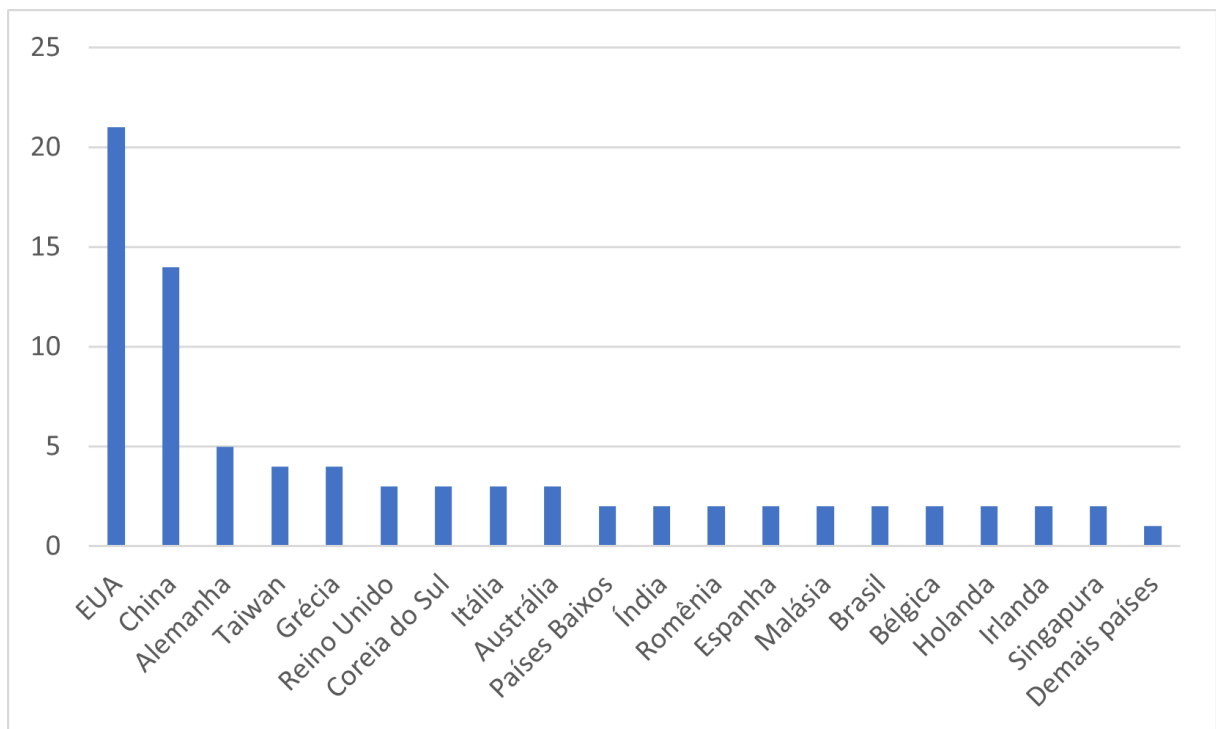


Figura 5: Publicações por países. Fonte: Elaborada pelo autor.

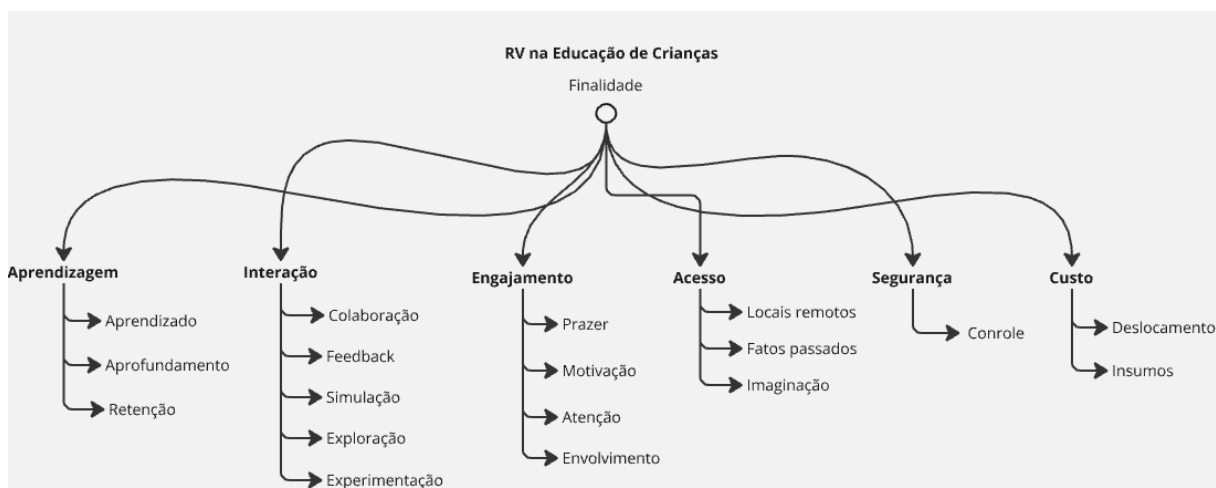


Figura 6: Finalidade do uso de RV na educação de crianças. Fonte: Elaborada pelo autor.

3.5.2 Finalidade (QP1)

A questão de pesquisa 1 (QP1) teve como objetivo investigar com que finalidade a RV foi utilizada na educação de crianças. Conforme ilustrado na Figura 6, as diferentes finalidades foram organizadas nas seguintes categorias: Aprendizagem, Interação, Engajamento, Acesso, Segurança e Custo.

Na categoria Aprendizagem, foi identificado o uso de RV como a apoio a aprendizagem propriamente dita, mas também para o aprofundamento de conhecimentos e para a retenção de conhecimentos a longo prazo. Quanto a interação, que é uma das características fortes dos ambientes de RV, foi identificado o uso da RV com o objetivo de proporcionar colaboração, feedback, simulação, exploração e experimentação. Já na categoria engajamento, foram identificados muitos trabalhos cujo o objetivo do usa da RV está associado a intenção de proporcionar prazer, motivação, garantir atenção e o envolvimento das crianças. Na categoria acesso, foram identificado ambientes de RV utilizados com a finalidade de permitir visitas virtuais a locais remotos, vivências de fatos do passado e auxílio na imaginação das crianças. Na categoria segurança temos o uso da RV com a finalidade de proporcionar segurança, já que permite e vivência em ambiente controlado. Finalmente, na categoria custo, a RV foi usada para redução de custos com deslocamento em saídas de campo e redução de insumos nos experimentos que precisam ser repetidos diversas vezes pelos estudantes.

3.5.3 Domínio de conhecimento (QP2)

Nesta revisão sistemática, a partir dos 128 trabalhos selecionados, foram identificados 24 diferentes domínios do conhecimento (Figura 7) nos quais a realidade virtual foi utilizada para a educação de crianças. Esses domínios são apresentados com base na proposição de quatro categorias principais: ensino curricular (53 artigos) - estudos que representam como a RV pode

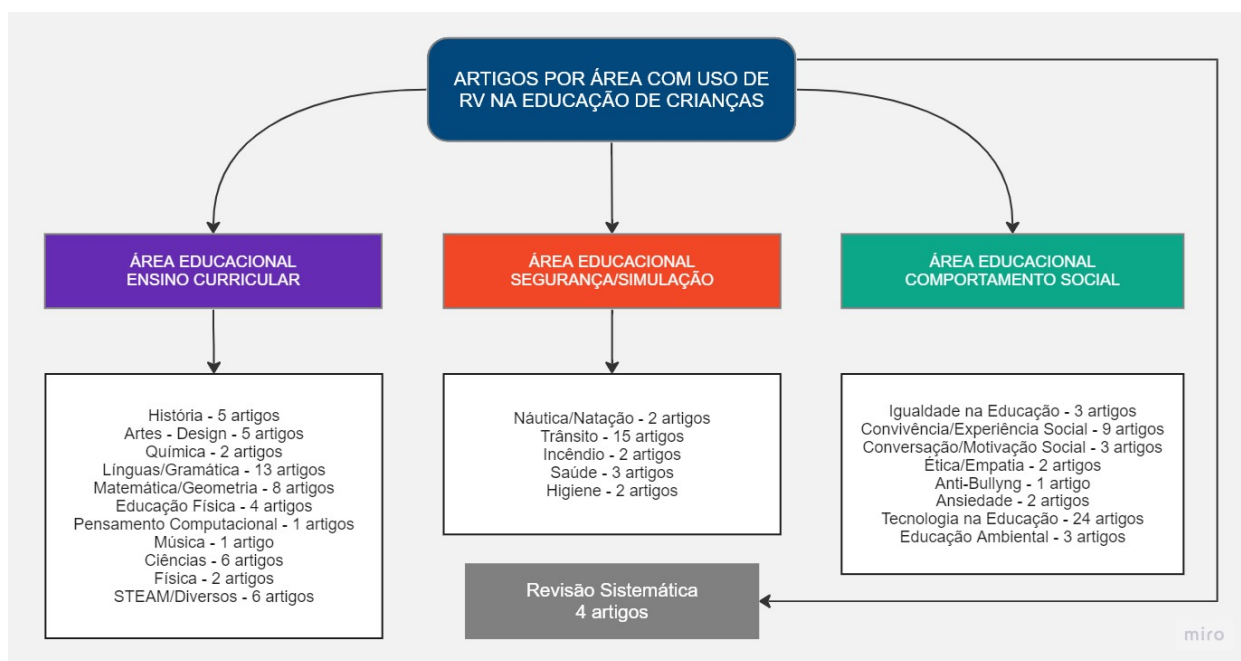


Figura 7: Domínios de conhecimento. Fonte: Elaborada pelo autor.

ser integrada e aplicada diretamente nos currículos educacionais; segurança/simulação (24 artigos) - estudos sobre as aplicações de RV em ambientes de treinamento e simulação, com foco na segurança; comportamento social (47 artigos) - Estudos que exploram a interação social em ambientes virtuais, na comunicação, colaboração e aprendizagem em grupo, bem como questões éticas e sociais; e revisões sistemática (4 artigos) - Estudos com a visão geral e abrangente do conhecimento existente sobre tópicos específicos relacionados à RV na educação. Os artigos por categoria são apresentados na Tabela ??.

3.5.3.1 Ensino curricular

Conforme ilustrado na Figura 7, na categoria ensino curricular foram identificados 53 trabalhos aplicando RV no ensino, sendo as áreas de conhecimento: História (5), Artes de Design (5), Química (2), Línguas (13), Matemática (8), Educação Física (4), Pensamento Computacional (1), Música (1), Ciências (6), Física (2) e STEAM (6). A seguir, alguns desses trabalhos serão brevemente apresentados.

GKOUMAS; IZZOUZI (2023) investigou os benefícios do uso da RV na educação básica, permitindo que os estudantes conhecessem locais como o sítio arqueológico romano Augusta Emerita e o sistema solar e, assim, desenvolvessem capacidades de resolução de problemas, compreendessem conceitos complexos de física/ciência e até aprendessem uma língua estrangeira. LAHOVSKY et al. (2023) segue a mesma linha, trazendo pesquisas em três aplicações cujo objetivo principal não é o entretenimento, mas sim educar e incentivar a exploração científica em crianças.

DREAMSON; PARK (2023) argumenta que a aprendizagem baseada no metaverso se refere a uma nova realidade na educação em que os alunos usam a criatividade por meio de ferramentas que fazem comparações entre a existência da realidade versus o metaverso. LI (2021) explorou a eficácia de estruturas linguísticas e dicas textuais, desempenho de aprendizagem e carga cognitiva em um ambiente de RV. Em relação ao foco na aprendizagem, temos a pesquisa de KHEMCHANDANI et al. (2023) que busca desenvolver ambientes de RV para demonstrar como as crianças se comportam em tarefas de busca de atenção.

Em busca de informações na área do esporte, DEWE et al. (2022) tenta descobrir como o movimento ou a forma do corpo virtual pode influenciar os sentimentos de controle corporal das crianças ou a sensação que elas têm com vistas ao seu desenvolvimento. AMPRASI et al. (2022), estava analisando o impacto de duas intervenções educacionais, um programa baseado em jogos denominado RV imersiva total e um programa de treinamento típico, em atenção seletiva (AS) para crianças de 8 a 10 anos.

Nas componentes do ensino de história, artes e cultura, GARCÍA-MARTÍN; ORTEGA-MOHEDANO (2021) apresentam uma contribuição original ao complexo campo dos estudos públicos em museus, na perspectiva da comunicação e da educação. LUIGINI et al. (2020) escreve sobre uma jornada educativa em RV, com relativa experimentação em patrimônio cultural centrada na produção de pão típico de Val Pusteria e na vida rural ao seu redor. Misturando línguas e história, CHIU (2017) apresenta um jogo de RV desenvolvido para que alunos do ensino fundamental aprendam sobre as tribos indígenas de Taiwan. Nas artes, CHU (2022) acredita que a tecnologia de RV pode quebrar as restrições de tempo e espaço, restaurando a história da cultura tradicional e fornecendo imagens vívidas para as crianças compreenderem a cultura e a arte tradicional do seu próprio país. BOLIER et al. (2018) oferece etapas iniciais para obter uma melhor compreensão dos benefícios e obstáculos que o desenho em RV traz quando introduzido nas escolas primárias.

Em áreas exatas como matemática e geometria, ARENDTTORP et al. (2022) propõe um estudo preliminar de como transformar espectadores passivos em parte integrante de uma experiência de realidade virtual usando design de jogo assimétrico. BELTER; LUKOSCH (2022) destaca a adequação dos jogos de RV para uso em um ambiente educacional formal e seu potencial para enriquecer as abordagens existentes de aprendizagem baseada em jogos em matemática. No caso do NOVITA et al. (2022), foram buscadas evidências de que avaliações matemáticas baseadas em tecnologia usando realidade virtual e tablets são mais preferidas por crianças do ensino fundamental do que avaliações convencionais usando papel e lápis (PAPI). ROUSSOU; SLATER (2020), desenvolveu pesquisa focada em uma aplicação de RV para simular um playground, no qual as crianças realizariam tarefas que exigiam a resolução de problemas de frações aritméticas. RODRÍGUEZ; MORGA; CANGAS-MOLDES (2019) apresenta as possibilidades de utilização do novo software de realidade virtual, “NeoTrie VR” para o ensino de geometria, juntamente com LEI et al. (2018), que apresenta um estudo exploratório da aplicação da VR na educação de crianças.

Na área de ciências naturais como química, física e biologia temos MOGRA; GUO (2022) com pesquisas propondo um sistema que suporta o uso combinado de tecnologias Web3D e WebXR para incluir elementos de realidade virtual e realidade aumentada (RA) e, assim, aumentar a conscientização sobre a reciclagem de plástico. MODIBANE et al. (2021) apresenta uma aplicação de RV no conceito de inércia, utilizando diversas técnicas como a visualização 3D em computação gráfica. Em linha com os jogos sérios, CAO et al. (2021) usa a interação em sua pesquisa para criar um jogo de RV para experimentos práticos de laboratório na disciplina de ciências em escolas primárias. Preocupada com o interesse dos estudos de física, DAMEKOVA et al. (2021) desenvolve sua pesquisa com um laboratório 3D para crianças e examina o desempenho dos alunos por meio de projetos de física por meio deste laboratório. Da mesma forma, BOGUSEVSCHI; MUNTEAN (2019) busca desenvolver um aplicativo que contenha realidade virtual imersiva 3D baseada em computador e um laboratório de simulação experimental. Em estudo de realidade virtual com alunos do ensino fundamental, van Limpt - Broers; LOUWERSE; POSTMA (2020) investiga a interação de experiências imersivas que despertam admiração, disposição e compaixão na aprendizagem com ganhos de habilidade em conservação da natureza. ZHANG et al. (2019)) explora a experiência de locomoção em RV através de dimensões objetivas e subjetivas, projetando um experimento onde os sujeitos completam a tarefa de mover seu corpo e tocar animais subaquáticos. KARKAR et al. (2018) propõe um sistema imersivo de RV que permite às crianças prepararem o seu pequeno-almoço por meio da interação direta com os alimentos. IQUIRA BECERRA et al. (2018) promove pesquisas que oferecem o desenvolvimento de um aplicativo baseado em RV para o ensino de zoologia.

Na educação musical também temos estudos voltados para a aprendizagem. LU et al. (2022) está desenvolvendo pesquisas para a criação de uma ferramenta inovadora que ensina teoria musical introdutória para crianças em idade pré-escolar por meio da RV. MICHAÏKO et al. (2022) usa realidade virtual e tecnologias vestíveis inteligentes no treinamento instrumental inicial, avaliando a usabilidade por meio das atitudes dos usuários em relação ao design do projeto. Da mesma forma, SERAFIN et al. (2017) seguiu com a proposta de que a realidade virtual pode oferecer às crianças uma abordagem alternativa para a aquisição de habilidades musicais. WANG (2021) em pesquisas mais avançadas, conclui a viabilidade e importância de introduzir a tecnologia RV nas atuais salas de aula de educação musical e explorar o desenvolvimento da educação de inteligência múltipla.

A seguir são apresentadas algumas propostas de componentes curriculares inéditos na educação, como robótica, pensamento computacional e STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). ZHAO (2022) pesquisa uma proposta onde a realidade virtual é introduzida na aplicação de demonstração na educação pré-escolar. ARAIZA-ALBA et al. (2021a) desenvolveu uma ferramenta chamada URA, útil para ensinar e praticar habilidades de resolução de problemas de raciocínio lógico. HSIAO; SU (2021), em seu estudo pretendia integrar o conceito de sustentabilidade na educação STEAM auxiliada pelo sistema de RV. SHARAF; AHMED; IHAB (2020) propõe uma nova forma de ensinar programação para crianças usando RV.

PELTEKOVA; STEFANOVA; NIKOLOVA (2019) apresenta evidências de que a abordagem de aprendizagem baseada em investigação combinada com ferramentas tradicionais (mapas estelares de papel) e tecnologias de informação usando óculos de realidade virtual, quadro branco interativo, plataforma de aprendizagem on-line baseada em investigação), poderia ajudar os educadores a aumentar o interesse dos alunos pelas STEM e a melhorar adequadamente os seus resultados. Finalmente, destaca-se o trabalho de PERINI et al. (2016), que apresenta um sistema robótico inovador e extremamente acessível através do qual crianças em idade escolar de qualquer lugar podem acessar a Internet e competir com vários robôs.

3.5.3.2 Simulação e segurança

Existem muitas pesquisas que propõem simulações de RV relacionadas à segurança, saúde e higiene. Nessa revisão foram identificados aplicações na área náutica (2), trânsito (15), incêndio (2) , saúde (3) e higiene (2). A seguir, alguns desses trabalhos serão resumidamente apresentados.

LEE et al. (2022) avaliou um programa para prevenir lesões causadas por bicicletas usando RV, avaliando seu efeito na conscientização sobre fatores ambientais e na atitude em relação ao uso do capacete. KHAN et al. (2021) propôs um treinamento 3D realista onde as crianças são educadas e envolvidas em exercícios de segurança no trânsito. FENG et al. (2020) explora o potencial do uso da RV na realização de treinamentos sobre segurança de pedestres para crianças, projetando e implementando uma intervenção de treinamento baseada em RV em três escolas primárias na China. SZCZUROWSKI; SMITH (2018) descreve o processo de concepção e desenvolvimento de um sistema de aprendizagem computacional que tenta abordar as habilidades psicomotoras envolvidas na travessia segura de uma estrada, mudando as atitudes dos alunos em relação às melhores práticas de segurança no trânsito e permitindo a prática independente de habilidades. MORRONGIELLO et al. (2018) tenta comprovar que os acidentes de trânsito com pedestres são uma das principais causas de mortalidade de crianças. O projeto é um ensaio piloto randomizado e controlado que testa a eficácia de um programa de treinamento para ensinar onde e como atravessar com segurança.

Na área de higiene e saúde, YAHAYA; ABDUL MUTALIB; ABDUL SALAM (2022) estuda a identificação de doenças cibernéticas e diretrizes de redução em aplicações de RV/RVI para crianças. GENARO et al. (2021) avalia a eficácia da RV na educação sobre higiene bucal e SHIMADA et al. (2017) avalia um novo sistema de treinamento em RV para lavagem das mãos para crianças da pré-escola e do ensino fundamental. Na preparação de crianças para procedimentos médicos, temos RYU et al. (2022)) que avalia se a educação imersiva em realidade virtual como uma etapa antes do procedimento de punção venosa em crianças poderia reduzir a dor e a ansiedade. RYU et al. (2021a) também colaborou, no mesmo contexto dos anteriores, avaliando se a educação em realidade virtual para pacientes pediátricos antes da radiografia de tórax poderia reduzir a ansiedade e angústia em crianças e melhorar o processo radiográfico.

3.5.3.3 Comportamento social

Na área comportamental temos uma série de pesquisas envolvendo resultados com uso de realidade virtual. Nessa revisão foram identificados trabalhos relacionados a igualdade (3), convivência (9), sociabilidade (3), ética (2), bullying (1), ansiedade (2), tecnologias na educação comportamental (24) e educação ambiental (3). A seguir, são apresentados brevemente alguns desses trabalhos.

WANG et al. (2023) propõe pesquisas com crianças em idade pré-escolar para serem mais proativas socialmente, por meio de uma série de simulações relacionadas aos cenários do dia a dia das crianças. IVANOV (2022) promove uma experiência em um complexo ambiente educacional anti-bullying baseado em RV. MURAVEVSKAIA (2017) discute aplicações da abordagem de aprendizagem Social Construtivista no design de jogos de RV para promover a empatia em crianças. SÜLTER; KETELAAR; LANGE (2022) está desenvolvendo pesquisas focadas no software SpeakApp-Kids!, uma ferramenta promissora que está sendo desenvolvida com potencial para servir como ferramenta educacional para a prática de redução da ansiedade de falar em público. TARNG; PAN; OU (2022) investiga a eficácia da RV no treinamento da atenção de alunos do ensino fundamental. VERHOEF et al. (2022) examina sua avaliação baseada em RV e, por meio das respostas das crianças, elas podem prever com mais eficácia comportamentos agressivos na vida real em comparação com uma avaliação padrão.

De acordo com SCHLOSS; O. BAILEY; TRIPATHI (2021), a tecnologia imersiva, como a realidade virtual, tornou-se mais integrada na vida das crianças, transformando a forma como vivenciam a educação, o tratamento médico e o entretenimento. SOUTHGATE et al. (2019) procura relatar as principais questões que surgiram ao incorporar a RVI na aprendizagem de TIC e ciências, em escolas secundárias de baixa renda.

3.5.3.4 Revisões sistemáticas

Foram identificadas quatro revisões sistemáticas sobre o uso de RV na educação de crianças. VAN MECHELEN et al. (2023) fez uma revisão sistemática de mapeamento sobre como as tecnologias emergentes foram introduzidas e ensinadas em vários ambientes de ensino K-12(fundamental), particularmente no que diz respeito à inteligência artificial, aprendizado de máquina, internet das coisas, realidade aumentada e realidade virtual. VILLENA-TARANILLA et al. (2022) procurou quantificar a eficácia da tecnologia de RV na educação K-6 em termos de desempenho acadêmico. Além disso, buscou perceber uma visão global da eficácia desta tecnologia através do seu estudo que visa obter uma compreensão mais profunda das características da realidade virtual que tiveram um impacto mais poderoso nos processos de aprendizagem e em quais contextos. RIMU et al. (2021) propõe uma abordagem de sistemas seguros baseada em dados para desenvolver contramedidas de segurança para áreas próximas a escolas de ensino fundamental que atendem populações desfavorecidas. Já SANTOS NUNES et al. (2019)

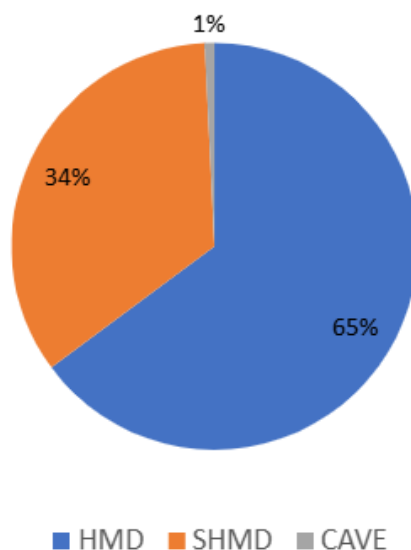


Figura 8: Recursos tecnológicos. Fonte: Elaborada pelo autor.

apresenta os resultados de uma revisão sistemática sobre estratégias de interação e imersão aplicadas em ambientes virtuais baseados em games ou realidade virtual propostas para crianças e adolescentes no contexto do tratamento de doenças crônicas como o diabetes.

3.5.4 Recursos tecnológicos (QP3)

A implementação da RV na educação de crianças envolve a utilização de recursos tecnológicos para criar experiências imersivas e educativas. O dispositivo mais utilizado nos estudos identificados por esta revisão sistemática foi o Head-Mounted Display (HMD).

Ao optar por não usar HMDs independentes, muitos usaram modelos baseados em smartphones (SHMD). Conforme ilustrado na Figura 8, 83 (65%) trabalhos usaram HMDs independentes, 44 (34%) utilizavam dispositivos de RV baseados em smartphone (SHMD) e apenas um estudo mencionou o uso do Cave - Automatic Virtual Environment. Uma CAVE é um espaço de realidade virtual em que cada uma das superfícies – paredes, piso e teto – pode ser usada como telas de projeção para criar um ambiente virtual imersivo.

A Figura 9 apresenta a quantidade de utilização dos diferentes HMDs indicados nos trabalhos. Como pode ser observado, a maioria dos trabalhos não detalha qual HMD especificamente foi usado. Entre os 35 citados, o HTC Vive e o Oculus Rift foram os mais utilizados, seguidos pelo Cardboard Google e o Meta Quest 2.

A tecnologia dos HMDs está em constante evolução e novos modelos são lançados regularmente, trazendo melhorias na resolução, rastreamento de movimento, interação e outros recursos. A diversidade de modelos permite que a ciência acompanhe e utilize as inovações mais recentes para melhorar a eficácia das aplicações de RV. Os HMDs variam em termos de preço e acessibilidade. Ter um leque de opções permite que instituições com diferentes orçamen-

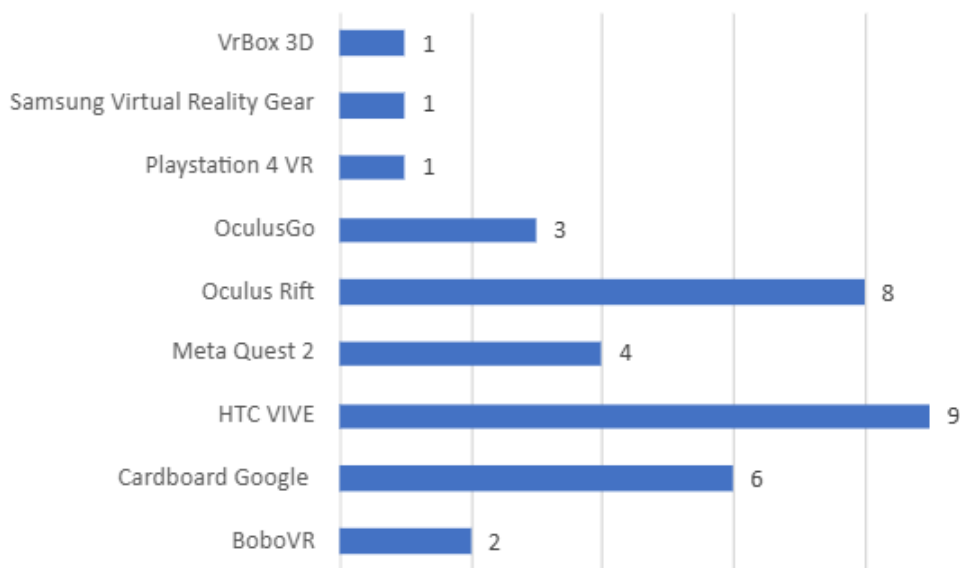


Figura 9: HMDs utilizados. Fonte: Elaborada pelo autor.

tos escolham dispositivos que atendam às suas necessidades sem comprometer a qualidade. A disponibilidade de múltiplos modelos incentiva a experimentação e a inovação. Os pesquisadores podem explorar novas formas de interação, experiências imersivas e usos criativos desses dispositivos, contribuindo para o avanço contínuo da ciência.

Em última análise, a diversidade de HMDs é crucial para impulsionar a investigação e o desenvolvimento em realidade virtual, permitindo aos cientistas explorar novas fronteiras, otimizar as aplicações existentes e promover a adoção destas tecnologias na educação de crianças.

Além dos dispositivos de hardware, alguns trabalhos mencionam os softwares utilizados no desenvolvimento das experiências virtuais. Como pode ser observado na Figura 10, das 20 indicações a Unity 3D foi o software mais citado.

Em muitos casos, para que a imersão fosse eficaz, foram utilizados dispositivos de entrada específicos, como joysticks ou controladores de movimento, que permitem às crianças interagir com o ambiente virtual. Alguns artigos utilizaram em seus estudos sensores de movimento que rastreiam o movimento corporal, permitindo uma interação mais natural no ambiente virtual. Estes sensores podem ser integrados em óculos ou dispositivos adicionais.

O uso de computadores com hardware reforçado para executar aplicativos e softwares de realidade virtual também é mencionado em diversos artigos. A Figura 11 apresenta a quantidade dos diferentes dispositivos citados em 50 trabalhos, sendo que a maioria (25) indicou o uso de computador especialmente configurado para RV.

3.5.5 Principais contribuições (QP4)

As pesquisas em RV na educação de crianças trazem inovações e melhorias ao processo educacional. Algumas das principais contribuições incluem o envolvimento e a motivação, onde

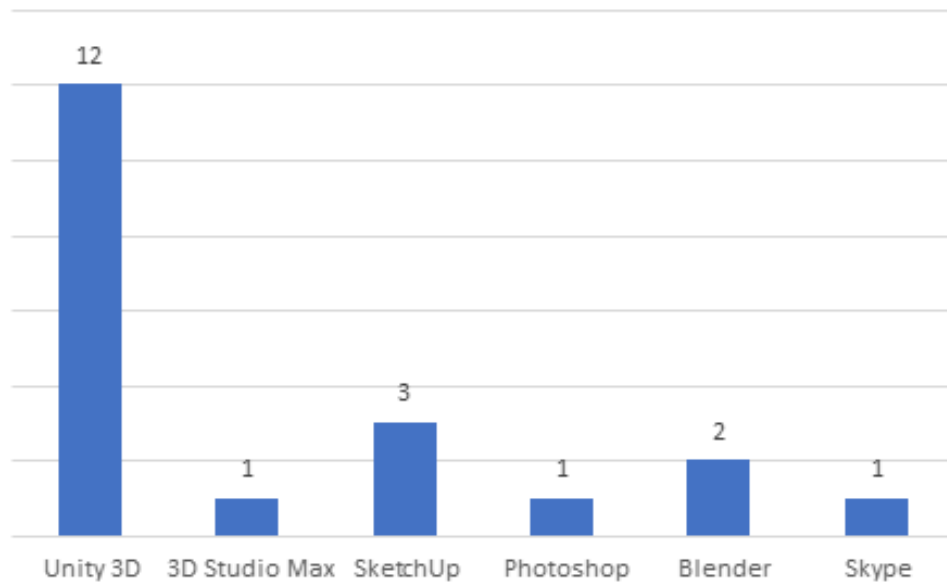


Figura 10: Software usados. Fonte: Elaborada pelo autor.

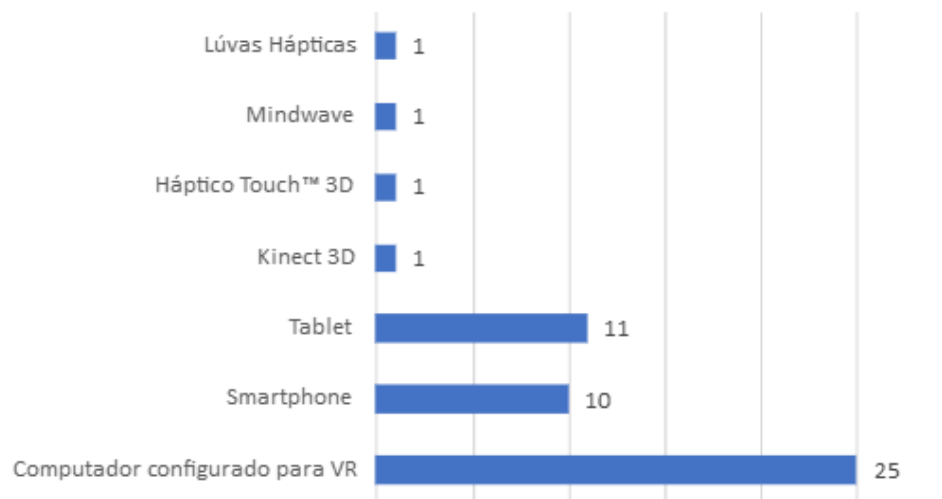


Figura 11: Hardware utilizado. Fonte: Elaborada pelo autor.

a RV demonstrou aumentar significativamente o envolvimento e a motivação das crianças no processo de aprendizagem. Ambientes virtuais interativos e experiências imersivas tornam a educação mais envolvente e divertida. A RV oferece novos rumos na educação com oportunidades dinâmicas de aprendizagem, permitindo que as crianças explorem conceitos de uma forma tangível e visual. Os ambientes virtuais permitem a exploração de conceitos abstratos de forma concreta, e isto é especialmente valioso em diversas componentes curriculares.

Lahovsky (LAHOVSKY et al., 2023), deu uma contribuição em suas aplicações desenvolvidas como um excelente complemento ao observatório, pois permite que os alunos se divirtam e aprendam sobre o Sistema Solar de forma interativa enquanto esperam na fila para observar as estrelas através do telescópio. Segundo MICHAİKO et al. (2022), em sua pesquisa, as aplicações de RV têm potencial para melhorar a qualidade geral do treinamento musical, abordando o desenvolvimento físico, cognitivo, social e emocional das crianças, ampliando o processo de aquisição de habilidades do aluno.

AMPRASI et al. (2022) contribuiu com uma RV imersiva oferecendo benefícios para o aprendizado na área de educação física, permitindo uma abordagem direta da sensação de objetos e eventos que estão fisicamente fora do nosso alcance. Na sua investigação, apoia a formação num ambiente seguro, evitando potenciais perigos reais, sem perder o envolvimento e a motivação dos alunos, ao mesmo tempo que alarga o leque de aprendizagem.

GARCÍA-MARTÍN; ORTEGA-MOHEDANO (2021), em sua pesquisa focada em história e museus, disse que os recursos digitais somados à visita educativa regular do museu enriqueceram o processo de construção do conhecimento pelos visitantes, e as visitas interativas mostram o grande interesse dos visitantes em utilizar os recursos digitais em situações de ensino: tornando o processo mais atrativo e facilitando a aprendizagem.

Além disso, através dos simuladores em RV é possível a realização de treinamentos práticos e realistas. Isto é valioso em áreas como segurança e saúde, permitindo que as crianças pratiquem habilidades e procedimentos com segurança. AN; SHIN (2023) comprovou os efeitos dos programas de educação sobre segurança no trânsito usando RV nas percepções e atitudes de segurança das crianças. LEE et al. (2022) usou RV para prevenção de lesões causadas por bicicletas em crianças e adolescentes e indicou que as atitudes dos participantes em relação ao uso de capacetes de bicicleta e sua percepção de um ambiente seguro melhoraram significativamente.

No contexto da saúde e higiene, GENARO et al. (2021) afirma que o uso da RV para instruções de higiene oral é eficaz e tem um impacto positivo. No caso da pesquisa, a maioria dos participantes aumentou a frequência de escovação, uso do fio dental e escovação da língua. RYU et al. (2022) traz uma colaboração muito importante para a saúde de crianças, proporcionando em suas pesquisas a educação de um pré-procedimento em RV, reduzindo significativamente a dor e a ansiedade das crianças, diminuindo a dificuldade processual para os profissionais de saúde durante o procedimento de punção venosa.

No caso dos comportamentos sociais, ambientes virtuais podem ser projetados para pro-

mover o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, comunicação e empatia. Muitos estudos de simulação interativa forneceram contextos realistas para a prática dessas habilidades. Muitas ferramentas apresentadas na permitem a aprendizagem colaborativa, mesmo à distância. As crianças puderam interagir, colaborar em projetos e compartilhar experiências em ambientes virtuais. Além disso, alguns sistemas de RV ofereciam avaliações instantâneas e feedback personalizado, adaptando-se ao ritmo de aprendizagem de cada criança e oferecendo orientações específicas para melhorar o desempenho. Para ajudar na igualdade social no ensino, WANG et al. (2023) contribui afirmando que a educação em habilidades sociais assistida por RV tem um claro potencial para ser distribuída a escolas e populações em regiões desfavorecidas. A educação de competências sociais em RV com crianças foi substancialmente mais eficaz na melhoria da competência e do sentido subjetivo de apoio social do que na sala de aula tradicional. Em termos de domínios de competência social, a motivação social, a inferência social, o conhecimento social e as competências de conversação verbal aumentaram significativamente.

Na batalha contra o *Bullying*, IVANOV (2022) inovou ao fornecer aos professores e psicólogos escolares mais uma ferramenta para combater a epidemia de *bullying*, otimizando a experiência do usuário na educação anti-bullying baseada em RV.

Para deduzir a ansiedade de falar em público, SÜLTER; KETELAAR; LANGE (2022) desenvolveu uma aplicação em RV chamada SpeakApp-Kids! Em questões de concentração e atenção, TARNG; PAN; OU (2022) descobre em sua pesquisa que os grupos alcançaram progressos significativos após o treinamento com o aplicativo RV.

O uso da RV na educação expõe as crianças a tecnologias inovadoras, contribuindo para o desenvolvimento de competências digitais e familiaridade com ferramentas tecnológicas. Estas contribuições destacam o potencial transformador da RV na educação de crianças, proporcionando uma abordagem de aprendizagem mais envolvente, personalizada e eficaz. Muitos resultados afirmam que à medida que a tecnologia continua a evoluir, espera-se que novas descobertas e inovações ampliem ainda mais os benefícios do uso da RV na educação de crianças.

3.5.6 Estratégias metodológicas (QP5)

As estratégias metodológicas dependeram dos objetivos específicos, das questões de pesquisa e do contexto de cada pesquisa em que a tecnologia de RV foi aplicada. Em alguns artigos foi combinada mais de uma estratégia, proporcionando uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos efeitos da RV na educação de crianças.

As estratégias metodológicas utilizadas nos trabalhos, cujas quantidades são apresentadas na Figura 12, foram:

- **Desenvolvimento de aplicações:** trabalhos cujo a metodologia envolveu o desenvolvimento de ambientes de RV específicos para a educação de crianças. Neste caso, o foco está na criação de ambientes virtuais educacionais específicos para apoio no processo de aprendizagem. A participação de crianças e educadores no processo de concepção desses

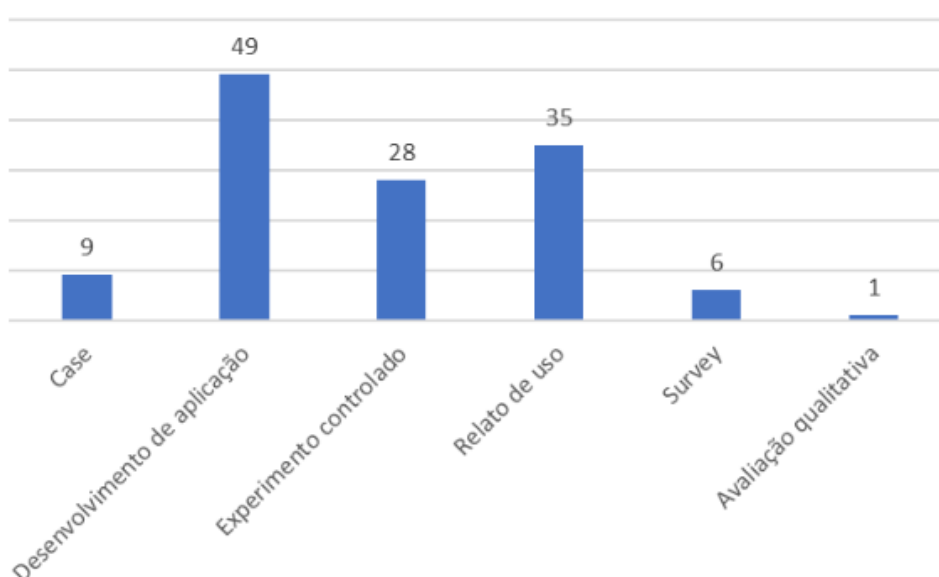


Figura 12: Estratégias metodológicas utilizadas. Fonte: Elaborada pelo autor.

ambientes virtuais garantiu soluções adequadas às reais necessidades dos utilizadores.

- **Relatos de uso:** nesse grupo, a prioridade foi compartilhar como se deu o uso prático da RV na educação de crianças. Os artigos com essa estratégia focaram nas experiências de professores e alunos que participaram de programas ou atividades envolvendo RV.
- **Experimentos controlados:** estudos com o objetivo de avaliar o impacto da RV em variáveis específicas, como desempenho acadêmico, engajamento, motivação ou desenvolvimento de habilidades, envolvendo comparações entre grupos experimentais e de controle.
- **Estudos de Caso:** consistem na realização de estudos detalhados sobre o uso de ambientes de RV na educação de crianças, envolvendo sua implementação em sala de aula e observação dos resultados.
- **Revisões sistemáticas:** trabalho cujo objetivo objetivo foi a realização de pesquisas para obter uma visão abrangente do uso da RV na educação de crianças.
- **Avaliação qualitativa:** realização de avaliações qualitativas para explorar a percepção subjetiva das crianças em relação à RV, através de entrevistas e grupos focais para capturar experiências individuais e percepções mais profundas.

3.5.7 Métricas utilizadas para avaliação (QP6)

Nas métricas relacionadas ao **engajamento**, encontramos taxas de participação e interação das crianças com o ambiente virtual, durações médias de uso da RV pelas crianças e níveis de atenção durante atividades em ambientes virtuais, como demonstrado por WANG et al. (2023).

Em termos de **motivação**, encontramos avaliações do interesse e entusiasmo demonstrados pelas crianças quando utilizam a RV e, em muitos casos, avaliações de mudanças na motivação intrínseca em relação à aprendizagem conforme GKOUMAS; IZZOUZI (2023).

Outra métrica muito importante foi em relação ao **desempenho acadêmico**, por meio de avaliações do desempenho das crianças após utilização de ambientes virtuais. A comparação dos resultados dos testes e avaliações entre os grupos que usaram RV e os grupos controle foi frequentemente medida por (MA; FU; YANG, 2023). Em muitos casos, houve **aprendizagem** de habilidades específicas, por meio de medidas de ganho de conhecimento ou de habilidades específicas relacionadas ao conteúdo educacional apresentado em RV, conforme (SOUTH-GATE, 2023).

As análises sobre **colaboração e interação** social como métricas também foram importantes, pois mediram a colaboração entre crianças em ambientes virtuais com grandes observações da qualidade das interações sociais e das habilidades de trabalho em equipe, presentes no estudo de (SHOSHANI, 2022). Com as pesquisas focadas na RV na educação de crianças, as métricas de **imersão e presença** também foram importantes. Avaliações do grau de imersão percebido pelas crianças e mensuração da sensação de presença no ambiente virtual foram fundamentais para melhorias e sugestões para pesquisas futuras. Portanto, em muitos casos, foram sugeridos feedbacks e avaliações contínuas, coletando feedback das crianças sobre a experiência em ambientes virtuais, sempre avaliando a eficácia do feedback fornecido pelos ambientes virtuais, como bem demonstrado no trabalho de (DREAMSON; PARK, 2023).

Já em trabalhos que utilizaram RV em contextos comportamentais ou mesmo simulações projetando situações reais, as **percepções e atitudes** foram fortemente mensuradas no trabalho de (MURAVEVSKAIA; GARDNER-MCCUNE, 2022). Entrevistas ou questionários para avaliar as percepções das crianças sobre a RV foram muito comuns e muitas vezes aconteciam para medir atitudes em relação à tecnologia e à aprendizagem utilizado por (LORUSSO et al., 2020). Assim, as métricas relativas à transferência de aprendizagem acompanharam a avaliação da capacidade das crianças de aplicar os conhecimentos adquiridos em RV em situações do mundo real.

Os **aspectos éticos e de segurança** também foram utilizados como métricas tendo em vista a preocupação com a avaliação dos aspectos éticos e das questões de segurança associadas ao uso da RV na educação de crianças (HAN et al., 2019). Todas as métricas analisadas estavam de acordo com os objetivos específicos de cada pesquisa e suas características do ambiente virtual. No geral, os trabalhos comprometeram-se a dar importância à adoção de uma abordagem holística, combinando métricas quantitativas e qualitativas para obter uma compreensão mais completa do impacto da RV na educação das crianças.

3.6 Principais Achados

A seguir são apresentados, resumidamente, os principais achados dessa revisão sistemática da literatura:

- Aumento nas publicações, especialmente durante a Covid-19;
- Nenhum pesquisador de grande destaque, sendo que o que mais publicou estudos nessa área teve três publicações;
- A maior parte das publicações tem origem nos EUA e China;
- Entre as diferentes finalidades do uso de RV por crianças, destaca-se o apoio na aprendizagem e o maior engajamento;
- Quanto ao domínio de conhecimento, as áreas de Linguística, Ciências, Matemática e Comportamento se destacaram;
- O dispositivo mais utilizado foi o HMD, sendo o Oculus Rift e o HTC VIVE os mais utilizados;
- Para o desenvolvimento dos ambientes virtuais, a Unity 3D foi a mais citada;
- Entre as estratégias metodológicas, destacaram-se o desenvolvimento de aplicações em RV e os relatos de uso;
- As principais métricas utilizadas para avaliar o uso de RV na educação de crianças foram engajamento, motivação, desempenho acadêmico, imersão e presença.

3.7 Comparativo

Esta revisão sistemática serviu para fazer um levantamento do estado da arte reunindo as principais conclusões de estudos acadêmicos sobre a realidade virtual na educação de crianças.

A figura 13 apresenta os principais diferenciais do trabalho em relação aos estudos encontrados na revisão sistemática.

Primeiramente, destaca-se o fato de poucos estudos terem conduzido experimento controlado com crianças. Apenas 21,8% dos trabalhos (28 de 128) relataram experimentos com crianças, sendo a maioria com amostras pequenas e com o uso de óculos de RV antigos, como o Oculus Rift e o HTC Vive. Entre as possíveis explicações para esse fato estão a maior complexidade e a falta de diretrizes específicas para a realização de experimentos de RV com crianças. Os protocolos já utilizados nos experimentos de RV com adultos, precisaram ser adaptados para a utilização com crianças. Além disso, uma parte ainda menor dos estudos com crianças teve aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), demonstrando ser um processo demorado

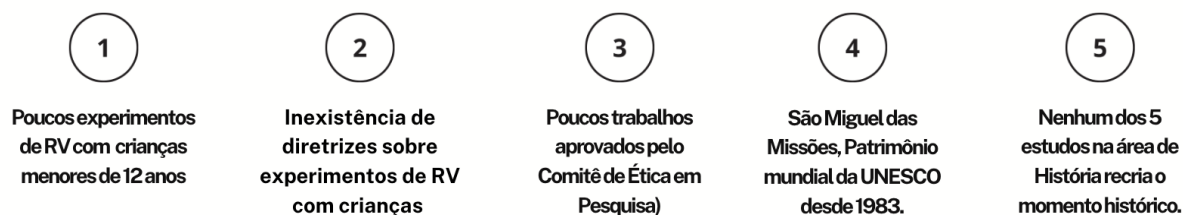


Figura 13: Principais diferenças

mas de extrema importância, especialmente para estudos envolvendo crianças. Nesse estudo, aprovado pelo CEP da Unisinos, tendo os alunos como os seus responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Outro destaque importante é o fato de não ter sido encontrado nenhum trabalho que tenha recriado, em ambiente virtual imersivo, as Missões Jesuíticas de São Miguel, tal como elas funcionavam no passado. Para que isso fosse possível, imagens 3D foram coletadas nas ruínas de São Miguel das Missões e um estudo histórico minucioso, usando as fontes disponibilizadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), foi realizado.

Foi necessária uma análise sob as publicações que tem relação direta com o conteúdo da nossa pesquisa, no qual se enquadra em um contexto educacional no componente curricular de história. A seguir são brevemente apresentados os cinco estudos relacionados a área de História, encontrados na revisão sistemática.

No trabalho intitulado *“Exploring Cultural Heritage Using Virtual Reality”* (DEBAILLEUX; HISMANS; DUROISIN, 2018), um modelo virtual foi utilizado com 19 crianças com idades entre 9 e 12 anos e avaliou a eficiência do uso do ambiente virtual nos resultados de aprendizagem do patrimônio cultural da cidade de Mons na Bélgica.

Um segundo trabalho, intitulado *“Design of Virtual Reality based Intelligent Storytelling Platform with Human Computer Interaction”* (PRADEEP RAJ et al., 2018), oferece uma ferramenta com o objetivo projetar uma tela de criação de história, flexível e facilmente configurável, em realidade virtual.

O terceiro trabalho encontrado, intitulado *“Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol”* (LUIGINI et al., 2020) apresenta um jogo sério imersivo para o ensino da herança cultural sobre o pão tradicional do Vale do Puster e da tradição rural popular camponesa desse local. Nesse estudo, um experimento com 15 alunos do segundo ano (7-8 anos) e 21 alunos do quarto ano (9-10 anos), da escola primária “Rosmini” localizada em Brixen/Itália, foi conduzido.

O quarto trabalho, intitulado *“Communication and Education at Museums in Castille and León: Digital habits in a crossroad revolution”* (GARCÍA-MARTÍN; ORTEGA-MOHEDANO, 2021) analisou os hábitos de uso e consumo dos visitantes dos museus da região de Castela e Leão na Espanha, utilizando o contexto da Educomunicação, por meio de ferramentas digitais e redes sociais.

Artigo	Experimentos de RV com crianças	Diretrizes para experimentos com RV em crianças	Comitê de Ética em Pesquisa	Patrimônio Histórico UNESCO	Recria o momento histórico
Exploring Cultural Heritage Using Virtual Reality	✗	✗			
Design of Virtual Reality based Intelligent Storytelling Platform with Human Computer Interaction	✗				
Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol	✗	✗			
Communication and Education at Museums in Castille and Leon: Digital habits in a crossroad revolution					
Is Immersive Virtual Reality in K-12 Education Ready for Primetime? Challenges, Possibilities, and Considerations					
TEKOHÁ: Um Ambiente Virtual para o Ensino da História das Missões Jesuíticas no Rio Grande do Sul	✗	✗	✗	✗	✗

Figura 14: Comparação entre artigos afins. Fonte: Elaborada pelo autor.

Já no quinto trabalho, intitulado “*Is Immersive Virtual Reality in K-12 Education Ready for Primetime? Challenges, Possibilities, and Considerations*” (GKOUMAS; IZZOUZI, 2023), foi feito um estudo de usabilidade de uma ferramenta digital que fornece aos educadores uma plataforma com óculos de RV totalmente integrados e prontos para a sala de aula, com conteúdo alinhado ao currículo para a educação básica que abrange uma variedade de assuntos. No conteúdo de história, os usuários podem explorar em primeira pessoa e interagir com novos lugares como o sítio arqueológico romano Augusta Emerita na Espanha.

Nessa revisão sistemática, demonstra o uso de RVI para transportar mentalmente as crianças para importantes momentos históricos do passado, proporcionando uma experiência de viagem ao passado, oferecendo vivências que de outra forma não são possíveis. Tal estratégia tem grande potencial no aprendizado, pois como afirma Piaget (PIAGET, 1976), o aprendizado das crianças é mais eficaz quando baseado em experiências tangíveis e práticas.

4 TEKOHÁ

O nome TEKOHÁ foi escolhido para o ambiente virtual deste estudo devido ao seu profundo significado na cultura guarani. Em guarani, “tekoha” representa muito mais do que um simples local físico; é o espaço onde se manifestam os costumes, as leis, os hábitos e os valores do povo guarani (SANTOS, 2016). Este termo encapsula a essência do ser guarani, refletindo sua identidade cultural e sua relação intrínseca com o ambiente natural.

A literatura sobre a cultura guarani reforça a importância do “tekoha” como um elemento central na vida deste povo. Segundo MONTROYA (1639), “tekoha” significa “o lugar do modo de ser guarani”, abrangendo não apenas o espaço físico, mas também os preceitos culturais e cosmológicos herdados pelos antigos guaranis. O termo também foi utilizado no período missionário de forma ressignificada durante o encontro histórico-cultural guarani-jesuíta (SANTOS, 2016).

Ao adotar o nome TEKOHÁ, este ambiente virtual se propõe a ser um espaço de respeito e valorização da cultura guarani, promovendo a continuidade de seus costumes e tradições em um novo contexto tecnológico.

Esse capítulo apresenta as etapas realizadas para a criação do ambiente virtual especialmente desenvolvido para apoiar o processo de ensino e aprendizagem da história das Missões Jesuíticas no RS. Assim, são apresentadas a sondagem inicial, com um grupo de professores que trabalha com o ensino desse conteúdo, o projeto pedagógico desenvolvido para o uso da RV nesse contexto, a concepção e desenvolvimento do ambiente virtual e, finalmente, seu funcionamento.

4.1 Levantamento de requisitos com professores do Ensino Fundamental

Com o objetivo de envolver os professores que trabalham a história das Missões Jesuíticas desde o início do projeto, foi organizado um Workshop no qual os professores puderam experimentar a tecnologia de RV e opinar sobre como deveria ser o ambiente virtual a ser desenvolvido (Figura 15). Esta etapa foi organizada juntamente com a coordenação de ensino da instituição convidando os profissionais para uma reunião de rotina semanal do colégio, o qual tivemos acesso para participar e consolidar este momento importante do cronograma de pesquisa. As sugestões foram dadas oralmente, durante o encontro presencial no qual estiveram presentes 12 professores, e registradas através de dois formulários eletrônicos, um para registrar o perfil dos participantes (Apêndice B) e outro para registrar a opinião e sugestões de como o aplicativo poderia ser construído (Apêndice C).

Os professores participantes tinham em média 45 anos de idade, sendo um homem e 11 mulheres. Quanto a formação, dois eram graduados, sete especialistas, dois mestres e um doutor. Nove formados em pedagogia, um em Letras, um em Educação Física e um em Matemática, com conclusão do curso entre 1982 e 2013. A experiência de atuação com o 4º ano varia de 2



Figura 15: Workshop com professores do Colégio Anchieta. Fonte: Captada pelo autor.

a 25 anos (média de 8,9). Quanto a experiência com RV, o levantamento revelou um panorama diversificado, sendo que a metade dos participantes (6 professores) nunca utilizou óculos de RV. Um grupo menor, composto por 3 professores, relatou ter utilizado a tecnologia em mais de cinco ocasiões. Outros 2 professores indicaram uma frequência de uso entre duas e cinco vezes, enquanto apenas um professor afirmou ter utilizado os óculos de RV uma única vez (Figura 16).

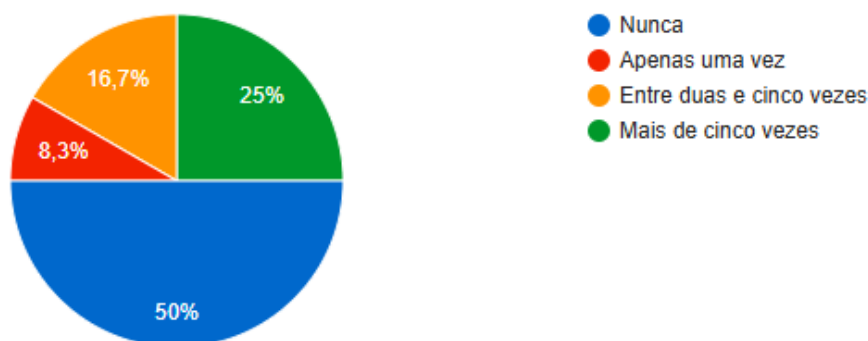


Figura 16: Frequência de uso de óculos de RV. Fonte: Elaborada pelo autor.

Paralelamente, os professores participantes descreveram uma variedade de estratégias pedagógicas que empregam no ensino da história das missões jesuíticas. Dentre as práticas mencionadas, destacam-se a gamificação com a utilização de mapas e QR codes, a exploração de enigmas, o uso do Google Earth e de websites especializados. Métodos mais tradicionais, como leitura e interpretação de textos, jogos didáticos, a "hora do conto", a elaboração de mapas mentais, a construção de maquetes (incluindo o uso de polígrafos e apresentações em PowerPoint - PPTs), e visitas pedagógicas ao sítio arqueológico de São Miguel Arcanjo - Redução, também foram amplamente citados. Outras abordagens incluem a pesquisa, a aula expositiva, trabalhos em grupos, a análise de vídeos, a utilização de polígrafos e livros paradidáticos como o "Gauchinho nas Missões", e a construção de réplicas das missões no ambiente escolar. Alguns

professores também relataram a realização de viagens de estudo à região das Missões (São Miguel e Santo Ângelo), a exploração de imagens e vídeos, e a construção de maquetes em grande escala para promover a imersão dos alunos no espaço da redução.

A coexistência de práticas pedagógicas inovadoras, como a gamificação e o uso do Google Earth, com métodos mais consolidados, como a leitura e a construção de maquetes, sugere um panorama multifacetado na abordagem do ensino da história das missões jesuíticas. A baixa frequência de utilização de óculos de RV por parte da maioria dos professores pode indicar desafios relacionados ao acesso à tecnologia, à necessidade de formação específica ou à percepção de que outras metodologias já se mostram eficazes para os objetivos de aprendizagem propostos.

Estudos internacionais reforçam a importância de considerar a complexidade da integração de tecnologias imersivas em contextos educacionais. SLATER; SANCHEZ-VIVES (2016) discutem como a eficácia da RV no aprendizado está intrinsecamente ligada à capacidade de gerar um senso de presença no ambiente virtual. Seis dos professores participantes nunca experimentaram essa imersão, o que pode limitar sua percepção do potencial pedagógico da ferramenta. Por outro lado, os professores que utilizaram a RV com maior frequência podem ter identificado benefícios alinhados com as vantagens apontadas por JERALD (2015), como o aumento do engajamento dos alunos e a possibilidade de vivenciar virtualmente contextos históricos.

As várias práticas pedagógicas relatadas demonstra o engajamento dos professores em utilizar diferentes recursos para tornar o aprendizado sobre a história das missões jesuíticas mais dinâmico e significativo. A visita pedagógica ao sítio arqueológico de São Miguel Arcanjo, por exemplo, promove uma experiência de aprendizado autêntica, conectando os alunos com o patrimônio histórico de forma direta. A construção de maquetes e a modelagem estimulam a visualização espacial e a compreensão da estrutura das reduções. A utilização de jogos e a "hora do conto" podem tornar o aprendizado mais lúdico e acessível, especialmente para as crianças estudantes. A articulação entre práticas pedagógicas tradicionais e o potencial inovador da RV pode enriquecer significativamente o ensino da história, proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda e multisensorial do passado.

Quanto a opinião dos professores, sobre como deveria ser o ambiente virtual desenvolvido, sugeriu-se que a ferramenta de realidade virtual sobre as missões jesuíticas inclui-se elementos e personagens que são fundamentais para a compreensão histórica e cultura das Reduções de São Miguel das Missões. Os professores destacaram a importância de incluir personagens como os jesuítas, os indígenas, e líderes históricos como Sepé Tiaraju e Nicolau Neenguiru. Esses personagens são essenciais para representar os diferentes núcleos das missões e suas interações. Os ambientes sugeridos para reconstrução em realidade virtual incluem a igreja, a praça central, o cabildo, a escola, as oficinas, e outros espaços que compunham as reduções, como o pomar, o curral, e as moradias. A representação desses ambientes reflete o contexto histórico e funcional da época, permitindo que os alunos vivenciem a rotina dos habitantes das missões.

Para uma representação completa, os professores manifestaram não poder faltar os inte-

grantes vivendo suas rotinas, o contexto gráfico e histórico do período, incluindo vestimentas, comportamentos, linguagens e narrativas. A vivência dos tempos de ouro das reduções, com a cruz missioneira e as relações estabelecidas entre os habitantes, também é crucial. Os professores imaginaram que a experiência de conhecer as Reduções de São Miguel através da realidade virtual deve ser interativa, interessante e provocativa. Sugeriu-se a presença de um guia virtual, a possibilidade de os alunos atuarem como personagens, e a inclusão de uma narrativa gamificada, com missões e desafios. A experiência deveria ser híbrida, combinando o espaço digital/virtual com o espaço físico. A duração máxima sugerida para a experiência em realidade virtual variou entre 5 a 20 minutos, com a maioria dos professores indicando um tempo de 10 a 15 minutos como ideal. O roteiro da visita virtual deveria começar pela praça principal e a igreja, passando por outros locais das reduções, como as oficinas e as moradias. A visita poderia incluir tarefas a cumprir e deve permitir que os alunos entendam a importância de cada espaço. Uma ideia interessante foi começar no auge das missões e terminar com a situação atual das ruínas, proporcionando uma visão completa da evolução histórica do local.

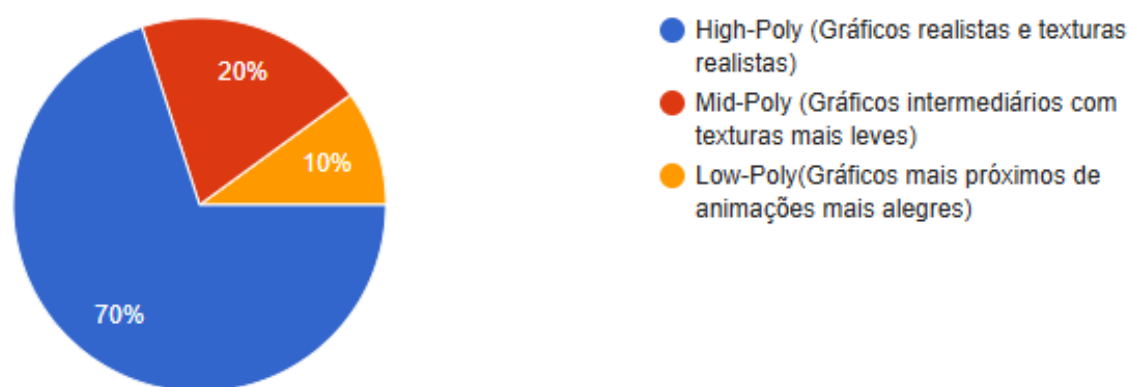


Figura 17: Tipo gráfico sugerido pelos professores. Fonte: Captada pelo autor.

Quanto ao tipo de gráfico (Figura 17), sete professores sugeriram o tipo High-Poly (Gráficos realistas e texturas realistas), dois professores Mid-Poly (Gráficos intermediários com texturas mais leves) e apenas um professor sugeriu Low-Poly (Gráficos mais próximos de animações mais alegres). A maioria dos professores, acredita que gráficos High-Poly, com texturas realistas, são ideais para proporcionar uma imersão mais profunda e envolvente para as crianças. Esses gráficos permitem uma representação mais detalhada e fiel do ambiente, o que pode ajudar os alunos a se conectarem melhor com o conteúdo apresentado. Por outro lado, o tipo Mid-Poly oferece uma qualidade intermediária com texturas mais leves. Essa opção pode ser vantajosa para dispositivos com menor capacidade de processamento, mantendo uma boa qualidade visual sem sobrecarregar o sistema. Já o tipo Low-Poly, mais próximo de animações alegres e simplificadas, embora menos realista, pode ser mais acessível e atraente para crianças mais novas, facilitando a compreensão e o engajamento com o conteúdo. É importante considerar as necessidades e capacidades dos dispositivos utilizados, bem como a faixa etária dos

alunos, para garantir uma experiência educativa e envolvente. Sendo assim, para esse projeto o tipo High-Poly foi escolhido, para a parte arquitetônica da missão jesuítica e o tipo Low-Poly para os personagens.

Cabe destacar que essa iniciativa foi muito importante para engajar os educadores e demonstrar que a RV pode contribuir no campo da educação, possibilitando que os estudantes vivenciem experiências significativas, a exemplo do estudo de Katz (KATZ, 1999) e Passig (PASSIG, 2011). Tal iniciativa auxiliou na compreensão dos docentes sobre o que é a RV e como ela pode contribuir no desenvolvimento dos educandos.

4.2 Projeto Pedagógico para uso da RV

No que tange as diretrizes educacionais vigentes em nosso país (BRASIL 2001 e BNCC 2020) um dos principais objetivos para toda a educação básica é o fomento do uso efetivo das tecnologias digitais nas mais diversas formas de se educar. Apesar da RV ainda ser algo relativamente novo na educação, devemos promover o potencial que esse recurso imersivo pode trazer para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem por promover o engajamento dos professores e alunos devido ao seu caráter atrativo e inovador.

A partir do Workshop com os professores do 4º ano do ensino fundamental, foi possível observar e registrar suas necessidades sobre o ensino das missões jesuíticas de São Miguel, e assim, identificar as suas dificuldades com os alunos ao se depararem com o processo abstrato e de difícil exposição e assimilação do conteúdo em questão.

Como resultado, foram sugeridas pelos(as) professores(as) as seguintes diretrizes:

1. Possibilitar a vivência na época do funcionamento das missões, a partir da reconstrução virtual daquele período histórico;
2. Incluir uma recreação viva durante a imersão nas missões;
3. Possibilitar interação/vivência junto com os indígenas/jesuítas, permitindo contato com a cultura do lugar;
4. Incluir atividades, como por exemplo, uma aula de música com instrumentos construídos na época;
5. Mostrar a diferença de gênero naquela época (exemplo: meninas teciam e cuidavam da olaria, meninos participavam dos estudos e cantos);
6. Demonstrar vestimentas, costumes, etc.

4.2.1 Plano de aula para o uso da RV

A partir dos resultados do workshop com os professores, um plano de aula para o uso do TEKOHÁ foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar um melhor aproveitamento em

suas aulas. Observando a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) (BRASIL, 2019) e RCG (Referencial Curricular Gaúcho) (SUL, 2018), temos a necessidade de explicitar no componente curricular de História nos 4ºs e 5ºs anos do ensino fundamental em unidades temáticas como: Circulação de pessoas, produtos e culturas; Povos e culturas: meu lugar no mundo e meu grupo social; Registro da história: linguagens e culturas.

Observando as necessidades previstas nas bases curriculares, foi desenvolvido um plano de aula detalhado para o ensino da história dos Sete Povos das Missões, incluindo atividades didáticas, visitação digital e/ou presencial às ruínas de São Miguel das Missões e finalizando com uma imersão em realidade virtual (Apêndice A).

4.3 Design do Ambiente Virtual

A realidade virtual tem se consolidado como uma área de grande interesse e inovação, proporcionando experiências imersivas que transcendem as limitações do mundo físico. A RV permite a criação de ambientes tridimensionais interativos, onde os usuários podem explorar, interagir e até mesmo modificar o espaço ao seu redor (SLATER; SANCHEZ-VIVES, 2016).

A evolução das tecnologias de RV tem sido rápida, impulsionada por avanços em hardware e software que permitem a criação de experiências cada vez mais realistas e acessíveis. De acordo com (JERALD, 2015), o design de interfaces para RV deve considerar não apenas a usabilidade, mas também a capacidade de engajar emocionalmente os usuários. Isso implica em um entendimento profundo das necessidades e expectativas dos usuários, bem como das limitações tecnológicas e ergonômicas. Para elaboração dos elementos visuais, foram consideradas informações históricas ao projetar o ambiente virtual imersivo das Missões de São Miguel Arcanjo. Levando em conta as possibilidades tecnológicas abrangentes, o período histórico escolhido para reconstruir a missão jesuítica foi no seu auge, durante o final do século 17 e início do século 18.

Na modelagem, optou-se por manter a escala das estruturas arquitetônicas, tomando como base os registros históricos catalogados pelo IPHAN. Os materiais dos objetos, paredes, aberturas e texturas dos prédios também seguiram a mesma lógica, garantindo que todas essas considerações fossem condizentes com a estrutura da Missão de São Miguel de Arcanjo. Dado que as cores e iluminação influenciam a experiência do usuário no ambiente em RV, durante a criação do projeto elas tiveram o papel de garantir que a visualização dos modelos não fosse prejudicada.

Para ajudar na navegação, foi desenvolvida a Apoena que é uma personagem criada para conduzir a imersão em realidade virtual. Seu nome, de origem indígena tupi-guarani, significa "aquela que vê mais longe" ou "aquela que vai mais longe", refletindo sua visão e determinação. Ela mora no Cotiguassú com sua mãe, que é viúva, pois seu pai faleceu à serviço da missão jesuítica, este local era destinado para moradia de mulheres e crianças nesta situação. Apoena é uma pré-adolescente de doze anos, cheia de curiosidade e coragem, ela convida as crianças

para uma jornada fascinante onde poderão explorar os lugares históricos das missões jesuíticas. Durante a imersão em RV, Apoená mostra os locais importantes e oferece brinquedos interativos para tornar a experiência ainda mais envolvente e divertida. Com seu espírito aventureiro e conhecimento profundo, Apoená transforma a visita em uma verdadeira viagem ao passado.

Optou-se por projetar a experiência para o usuário fique sentando, de forma a promover maior conforto e acessibilidade para crianças e pessoas com mobilidade reduzida. O teleporte permitiu a exploração sem grandes descolamentos no ambiente virtual, de forma a evitar possível náusea e tontura dos usuários. O uso de um único controle e de um caminho único para todos os usuários garantiu simplicidade na utilização por crianças e contribui para a realização de experimentos controlados. As instruções de voz feitas pelos personagens oferecem suporte adicional, tornando a experiência mais inclusiva e intuitiva.

O design de som complementou a experiência no ambiente virtual. Ele teve um papel vital na experiência, visto que o público-alvo era o de crianças, bem como a abordagem de ensinar através das falas dos personagens tornou mais fácil capturar a atenção dos estudantes. O design de som permitiu a criação de um espaço de aprendizado utilizando a cultura da música barroca com o coral de crianças indígenas ao final da experiência. Através deste desenvolvimento, se buscou fornecer uma compreensão abrangente das estratégias de design que podem maximizar a eficácia e a imersão das experiências deste aplicativo realidade virtual. Enfim, o desenvolvimento de aplicações em RV voltadas para o público infantil exige uma abordagem cuidadosa, que considere tanto os aspectos técnicos quanto pedagógicos e emocionais da experiência. A tabela 5 a seguir reúne diretrizes fundamentais extraídas deste estudo, sobretudo de recriação histórica em RV. Essas diretrizes abrangem desde a fidelidade histórica e o design visual até a acessibilidade e a usabilidade, oferecendo um panorama completo das melhores práticas para criar experiências imersivas, educativas e seguras para crianças em ambientes virtuais.

4.4 Desenvolvimento do Ambiente Virtual

A recriação de ambientes históricos em plataformas virtuais tem se mostrado uma ferramenta inovadora e eficaz para a educação e a preservação da memória cultural (CAVALCANTI, 2020). No contexto da missão jesuítica de São Miguel Arcanjo, essa tecnologia oferece uma oportunidade única de explorar e compreender a complexidade histórica e cultural desse patrimônio.

O desenvolvimento do ambiente virtual representa um campo dinâmico que combina elementos de programação, design e interação humano-computador para criar experiências imersivas e interativas. Conforme apontado por (SHERMAN; CRAIG, 2003), a criação de ambientes virtuais eficazes depende não apenas da tecnologia subjacente, mas também da compreensão das necessidades e expectativas dos usuários.

Para realizar a etapa de desenvolvimento do ambiente virtual, as principais ferramentas e plataformas utilizadas foram: motor de jogo Unity 3D, software de modelagem tridimensional

Categoria	Diretriz
Imersão e Interatividade	Criar ambientes 3D interativos e imersivos que permitam exploração e modificação do espaço.
Engajamento Emocional	Interfaces devem considerar usabilidade e engajamento emocional, com foco nas necessidades e expectativas das crianças.
Fidelidade Histórica	Utilizar registros históricos (ex: IPHAN) para modelagem precisa de estruturas, materiais e texturas.
Cores e Iluminação	Garantir boa visualização dos modelos com uso adequado de cores e iluminação.
Personagem Guia	Introduzir personagem (ex: Apoená) para conduzir a experiência, com narrativa envolvente e linguagem acessível.
Acessibilidade Física	Design para uso sentado, com teleporte para evitar náuseas e facilitar a navegação de crianças e pessoas com mobilidade reduzida.
Simplicidade de Uso	Utilizar um único controle e caminho único para facilitar o uso por crianças e permitir experimentos controlados.
Instruções Auditivas	Fornecer instruções por voz dos personagens para tornar a experiência mais inclusiva e intuitiva.
Design de Som	Usar som como ferramenta educativa e imersiva, incluindo música barroca e coral infantil indígena.
Ferramentas Utilizadas	Unity 3D, Blender, Substance Painter/Designer, Visual Studio, Meta Quest Link, GitHub, Discord, Trello, Miro.
Integração Tecnológica	Considerar múltiplas plataformas e tecnologias com foco em desempenho gráfico, interfaces intuitivas e experiência fluida.

Tabela 5: Diretrizes de desenvolvimento para software de RV voltado para crianças

Blender, Substance Painter e Designer para criação de algumas texturas, Visual Studio Code e Community para criação de scripts e o Meta Quest Link para execução do jogo. Além disso, o Github foi utilizado para versionamento de código, o Discord para comunicação e Trello e o Miro para planejamento e acompanhamento do progresso do desenvolvimento e centralização das ideias do projeto. Participaram da equipe de desenvolvimento três bolsistas de Iniciação Científica, alunos do curso de graduação em Jogos Digitais.

A complexidade do desenvolvimento do ambiente virtual reside na necessidade de integrar múltiplas plataformas e tecnologias. Segundo (JERALD, 2015), o desenvolvimento de software para RV exige uma abordagem holística que considere tanto os aspectos técnicos quanto os fatores humanos. Isso inclui a criação de interfaces intuitivas, a otimização do desempenho gráfico e a garantia de uma experiência de usuário fluida e envolvente.

4.5 Funcionamento do Ambiente Virtual

Esta seção apresenta o funcionamento do ambiente virtual desenvolvido e abrange aspectos técnicos e pedagógicos, destacando como a modelagem tridimensional, a interatividade e os recursos multimídia podem enriquecer a experiência educativa. Além disso, discute-se a importância da precisão histórica e da acessibilidade do conteúdo para garantir uma experiência imersiva e formativa.

De acordo com (CHAMPION, 2015), a utilização de ambientes virtuais na educação histórica permite uma maior imersão dos estudantes, facilitando a compreensão de contextos comple-

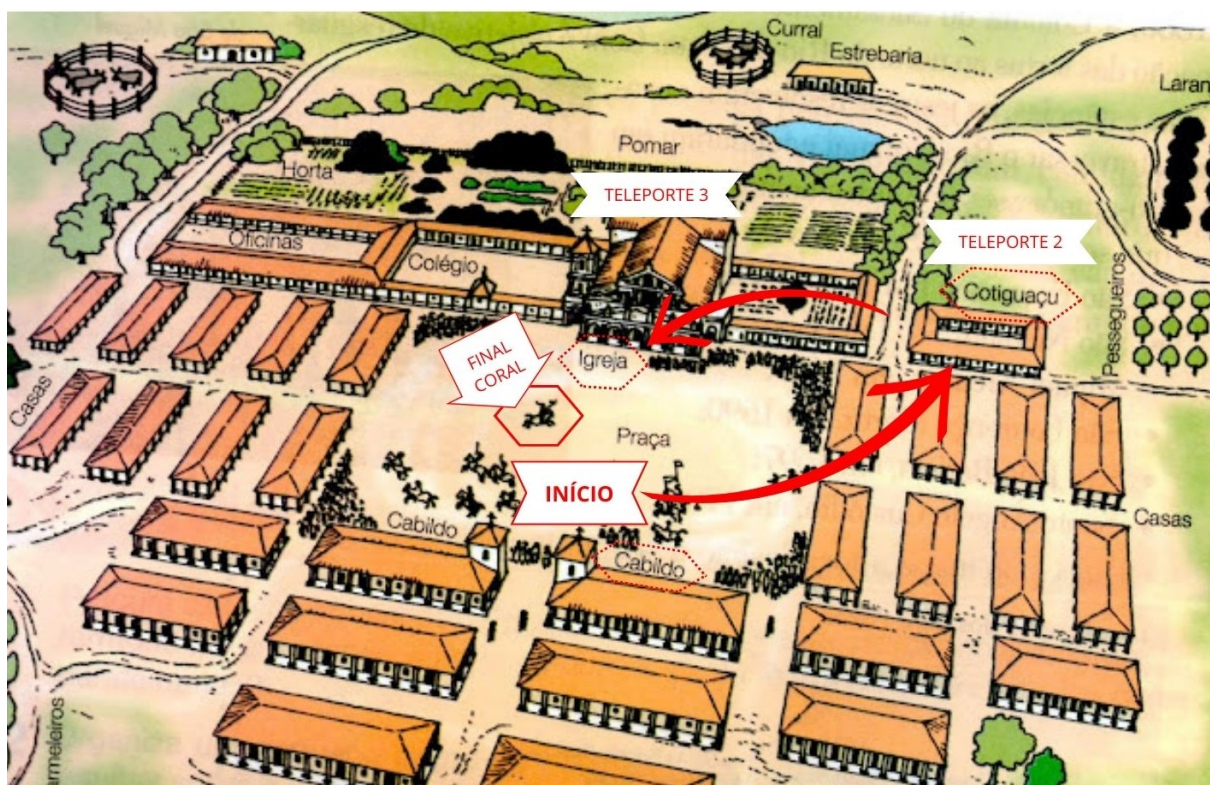


Figura 18: Circuito da imersão.

Fonte: Adaptada de: <https://compartilhandoescritas.blogspot.com/2012/06/missoes-jesuisticas-os-sete-povos-das.html>.

xos. Segundo (RUA; ALVITO, 2011), a modelagem tridimensional é essencial para a recriação precisa de ambientes históricos, proporcionando uma visualização detalhada e realista. Além disso, estudos de (DALGARNO; LEE, 2010a) destacam a importância da interatividade e dos recursos multimídia na construção de narrativas envolventes e educativas.

A Figura 18 apresenta o caminho percorrido pelos usuários no ambiente virtual. A experiência inicia com o usuário dentro de uma carruagem utilizada na época (Figura 19). O objetivo é permitir que ocorra o processo de ambientação do usuário no ambiente virtual, sendo que a narrativa só começa quando o usuário aciona o botão "iniciar jogo" (Figura 20). Após o acionamento do botão, a personagem principal, um avatar indígena chamada Apoema, recebe o usuário com uma sudação em guarani e convida-o para conhecer o local onde ela mora (Figura 21). Para aceitar o convite e iniciar o passeio, o usuário precisa acenar com a cabeça, conforme ilustrado no próprio ambiente virtual (Figura 22).

Quando o usuário acena com a cabeça, aceitando o convite, a personagem reage demonstrando felicidade e empolgação e inicia a explicação sobre o Cabildo, que era uma espécie de prefeitura do local (STELLO, 2005) e oferece o primeiro objeto interativo, uma maquete do Cabildo (Figura 23).

Posteriormente, a personagem apresenta o Cotiguaçu (Figura 24), uma casa grande com um pátio no meio e uma só entrada que servia de local para o recolhimento de viúvas e donzelas

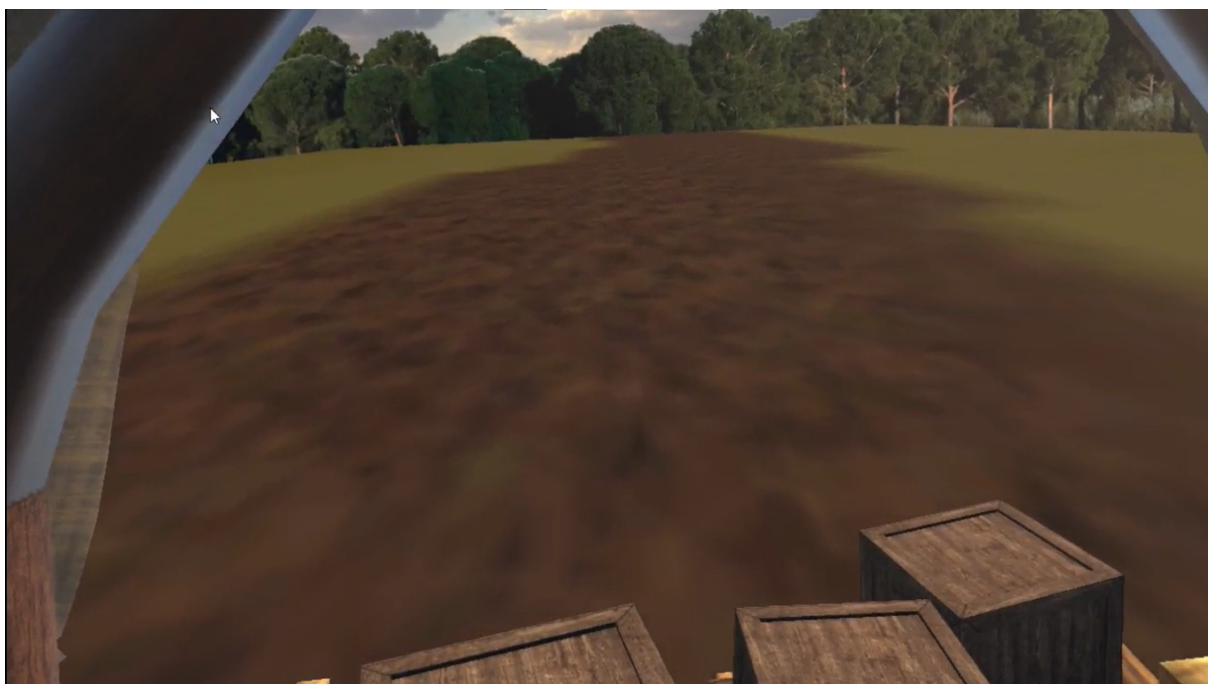


Figura 19: Carruagem. Fonte: Registrada pelo autor.

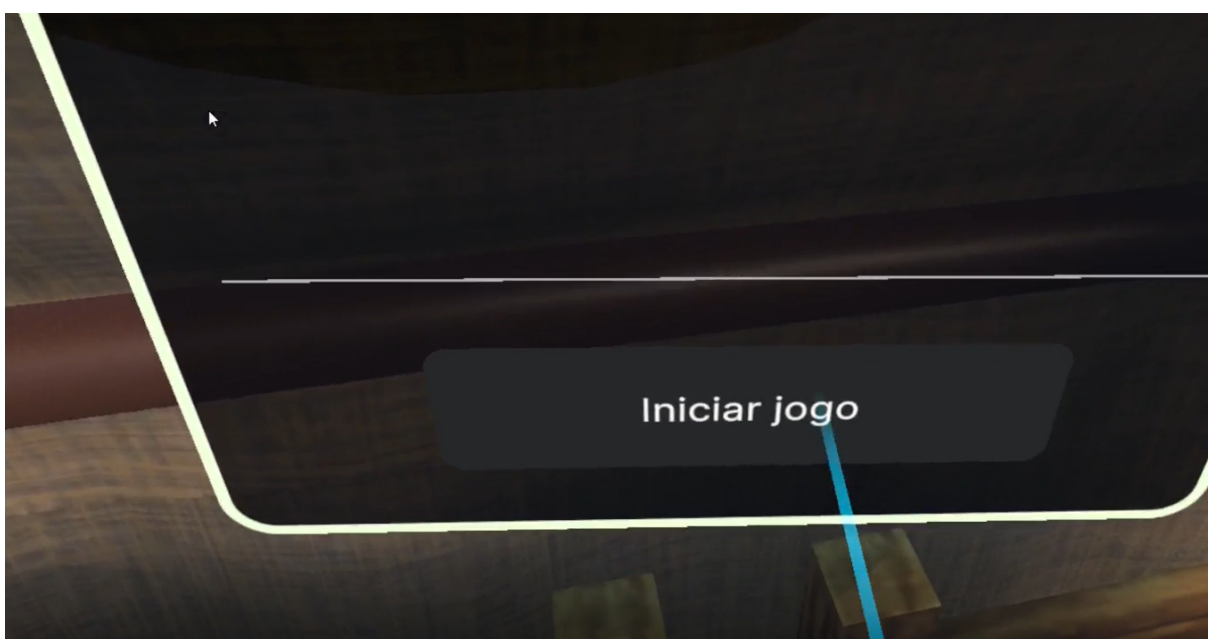


Figura 20: Menu Inicial. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 21: Recepção da personagem principal. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 22: Aguardando que o usuário acene com a cabeça. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 23: Maquete do Cabildo. Fonte: Registrada pelo autor.

(CUSTÓDIO, 2002). A personagem relata que é moradora deste lugar, pois é órfã de pai e vive com sua mãe. Novamente ela oferece a maquete do lugar para o usuário explorar (Figura 25). Logo após, a Apoena apresenta a igreja e oferece sua maquete para o usuário (Figuras 26 e 27).

Na sequência, o usuário fica em frente a Igreja São Miguel Arcanjo (Figura 29), onde acontece o encontro com mais um personagem importante da vivência, o Padre Antônio Sepp, responsável pelo incremento musical e criador de importantes registros do funcionamento das reduções jesuíticas. Segundo Lara (LARA F., 2014), o estudo da produção epistolar do Pe. Antônio Sepp se apresenta como de grande importância para compreendermos melhor as normas da escrita jesuítica. O padre apresenta o contexto da arte missioneira, oferecendo uma estátua da cruz missioneira (Figura 30) e apresentando o coral indígena missioneiro (Figura 28). Após a apresentação do coral, a experiência finaliza com a possibilidade de o usuário interagir com as vozes reconhecendo todos os naipes de vozes do coral (Figura 31).



Figura 24: Cotiguaçu. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 25: Cotiguaçu miniatura. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 26: Lateral da Igreja. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 27: Igreja miniatura. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 28: Coral indígena. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 29: Padre Sepp. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 30: Cruz missioneira. Fonte: Registrada pelo autor.



Figura 31: Interação com o coral indígena. Fonte: Registrada pelo autor.

5 EXPERIMENTO

Com o objetivo de avaliar os diferenciais do uso da aplicação desenvolvida no apoio ao processo de ensino e aprendizagem da história da missão jesuíta de São Miguel Arcanjo, um experimento controlado com a participação de estudantes do 4º ano do ensino fundamental do Colégio Anchieta de Porto Alegre/RS, foi conduzido. Destaca-se que o experimento foi devidamente aprovado Comitê de Ética em Pesquisa da Unisinos (número de processo: 76302623.5.0000.5344).

Nesse capítulo são apresentados as hipóteses, variáveis, cenários, materiais utilizados, perfil dos participantes e os procedimentos, bem como os resultados e discussão.

5.1 Desenho Experimental

O experimento contou 130 crianças divididos em dois grupos de 65 alunos provenientes de cinco turmas do 4º ano do ensino fundamental do Colégio Anchieta, localizado na cidade de Porto Alegre/RS. Inicialmente todos os alunos tiveram aulas sobre as Missões Jesuíticas, assunto que faz parte do plano de estudos previsto para esta etapa de ensino. Posteriormente, metade dos alunos realizou a experiência de conhecer a missão jesuíta em RV (Figura 32). Finalmente, todos os alunos realizaram um teste de conhecimentos sobre esse tema. Após a conclusão do experimento, em uma data acordada com o colégio, o ambiente virtual foi disponibilizado para o grupo de alunos que não havia utilizado, garantindo oportunidade igualitária para todos os alunos do 4º ano.

5.1.1 Hipóteses

A seguir são apresentadas as hipóteses definidas para o experimento:

H1) Os alunos que usaram RV melhor consolidam o aprendizado em comparação com os que não usaram;

H2) O uso da RV traz engajamento aos alunos.

5.1.2 Variáveis

A identificação e análise das variáveis dependentes e independentes são fundamentais para a avaliação do uso da realidade virtual nesse experimento.

Uma variável dependente muito importante é o **aprendizado** sobre o assunto, pois avalia o impacto do uso da RV no desempenho acadêmico dos estudantes. Para isso, foram comparados os resultados obtidos pelos estudantes em um mesmo instrumento de avaliação aplicado tanto no grupo que utilizou RV como no grupo que utilizou métodos existentes. (MERCHANT et al., 2014). O **engajamento**, a **sensação de presença** e a **usabilidade** também entram como importantes variáveis dependentes. O engajamento é crucial para avaliar a eficácia da RV, sendo



Figura 32: Desenho experimental. Fonte: Elaborada pelo autor.

medida através de questionários pós-experiência, observação de comportamento e análise de dados de interação dentro do ambiente virtual (MAKRANSKY; LILLEHOLT, 2018). Já a satisfação é uma medida subjetiva, mas essencial para entender a aceitação da tecnologia e pode ser avaliada através de escalas de Likert em questionários, onde os participantes classificam sua satisfação com a experiência de RV (RADIANTI et al., 2020). Quanto a usabilidade, estudos indicam essa característica pode influenciar significativamente a motivação e o engajamento dos alunos, pois quando as crianças encontram o sistema fácil de usar, elas tendem a se sentir mais confiantes e dispostas a explorar o conteúdo educacional oferecido (KAVANAGH et al., 2023).

Já as variáveis independentes são as **diferentes abordagens pedagógicas** no ensino das missões jesuíticas de São Miguel Arcanjo, com e sem o uso da RV.

5.1.3 Materiais

Esta seção descreve os componentes tecnológicos utilizados na pesquisa, destacando suas especificações e justificando sua seleção com base em estudos da revisão sistemática.

O computador utilizado possuía um processador Intel Core i7-6700, com oito núcleos e uma velocidade de 3.4GHz, oferecendo desempenho robusto necessário para executar aplicações de RV de alta complexidade. A memória RAM de 49152MB garante que o sistema possa lidar com grandes volumes de dados e múltiplas tarefas simultaneamente, proporcionando uma experiência de RV fluida e sem interrupções. A placa de vídeo NVIDIA GeForce GTX 1650 foi essencial para renderizar gráficos de alta qualidade em ambientes de RV. Esta GPU (Graphics Processing Unit) oferece um equilíbrio entre desempenho e custo, sendo capaz de suportar as demandas gráficas intensivas das aplicações de RV. De acordo com (MERCHANT et al., 2014), uma GPU potente é fundamental para garantir uma experiência visualmente rica e imersiva, o

que é particularmente importante para manter o engajamento das crianças.

Os dispositivos de RV utilizados foram o Oculus Rift 2 e o Meta Quest 2, que são HMDs amplamente utilizados em pesquisas educacionais devido à sua alta qualidade de imagem, conforto e facilidade de uso. O Oculus Rift 2, conectado ao computador, oferece uma experiência de RV de alta fidelidade, enquanto o Meta Quest 2, sendo um dispositivo *standalone*, proporciona maior mobilidade e facilidade de configuração. Estudos como os de Parong e Mayer (PARONG; MAYER, 2018) destacam a importância de utilizar dispositivos de RV que sejam confortáveis e acessíveis para crianças, garantindo que a tecnologia não se torne uma barreira ao aprendizado.

O uso de Winbooks para a aplicação de questionários permitiu a coleta eficiente de dados. Estes dispositivos foram utilizados para registrar as respostas das crianças antes e depois das sessões de RV, facilitando a análise do impacto da tecnologia no aprendizado. Segundo Chen (CHEN, 2016), a coleta de dados estruturada é essencial para avaliar a eficácia das intervenções educacionais baseadas em RV.

5.2 Participantes

Para que o experimento pudesse acontecer, o projeto precisou passar pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da universidade, que é um colegiado multidisciplinar, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, que tem como finalidades ajudar a garantir o cumprimento das determinações éticas decorrentes dos princípios e valores. O número recebido do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) é o 76302623.5.0000.5344. A Resolução 466/12 CNS no seu item II.2 define assentimento livre e esclarecido como anuência do participante da pesquisa criança, adolescente ou legalmente incapaz, livre de vícios (simulação, fraude ou erro), dependência, subordinação ou intimidação. Tais participantes foram esclarecidos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta pudessem lhes acarretar, na medida de sua compreensão e respeitados em suas singularidades (BRASIL, 2012).

Conforme Gaiva (GAIVA, 2009), as crianças são atores sociais e, como tais, são também produtores de dados para estudos/pesquisas. No entanto, apresentam características em seu desenvolvimento que as tornam vulneráveis nos aspectos bio-psico-social. A criação do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para as crianças não eliminou a necessidade de fazer o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelo responsável ou representante legal do menor de 18 anos ou legalmente incapaz (Apêndice D).

Assim, foi necessário criar um termo de consentimento livre e esclarecido de forma sucinta, contendo informações básicas da pesquisa como os objetivos, os procedimentos realizados, os riscos e, os benefícios, os desconfortos, a voluntariedade, a confidencialidade e o direito de recusa de participação, utilizando para isso uma linguagem acessível a idade da criança, podendo até ser lúdico, porém termos técnicos, ou palavras que gerassem incompreensão foram

evitados (Apêndice E). Não existe um modelo padrão para termo de assentimento sugerido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), contudo deve conter as informações de acordo com a faixa etária dos participantes da pesquisa devendo realizar adaptações necessárias.

A execução da pesquisa foi feita na própria escola no turno habitual de aula das turmas participantes. Participaram cinco turmas do 4º ano do ensino fundamental, divididas em 2 grupos, um com o uso do RV e outro sem o uso do RV. Para garantir a segurança dos participantes, a experiência foi realizada em salas adequadas com a supervisão da equipe de pesquisa e pessoas indicadas pela coordenação de ensino da instituição. Durante a participação dos estudantes, foram coletadas as informações que serão utilizadas para os fins desta pesquisa. Todos os dados coletados durante o estudo foram registrados de forma que não fosse possível saber quem são os alunos, garantindo a confidencialidade e o sigilo nas informações coletadas.

Participaram da pesquisa 130 crianças com idades entre 9 e 10 anos, estudantes do 4º ano do ensino fundamental, turno da tarde, sendo que 65 utilizaram o ambiente de RV, 29 meninos e 36 meninas. Todos os participantes são nativos digitais, ou seja, cresceram em um ambiente onde a tecnologia digital está amplamente presente. A amostra incluiu tanto meninos quanto meninas, garantindo uma representação equilibrada de gênero. A participação das crianças foi devidamente autorizada por seus responsáveis legais, conforme os requisitos éticos para pesquisas com menores de idade.

A escolha de crianças nessa faixa etária e nível escolar foi fundamentada em diversas razões. Uma delas é por estarem estudando de forma curricular a história sobre as missões jesuíticas. Outra razão [é a] escassez de estudos sobre o uso de RV por crianças. Segundo Merchant et al. (MERCHANT et al., 2014), crianças de 9 a 11 anos estão em uma fase de desenvolvimento cognitivo onde a curiosidade e a capacidade de aprendizado são altamente receptivas a novas tecnologias. Além disso, Parong e Mayer (PARONG; MAYER, 2018) destacam que a RV pode ser particularmente eficaz para essa faixa etária, pois as crianças são capazes de compreender e interagir com ambientes virtuais de maneira intuitiva.

A seleção dos participantes foi realizada em colaboração com a escola de forma aleatória entre os presentes no dia da pesquisa, garantindo que todos os critérios de inclusão e exclusão fossem rigorosamente seguidos. Os responsáveis legais foram informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos envolvidos e os possíveis riscos e benefícios. O consentimento informado foi obtido por escrito antes do início da pesquisa. Os critérios de inclusão para os participantes foram ter idade entre 9 e 11 anos, estar matriculado no 4º ano do ensino fundamental do colégio e ter autorização dos responsáveis legais para participar da pesquisa.

5.3 Procedimento

O experimento foi realizado durante 4 dias, previamente acordados com os professores das turmas do 4º ano, sendo realizado no turno da tarde, durante o horário normal das aulas. Para a realização do experimento foram preparadas três salas, sendo uma para que o participante

respondesse o pré-questionário e o pós-questionário e as outras duas para a realização do teste, de tal forma que fosse possível que dois estudantes pudessem realizar o teste ao mesmo tempo.

Assim, cada aluno foi conduzido para a sala na qual foi orientado a responder o pré-questionário, um formulário online com perguntas para identificação do perfil do aluno (Apêndice F). Posteriormente, o estudante foi conduzido até a sala na qual o teste foi realizado. Nessa etapa foram passadas orientações iniciais sobre como o teste seria conduzido e apresentados os dispositivos que o participante usaria, ou seja, o HMD e seus controladores. Posteriormente, o HMD foi colocado no participante e o controlador entregue. Nessa etapa, o participante foi orientado a olhar em volta, para cima e para baixo para se ambientar com o dispositivo e com a visualização do ambiente virtual (Figura 33). Posteriormente, a aplicação da Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo foi iniciada e todas as orientações foram dadas ao participante no próprio ambiente virtual, através da personagem Apoema.



Figura 33: Experimento

Após a finalização da aplicação, o participante recebeu auxílio para a retirada do HMD e foi conduzido de volta a sala para responder o pós-questionário (Apêndice G), um formulário online cujo objetivo foi registrar as percepções do participante sobre o uso da tecnologia como auxílio ao processo de aprendizagem. Para isso, foi realizada uma adaptação dos questionários padronizados TAM (DAVIS, 1987), GameFlow (SWEETSER; WYETH, 2005) e SUS (SLATER; USOH; STEED, 1994). As questões sobre a aprendizagem foram elaboradas pelo autor, com base na sua experiência de longa data como professor de História. O experimento como um todo levou em média 30 minutos, sendo em média 10 minutos o tempo de uso do óculos de realidade virtual.

Posteriormente, uma semana após a imersão em RV, todos os estudantes do turno da tarde do 4º ano, tanto os que participaram da experiência virtual como os que não participaram, realizaram um teste de conhecimentos sobre a história da Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo (Apêndice H).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo apresenta e discute os resultados do experimento realizado. Os resultados obtidos fornecem *insights* valiosos sobre as vantagens e limitações do uso da realidade virtual na educação de crianças, especialmente sobre importantes momentos históricos do passado. Este estudo não só contribui para o campo da tecnologia educacional, mas também oferece diretrizes sobre o design desse tipo de ambiente virtual, bem como sobre a condução de experimentos controlados de RV com crianças.

6.1 Perfil dos participantes que usaram RV

O perfil dos 65 participantes que usaram RV foi obtido através da aplicação de um questionário (Apêndice F), com 9 questões, o qual foi respondido por cada criança anteriormente ao uso do ambiente virtual. As perguntas, todas de múltipla escolha, foram formuladas considerando a faixa etária dos participantes.

Quanto a faixa etária, participaram do estudo 30 crianças com 9 anos (46%) e 35 crianças com 10 anos (54%). Quanto a identificação de gênero, participaram 36 meninas (55%) e 29 meninos (45%), todos do quarto ano do ensino fundamental.

Sobre a familiaridade com jogos 3D e RV, pode-se confirmar que os participantes são "nativos digitais", termo introduzido por Marc Prensky em 2001, referindo-se às gerações que cresceram imersas em tecnologias digitais desde a infância. De acordo com Prensky (PRENSKY, 2001), os nativos digitais são caracterizados por uma familiaridade intuitiva com dispositivos digitais e uma capacidade de multitarefa aprimorada. No entanto, a ideia de nativos digitais não é isenta de críticas. Alguns pesquisadores, como Kirschner e De Bruyckere (KIRSCHNER; DE BRUYCKERE, 2017), argumentam que a noção de nativos digitais é um mito e que não há evidências suficientes para suportar a existência de diferenças significativas nas habilidades tecnológicas entre gerações, sugerindo que a proficiência tecnológica é mais influenciada pelo contexto e pela educação do que pela mera exposição à tecnologia desde cedo. Conforme apresentado na Figura 34, impressiona a quantidade de participantes que jogam vídeo game, totalizando 87.7%, sendo que 38.5% jogam uma vez por semana e 32.3% jogam uma ou mais vezes por dia. Apenas 12.3% afirmaram nunca jogar vídeo game.

Ao perguntar para as crianças sobre as suas experiências anteriores com o uso de óculos de realidade virtual tivemos realidade diferente. Conforme a Figura 35, uma parte significativa dos participantes (29%) nunca usou óculos de RV e uma boa parte (26%) usou apenas uma vez, confrontando com um pouco menos da metade das crianças que usaram mais de uma vez (44.6%). Isso demonstra que apesar do potencial transformador da realidade virtual (RV) na educação, seu uso entre crianças ainda é limitado. Um dos principais desafios é o custo elevado dos dispositivos de RV, que pode ser proibitivo para muitas escolas e famílias. Cabe destacar que o Colégio Anchieta possui um público onde a maioria das famílias possui boas condições fi-

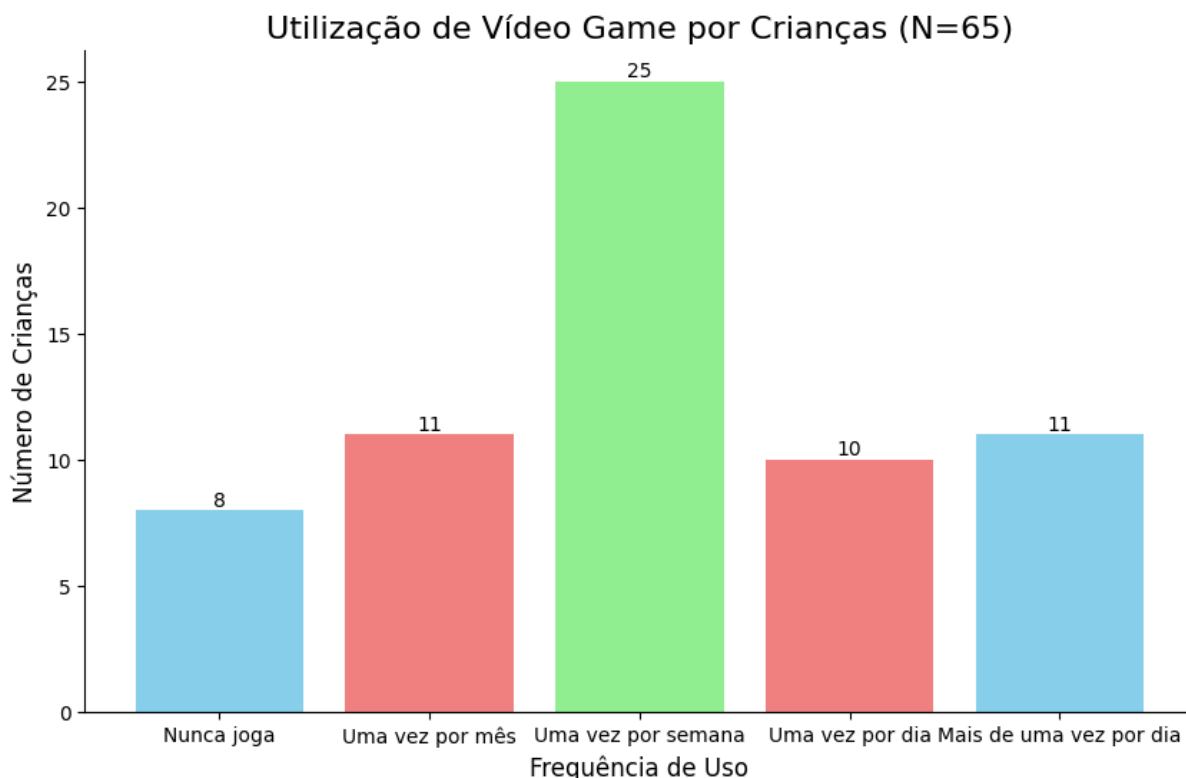


Figura 34: Uso de vídeo game. Fonte: Elaborada pelo autor.

nanceiras para possibilitar acesso as novas tecnologias aos seus filhos. Assim, conforme afirma Kaimara, Oikonomou e Deliyannis, o acesso a tecnologias avançadas como a RV é extremamente desigual e, mesmo quando os dispositivos estão disponíveis, é crucial que os materiais de RV sejam desenvolvidos com base nas necessidades e capacidades cognitivas das crianças, garantindo que sejam educativos e seguros (KAIMARA; OIKONOMOU; DELIYANNIS, 2022).

Destaca-se o fato da grande maioria das crianças 89% nunca visitou as ruínas de São Miguel. Diversos fatores contribuem para essa realidade, incluindo limitações financeiras, logísticas e curriculares. Um dos principais obstáculos é o custo financeiro associado às visitas a locais históricos de longa distância. Muitas escolas enfrentam restrições que dificultam a organização de excursões. Segundo Berg e Stolare, os custos de transporte, ingressos e supervisão adicional podem ser proibitivos para muitas famílias e instituições de ensino (BERG; STOLARE, 2024). Além disso, questões logísticas representam um desafio significativo. A organização de visitas a locais históricos requer planejamento detalhado e coordenação, o que pode ser difícil de implementar em um calendário escolar já apertado. Merry e Schinkel destacam que as restrições institucionais e a carga de trabalho dos professores muitas vezes limitam a capacidade de organizar essas atividades extracurriculares (MERRY; SCHINKEL, 2021). Essa constatação evidencia a importância de que o ambiente virtual Tekohá possibilite uma visita virtual as ruínas em versões futuras.

Quanto ao conhecimento sobre a missão jesuítica de São Miguel Arcanjo, prévio ao expe-

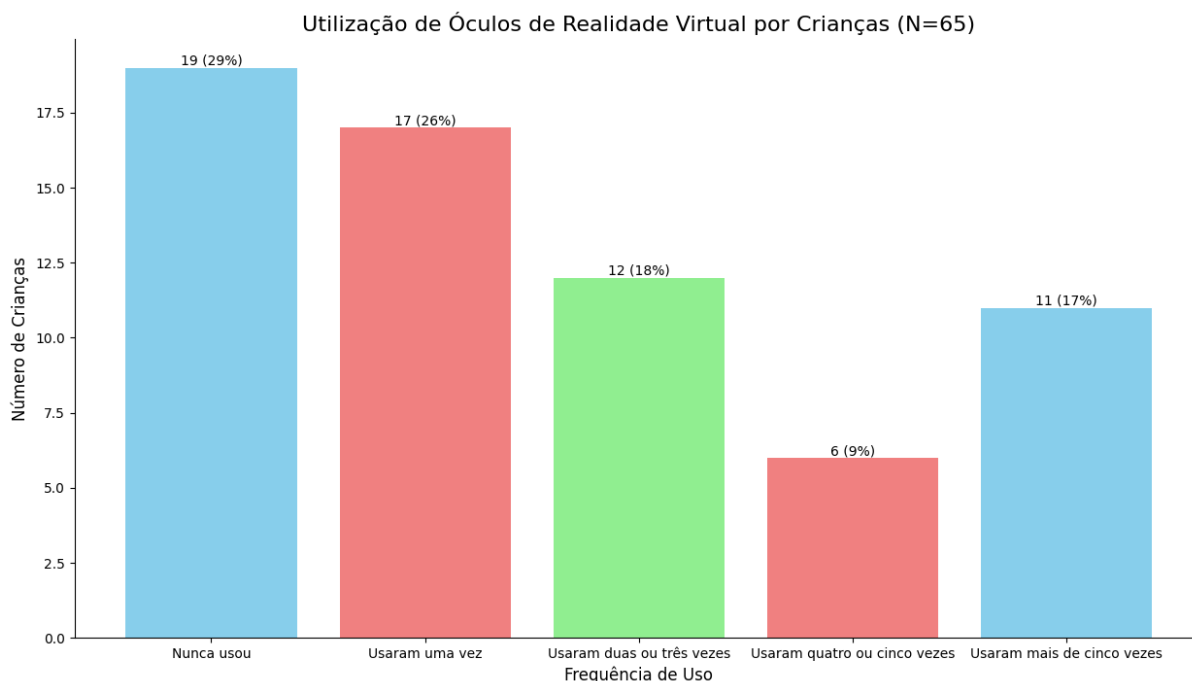


Figura 35: Uso de óculos de realidade virtual. Fonte: Elaborada pelo autor.

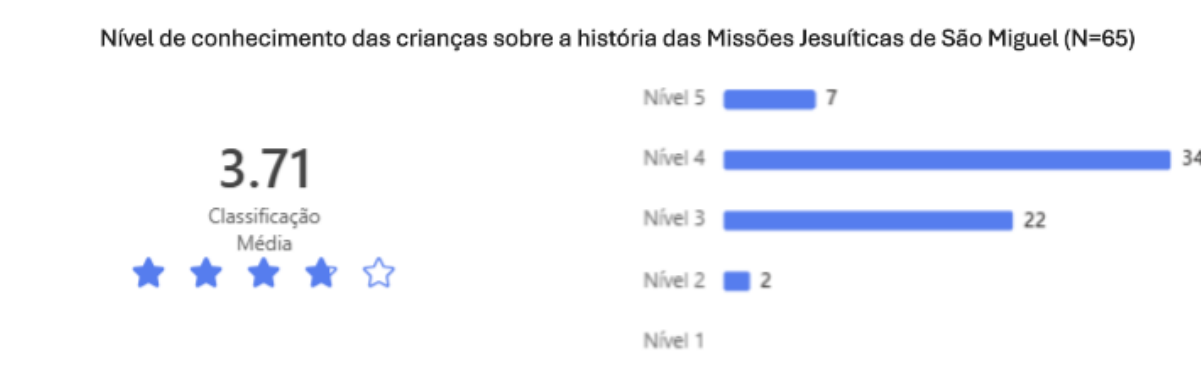


Figura 36: Conhecimento prévio sobre as missões jesuíticas. Fonte: Elaborada pelo autor.

rimento, os resultados foram bastante positivos. Através da escala Likert, foi perguntado aos alunos com qual o nível de conhecimento eles se identificavam sobre a história das missões jesuíticas de São Miguel, sendo o nível 1 (uma estrela) para quem se considerasse não saber nada sobre a história e o nível 5 (cinco estrelas) para quem considerasse saber tudo sobre a história de São Miguel das Missões. Como pode ser observado na Figura 36, a maior parte dos participantes (63.1%) afirmou ter um bom ou alto nível de conhecimento (níveis 4 e 5), 33.8% afirmaram ter nível de conhecimento mediano (nível 3) e apenas dois participantes afirmaram ter baixo nível de conhecimento (nível 2). Conforme esperado, nenhum participante afirmou não ter conhecimento algum sobre missão jesuítica de São Miguel Arcanjo.

O prévio estudo das missões jesuíticas de São Miguel em sala de aula se demonstrou importante na transmissão de conhecimento histórico e cultural para os alunos. Podemos eleger diversos fatores que contribuíram para esse sucesso, incluindo métodos de ensino eficazes e o



Figura 37: Reconhecimento da igreja São Miguel Arcanjo. Fonte: adaptada pelo autor.



Figura 38: Reconhecimento da Cruz Missioneira. Fonte: Adaptada pelo autor.

uso de recursos didáticos variados. Segundo Hattie, práticas de ensino bem estruturadas e a gestão eficaz da sala de aula são fundamentais para o sucesso acadêmico dos alunos (HATTIE, 2009). Indica que os professores utilizam abordagens interativas e participativas conseguindo engajar os alunos de maneira mais eficaz, facilitando a compreensão e a retenção de informações sobre as missões jesuíticas. Nas duas últimas perguntas do pré-questionário ficou evidente esta realidade, com a grande maioria das crianças acertando as respostas conforme as figuras 37 e 38.

Em resumo, conforme apresentado na Tabela 6, os participantes foram crianças, entre 9 e 10 anos, estudantes do quarto ano do ensino fundamental do Colégio Anchieta de Porto Alegre/RS, sendo a maioria jogadores frequentes de vídeo game que já utilizaram óculos de Realidade Virtual. Quanto ao conhecimento, prévio ao experimento, sobre as Missões de São Miguel de Arcanjo, poucos já visitaram as ruínas, mas a maior parte demonstrou bom nível de conhecimento.

Idade	9 anos 30 (46%)	10 anos 35 (54%)			
Gênero	Masculino 29 (45%)	Feminio 36 (55%)			
Ano escolar	4º ano 65 (100%)	5º ano 0 (0%)			
Vídeo game	Nunca 8 (12%)	1x/mês 11 (17%)	1x/semana 25 (39%)	1x/dia 10 (15%)	> 1x/dia 11 (17%)
Realidade Virtual	Nunca 19 (29%)	1 x 17 (26%)	2 ou 3 x 12 (18%)	4 ou 5 x 6 (9%)	> 5 x 11 (17%)
Conhecimento sobre as Missões	Nível 1 0 (0%)	Nível 2 2 (3%)	Nível 3 22 (34%)	Nível 4 34 (52%)	Nível 5 7 (11%)
Visita as ruínas	Sim 7 (11%)	Não 58 (89%)			
Igreja São Miguel Arcanjo	Acertos 60 (92%)	Erros 5 (8%)			
Cruz Missioneira	Acerto 64 (98%)	Erro 1 (2%)			

Tabela 6: Perfil dos participantes.

6.2 Pós-questionário

Essa seção apresenta os resultados obtidos através da aplicação de um questionário (Apêndice G), o qual os participantes responderam após a experiência imersiva de uso do ambiente virtual Tekohá. O objetivo foi avaliar a usabilidade e a aceitação da tecnologia de RV no contexto educacional, tendo como base o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). O modelo TAM tem sido eficaz na previsão da aceitação e uso de novas tecnologias em contextos educacionais, destacando fatores como a facilidade de uso percebida e a utilidade percebida (OR, 2024). Também foram incluídas questões para a avaliação do engajamento, sensação de presença e aprendizagem. As questões sobre engajamento foram adaptadas do partir do modelo de avaliação da satisfação GameFlow (SWEETSER; WYETH, 2005). Já as questões sobre presença foram baseadas no questionário de presença Slater-Usch-Steed (SUS) (SLATER; USOH; STEED, 1994). As questões sobre a aprendizagem foram elaboradas pelo autor, com base na sua experiência de longa data como professor de História.

Cabe destacar que as perguntas foram adaptadas para o público de crianças, garantindo clareza e adequação à faixa etária dos participantes e a sua aplicação foi realizada em computadores, proporcionando um ambiente familiar e acessível para as crianças. O questionário contou com 21 questões, sendo utilizado uma escala com cinco estrelas que permite que os participantes respondam cada questão em uma escala visual. Atribuiu-se os valores de um a cinco para cada ícone da escala, para que uma média das repostas pudesse ser calculada. Para cada objetivo de investigação, duas ou mais perguntas foram elaboradas, com diferentes redações e sequenciamento, com o objetivo de captar com maior precisão a opinião das crianças e detectar possível problemas de compreensão quanto ao enunciado das questões. Na última questão, foi solicitado ao participante a gravação de um depoimento, em áudio, sobre a experiência de uso

do ambiente virtual Tekohá. Os dados coletados foram analisados com base nos termos técnicos acadêmicos de usabilidade em RV, permitindo uma compreensão das percepções e experiências das crianças.

6.2.1 Questões sobre Usabilidade

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos no conjunto de questões cujo objetivo foi investigar a facilidade de aprender a usar e de usar o ambiente virtual Tekohá, adaptadas do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) (OR, 2024). Ao todo, seis questões foram formuladas, sendo duas sobre a facilidade de aprender a usar (Q1 e Q2), três sobre a facilidade de usar (Q3, Q4 e Q18) e uma sobre possível desconforto sentido pelo participante ao usar RV (Q12). Como é possível observar, os resultados para esse conjunto de questões foi bastante positivo, tendo mais de 50% dos participantes indicado cinco estrelas (muito fácil), com média superior a 4.25 (escala de 1 a 5) para todas as questões. Destaca-se que na Q12 uma estrela é o melhor resultado (nenhum desconforto), tendo mais de 60% dos participantes indicado essa resposta.

Questão	Uma Estrela	Duas Estrelas	Três Estrelas	Quatro Estrelas	Cinco Estrelas	Média
Q1 - O quão fácil foi aprender a usar o sistema?	0 (0%)	1 (1%)	5 (8%)	24 (37%)	35 (54%)	4,43
Q2 - Quão fácil seria ficar mais habilidoso no uso do sistema?	0 (0%)	2 (3%)	13 (20%)	17 (26%)	33 (51%)	4,25
Q3 - Quão fácil foi fazer o que você queria no sistema?	0 (0%)	1 (1%)	6 (9%)	26 (40%)	32 (50%)	4,37
Q4 - Quão fácil foi usar o sistema?	0 (0%)	0 (0%)	5 (8%)	16 (25%)	44 (67%)	4,60
Q18 - Quanto você conseguiu brincar com os brinquedos (miniaturas)?	2 (3%)	0 (0%)	5 (8%)	18 (28%)	40 (61%)	4,45
Q12 - Você sentiu desconforto enquanto usava o sistema?	40 (61%)	12 (19%)	4 (6%)	2 (3%)	7 (11%)	1,83

Tabela 7: Resultados das questões sobre usabilidade (Quantidade, Percentual e Média).

Os resultados indicam que a maioria das crianças considerou o ambiente virtual Tekohá fácil de aprender e de usar, características cruciais para a aceitação de novas tecnologias educacionais, especialmente entre crianças. Estudos indicam que a usabilidade de sistemas de RV pode influenciar significativamente a motivação e o engajamento dos alunos (KAVANAGH et al., 2023). Quando as crianças encontram o sistema fácil de usar, elas tendem a se sentir mais confiantes e dispostas a explorar o conteúdo educacional oferecido. Além disso, a maioria das crianças avaliou a facilidade de uso do Tekohá com pontuações bem altas na escala de estrelas. Isso sugere que o design intuitivo e a interface amigável do sistema contribuíram para uma experiência de aprendizado positiva. Pesquisas anteriores corroboram esses achados, destacando que interfaces bem projetadas são essenciais para a eficácia das tecnologias de RV na educação (VATS; JOSHI, 2024). Segundo Kavanagh, estudos indicam que sistemas de RV bem projetados

podem facilitar o aprendizado e a aquisição de habilidades, proporcionando uma experiência de usuário intuitiva e envolvente (KAVANAGH et al., 2023). Quando as crianças percebem que podem se tornar mais habilidosas com o uso contínuo do sistema, elas tendem a se sentir mais motivadas e engajadas no processo de aprendizado.

Esses resultados estão alinhados com estudos acadêmicos que apontam que sistemas de RV bem projetados para o público de crianças devem apresentar interfaces intuitivas, feedback imediato e elementos interativos simplificados (BAILENSEN, 2018; PARMAXI, 2020). A usabilidade da realidade virtual em contextos educacionais é um fator crítico para sua eficácia, pois influencia diretamente a aceitação da tecnologia pelas crianças e sua capacidade de foco e engajamento, garantindo que crianças e educadores possam se concentrar na experiência de aprendizado em si, e não na complexidade do sistema (MERCHANT et al., 2014). A facilidade de uso é um fator crítico para a adoção de qualquer tecnologia, especialmente na educação. Estudos como o de (RADIANTI et al., 2020) no *British Journal of Educational Technology* destacam a importância de interfaces intuitivas e controles simples para o sucesso do uso da RV em contextos educacionais. Os resultados, alinhados com a literatura acadêmica, sugerem que os sistemas de RV estão se tornando cada vez mais acessíveis para crianças. Isso abre um leque de oportunidades para a criação de experiências de aprendizado imersivas e envolventes, que podem auxiliar no desenvolvimento de habilidades e na aquisição de conhecimento de forma lúdica e eficaz.

A questão 12 também foi muito importante para a pesquisa por tratar dos possíveis desconfortos durante a imersão virtual, sendo uma estrela "não senti nada" e cinco estrelas "senti muito desconforto". Os resultados indicam que a maioria das crianças não sentiu desconforto significativo durante o uso do sistema. Contudo, sete participantes marcaram 5 estrelas, indicando ter sentido muito desconforto. A sensação de desconforto durante o uso de RV, frequentemente referida como "ciberenjoo" ou "cibersickness", é uma preocupação comum em estudos sobre a segurança e eficácia da RV. De acordo com um estudo publicado na *European Journal of Pediatrics*, a RV pode causar sintomas leves de ciberenjoo, como náusea e tontura, especialmente em crianças mais jovens. No entanto, esses sintomas geralmente não são severos o suficiente para interromper o uso da RV e tendem a desaparecer após a cessação da exposição (BEXSON; OLDFHAM; WRAY, 2024). Segundo Kaimara et al., a percepção de desconforto pode variar significativamente entre os indivíduos, dependendo de fatores como a qualidade do hardware, a duração da exposição e a sensibilidade individual. O estudo também sugere que a familiaridade com a tecnologia e a adaptação gradual podem reduzir a incidência de desconforto ao longo do tempo (KAIMARA; OIKONOMOU; DELIYANNIS, 2022).

A questão 18 tratou especificamente da facilidade de interação com miniaturas dos prédios. A média obtida foi de 4,45, sendo que 40 participantes classificaram com cinco estrelas e 18 com quatro estrelas. Esses resultados indicam que a forma de interação proporcionada no Tekohá, a partir do controle do óculos de realidade virtual, foi intuitiva e eficaz. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de a maioria das crianças participantes serem jogadores frequentes

de vídeo game. Jiang et al. e Roussou, afirmam que a interatividade e a tangibilidade dos objetos virtuais são cruciais para manter o interesse e a motivação das crianças (JIANG et al., 2025) e (ROUSSOU, 2004). Além disso, a pesquisa de Kavanagh et al. enfatiza que a RV pode melhorar significativamente a aprendizagem ao proporcionar experiências imersivas e interativas (KAVANAGH et al., 2023).

O olhar responsável para esses resultados é importante, pois indicam que a implementação de RV na educação de crianças pode ser bem-sucedida, desde que sejam tomadas precauções para minimizar o desconforto. Ajustes no design do hardware, sessões de uso curtas e a introdução gradual da tecnologia podem ajudar a reduzir a incidência de desconforto e aumentar a eficiência da RV entre as crianças.

6.2.2 Questões sobre Engajamento

Para investigar a motivação e o engajamento das crianças sobre o uso de RV no apoio ao aprendizado, cinco questões fizeram parte do pós-questionário, adaptadas do modelo de avaliação da satisfação GameFlow (SWEETSER; WYETH, 2005). A Tabela 8 apresenta os resultados.

Questão	Uma Estrela	Duas Estrelas	Três Estrelas	Quatro Estrelas	Cinco Estrelas	Média
Q7 - Quanto você acha que usar RV no colégio seria bom para os alunos?	0 (0%)	0 (0%)	8 (12%)	24 (37%)	33 (51%)	4,38
Q8 - Quanto você gostaria de usar RV no colégio?	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)	8 (12%)	56 (87%)	4,85
Q9 - Quanto você usaria RV no colégio	0 (0%)	0 (0%)	5 (8%)	21 (32%)	39 (60%)	4,52
Q10 - Quão divertido foi usar o sistema?	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)	8 (12%)	56 (87%)	4,85
Q17 - Quanto você gostou da personagem principal, a Apoema?	2 (3%)	1 (1%)	6 (9%)	16 (25%)	40 (62%)	4,40

Tabela 8: Resultados das questões sobre engajamento (Quantidade, Percentual e Média).

A questão 7 com a predominância das respostas nos níveis 4 e 5 sugerem que as crianças veem a RV como uma ferramenta potencialmente benéfica para o aprendizado confirmando o benefício para os alunos de sua escola. Isso está alinhado com estudos que destacam o potencial da RV para aumentar o interesse e a motivação dos alunos. Por exemplo, Freina e Ott (OTT; FREINA, 2015) afirmam que a RV pode proporcionar experiências imersivas que capturam a atenção dos estudantes, especialmente em contextos educacionais onde a prática e a visualização são essenciais. A ausência de respostas nos níveis 1 e 2 indica que as crianças não percebem a RV como uma ferramenta inútil ou desinteressante para o contexto escolar. Isso corrobora com pesquisas como a de Huang (HUANG; RAUCH; LIAW, 2010), que destacam que a RV pode promover um aprendizado ativo, permitindo que os alunos explorem conceitos complexos de forma interativa e envolvente. Os resultados da questão 7 refletem um forte interesse das crian-

ças pela integração da RV no ambiente escolar, com uma média de 4.38 e a maioria das respostas concentradas nos níveis mais altos da escala. No entanto, é crucial que a implementação dessa tecnologia seja feita de forma estratégica, considerando tanto os benefícios pedagógicos quanto os desafios práticos nas instituições de ensino. A RV pode ser uma ferramenta poderosa para transformar a educação, mas seu sucesso dependerá de um planejamento cuidadoso e de uma abordagem centrada nas necessidades dos alunos.

As questões 8 e 9 (Q8 e Q9) reiteram de forma individualizada o desejo dos alunos terem os recursos de RV disponíveis em sua formação e revelaram um alto nível de interesse por parte dos alunos. As classificações médias de 4,85 e 4,52 indicam um forte desejo das crianças em utilizar a RV no ambiente escolar. Ela pode ser adaptada para atender às necessidades de diferentes alunos, incluindo aqueles com dificuldades de aprendizado, promovendo uma educação mais inclusiva e equitativa (MAROUGKAS et al., 2024). Além disso, a RV pode ajustar a dificuldade das tarefas com base no desempenho do aluno, oferecendo desafios adequados ao seu nível de habilidade (VATS; JOSHI, 2024). Na tabela 8 confirma que isso é particularmente relevante em contextos em que a diversidade de habilidades e estilos de aprendizado é alta.

Na questão 10 (Q10), os dados sugerem uma percepção geral altamente positiva sobre a diversão proporcionada pelo sistema de RV. A diversão é um aspecto crucial na educação de crianças, pois está diretamente relacionada ao engajamento e à motivação dos alunos. De acordo com Lara-Alvarez et al., a RV pode aumentar significativamente o prazer dos alunos durante o aprendizado, proporcionando experiências imersivas e interativas que tornam o processo educacional mais envolvente. Além disso, a RV permite que as crianças explorem ambientes virtuais de forma lúdica, o que pode aumentar a retenção de informações e a satisfação com o aprendizado (LARA-ALVAREZ et al., 2023). Outro estudo, realizado por Maryani et al., destaca que a RV é frequentemente utilizada para criar simulações interativas e excursões virtuais, que são altamente apreciadas pelas crianças devido ao seu caráter divertido e envolvente. Essas experiências não apenas tornam o aprendizado mais agradável, mas também podem melhorar o desempenho acadêmico e a participação ativa dos alunos (MARYANI; KARIMI; FATHI, 2024). Esses números demonstrados na tabela 8 são promissores, pois indicam que a implementação de RV na educação de crianças pode ser bem-sucedida, desde que os sistemas sejam intuitivos e bem projetados. A diversão relatada pelos participantes pode incentivar uma adoção mais ampla dessa tecnologia nas escolas, potencializando os benefícios educacionais e tornando o aprendizado uma experiência prazerosa para as crianças.

Na questão 17 (Q17), a média de 4,40 indica uma alta aceitação da personagem Apoena entre as crianças. A maioria das respostas (40 crianças) classificou a personagem com a nota máxima de 5 estrelas, sugerindo que Apoena foi bem recebida e apreciada pela maioria dos participantes. Este resultado pode ser atribuído a diversos fatores, como o design da personagem, sua interação no ambiente virtual e a relevância de suas ações para a narrativa educacional. Apenas 3 crianças deram 1 ou 2 estrelas, o que pode sugerir que, embora a maioria tenha gostado da personagem, há uma pequena parcela que não se identificou ou não se envolveu com Apoena.

Este dado é importante para entender as variações nas preferências individuais e pode ser útil para ajustes futuros na criação de personagens. Conforme a tabela 8, a maioria das crianças (56 de 65) avaliando a Apoena com 4 ou 5 estrelas, sugere uma atribuição ao design envolvente e à capacidade da personagem Apoena de criar uma conexão emocional com os usuários, um fator crucial para o sucesso de personagens em ambientes de realidade virtual (KAVANAGH et al., 2023). A presença de uma personagem cativante como Apoena pode aumentar significativamente o engajamento e a motivação das crianças. Estudos indicam que personagens bem desenvolvidos em ambientes virtuais podem melhorar a experiência de aprendizado ao tornar as atividades mais atraentes e interativas (MAROUGKAS et al., 2024). A interação com personagens virtuais pode influenciar positivamente o desempenho educacional das crianças. A imersão proporcionada por personagens como Apoena pode facilitar a retenção de informações e a compreensão de conceitos complexos (KIM et al., 2017).

6.2.3 Questões sobre Presença

Para investigar a sensação de presença proporcionada pelo ambiente virtual Tekohá, duas questões fizeram parte do pós-questionário, adaptadas do questionário de presença SUS (SLATER; USOH; STEED, 1994). A Tabela 9 apresenta os resultados.

Questão	Uma Estrela	Duas Estrelas	Três Estrelas	Quatro Estrelas	Cinco Estrelas	Média
Q11 - Quanto a experiência pareceu real?	3 (5%)	2 (3%)	12 (18%)	29 (45%)	19 (29%)	3,91
Q19 - Quanto você conseguiu sentir que esteve nas missões Jesuíticas?	1 (1%)	0 (0%)	8 (12%)	28 (42%)	29 (45%)	4,26

Tabela 9: Resultados das questões sobre sensação de presença (Quantidade, Percentual e Média).

Os resultados para a questão 11 (Q11) sugerem uma percepção geral positiva, mas com espaço para melhorias na sensação de realismo proporcionada pelo sistema de RV. A sensação de realismo é um aspecto crucial na eficácia da RV na educação. De acordo com um estudo publicado recentemente na *Education and Information Technologies*, a RV pode criar ambientes de aprendizagem altamente imersivos que simulam situações do mundo real, o que pode aumentar a retenção de informações e a aplicação prática do conhecimento. No entanto, o estudo também destaca que a qualidade gráfica e a interatividade do sistema são fatores determinantes para a percepção de realismo (JIANG et al., 2025). Em nosso estudo optamos em reproduzir um ambiente mais realista nas estruturas arquitetônicas do ambiente, deixando os personagens com uma forma mais próxima do que existe nos ambientes animados como os atuais longas metragens com traços mais suaves nos rostos usando técnicas *low-poli*. A RV é frequentemente utilizada para simular experiências que seriam difíceis ou impossíveis de replicar no ambiente físico, como viagens espaciais, explorações submarinas e lugares inexistentes com poucas referências. Essas simulações podem ser altamente eficazes em termos educacionais, mas a percepção de

realismo pode variar dependendo da tecnologia utilizada e da familiaridade dos alunos com o conteúdo apresentado (KAVANAGH et al., 2023). A média de 3,91 sugere uma resposta positiva dos participantes, mas também indica que há espaço para melhorias na tecnologia de RV para tornar as experiências ainda mais realistas. Essa média se torna importante, pois indica que, embora a RV seja uma ferramenta promissora na educação de crianças, há necessidade de aprimoramentos contínuos para aumentar a sensação de realismo.

A questão 19 (Q10) foi especificamente uma análise do senso de presença nas Missões Jesuíticas de São Miguel nos séculos XVIII e XIX durante a imersão, e revela *insights* valiosos sobre a eficácia dessa tecnologia no contexto educacional. O senso de presença, definido como a sensação de "estar lá" em um ambiente virtual, é um dos pilares da experiência imersiva proporcionada pela RV (SLATER; WILBUR, 1997). Segundo Slater e Wilbur, a imersão tecnológica e a ilusão de presença são fatores críticos para o sucesso de aplicações em RV, especialmente em contextos educacionais, onde a experiência sensorial pode ampliar a compreensão de conteúdos históricos e culturais. No caso das Missões Jesuíticas de São Miguel, a reconstrução virtual do ambiente histórico permitiu que as crianças vivenciassem o cotidiano do século XVIII e XIX, promovendo uma conexão emocional e cognitiva com o passado. A média de 4.26 na escala Likert sugere que a maioria das crianças experimentou um alto nível de presença, corroborando estudos que destacam a eficácia da RV para criar experiências educacionais envolventes (THE CAMBRIDGE HANDBOOK OF MULTIMEDIA LEARNING, 2014). Segundo Slater e Sanchez-Vives, a presença é definida como a sensação de "estar lá" no ambiente virtual, o que pode aumentar o engajamento e a retenção de informações. No caso das Missões Jesuíticas de São Miguel, a alta classificação média sugere que a maioria das crianças sentiu-se significativamente imersa na experiência histórica, o que pode ser atribuído à capacidade da RV de criar ambientes tridimensionais interativos e realistas (SLATER; SANCHEZ-VIVES, 2016). A distribuição das respostas, com 28 crianças atribuindo nota 5 e outras 28 atribuindo nota 4, indica que mais de 80 por cento dos participantes sentiram-se significativamente imersos no ambiente virtual. Apenas 8 crianças atribuíram nota 3, enquanto nenhuma criança atribuiu nota 2 e apenas 1 criança atribuiu nota 1. Esses dados sugerem que a experiência foi bem-sucedida para a grande maioria, mas também apontam para a necessidade de investigar os fatores que podem ter limitado a sensação de presença para alguns participantes.

A literatura recente destaca que o senso de presença em RV é influenciado por diversos fatores, incluindo a qualidade gráfica, a interatividade, a narrativa e a familiaridade do usuário com a tecnologia (CUMMINGS; BAIENSON, 2015). No caso do resultado em questão, é possível que a alta pontuação média reflita a qualidade da reconstrução virtual das Missões Jesuíticas, que incluiu elementos visuais e sonoros detalhados para recriar o ambiente histórico. Além disso, a interatividade, como a capacidade de explorar o espaço virtual e interagir com objetos, pode ter contribuído para a sensação de imersão. No entanto, a presença de uma criança que atribuiu nota 1 e outras 8 que atribuíram nota 3 sugere que fatores individuais, como dificuldades técnicas, falta de familiaridade com a tecnologia ou até mesmo diferenças na capa-

cidade de imaginação, podem ter impactado a experiência (THE CAMBRIDGE HANDBOOK OF MULTIMEDIA LEARNING, 2014). Esses casos destacam a importância de personalizar a experiência de RV para atender às necessidades de todos os alunos, garantindo que a tecnologia seja acessível e inclusiva.

A alta média de senso de presença observada na pesquisa reforça o potencial da RV como uma ferramenta educacional poderosa, especialmente para o ensino de história e cultura. A imersão em ambientes históricos, como as Missões Jesuíticas, permite que os alunos vivenciem eventos e contextos que seriam inacessíveis de outra forma, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo (DALGARNO; LEE, 2010b). Além disso, a experiência imersiva pode despertar o interesse e a curiosidade dos alunos, incentivando o aprendizado ativo e a exploração.

6.2.4 Questões sobre a Aprendizagem

A Tabela 10 apresenta os resultados das questões qualitativas sobre o aprendizado da Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo. Cabe destacar que essas questões foram elaboradas pelo autor, que é professor do Colégio Anchieta e possui formação em História.

Questão	Uma Estrela	Duas Estrelas	Três Estrelas	Quatro Estrelas	Cinco Estrelas	Média
Q5 - Quanto você acha que usar esse sistema ajuda no aprendizado sobre as Missões Jesuítas?	0 (0%)	0 (0%)	2 (3%)	18 (28%)	45 (69%)	4,66
Q6 - Quanto você acha que usar RV ajuda no aprendizado?	0 (0%)	1 (1%)	7 (11%)	28 (42%)	29 (46%)	4,31
Q13 - Quanto você aprendeu sobre as Missões usando o sistema?	0 (0%)	4 (6%)	8 (12%)	23 (35%)	30 (47%)	4,22
Q14 - Quanto você aprendeu sobre o Cotiguaçu?	1 (1%)	0 (0%)	13 (20%)	28 (43%)	23 (36%)	4,11
Q15 - Quanto você aprendeu sobre o Cabildo?	2 (2%)	5 (8%)	14 (22%)	26 (40%)	18 (28%)	3,82
Q16 - Quanto você aprendeu sobre a arte missioneira?	0 (0%)	1 (1%)	6 (9%)	23 (35%)	35 (55%)	4,42
Q20 - Como você classificaria a utilidade do jogo para aprender sobre as Missões jesuíticas?	0 (0%)	0 (0%)	3 (5%)	17 (26%)	45 (69%)	4,65

Tabela 10: Resultados das questões sobre o aprendizado (Quantidade, Percentual e Média).

A questão 5 (Q5) investigou em que grau cada participante entende que o sistema Tekohá ajuda no aprendizado sobre as Missões Jesuítas, os resultados da Q5 sugerem que a maioria das crianças percebeu a RV como uma ferramenta muito útil para o aprendizado sobre as missões jesuíticas. Estudos indicam que a RV permite que os alunos explorem ambientes históricos de maneira mais envolvente, o que pode ser particularmente benéfico para o ensino de temas complexos como a história das missões jesuíticas (COHEN; COLOMBO, 2014). Além disso, a RV oferece uma oportunidade única para recriar cenários históricos com alta fidelidade, permitindo

que os alunos vivenciem eventos passados de uma maneira que seria impossível através de métodos tradicionais de ensino (VATS; JOSHI, 2024). Isso não só enriquece o aprendizado, mas também promove habilidades críticas como o pensamento analítico e a resolução de problemas.

A questão 6 (Q6) investigou quanto o participante acha que usar RV, de maneira geral, ajuda no aprendizado, demonstrando que a grande maioria das crianças percebeu um impacto significativo da RV no aprendizado e entende que essa tecnologia poderia ser utilizada como apoio no aprendizado de outros conteúdos. A RV pode melhorar a retenção de informação e proporcionar uma experiência de aprendizado mais imersiva e interativa (MAKRANSKY; PETERSEN, 2021). A imersão promovida pela RV facilita a compreensão de conceitos abstratos e complexos, tornando-os mais tangíveis para as crianças (DALGARNO; LEE, 2010b). Além disso, a interatividade oferecida pela RV tem sido associada a um maior engajamento dos alunos e ao desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores (FOWLER, 2015).

A pergunta 13 (Q13), a classificação média obtida foi de um alto nível de eficácia da imersão virtual no processo de aprendizagem, os dados sugerem que a maioria das crianças avaliou positivamente a experiência, atribuindo notas 4 ou 5 estrelas. A ausência de respostas no nível 1 e o baixo número de respostas nos níveis 2 e 3 reforçam a eficácia da RV como recurso educacional. A capacidade da RV de se adaptar a diferentes contextos educacionais é crucial. Segundo Cohen et al., a RV permite que os alunos explorem ambientes históricos de maneira mais envolvente, o que pode ser particularmente benéfico para o ensino de temas complexos como a história das missões jesuíticas (COHEN; COLOMBO, 2014). Essas observações destacam a eficácia e os desafios do uso da RV na educação, especialmente no contexto do aprendizado sobre as missões jesuíticas. A questão Q13 sugere que, com a abordagem correta, a RV pode ser uma ferramenta poderosa para enriquecer o aprendizado e engajar os alunos de maneira significativa.

As questões 14 (Q14) e 15 (Q15) falavam sobre algumas estruturas arquitetônicas importantes nas missões jesuíticas como o “Cotiguaçu” e o “Cabildo”. A questão 14, apresentou resultados promissores em relação ao aprendizado sobre o Cotiguaçu que no contexto das missões jesuíticas era o espaço destinado a habitação permanente das mulheres recolhidas, viúvas e órfãs, ou de permanência temporária, quando os maridos estivessem prestando serviços externos ou em missões militares (CUSTÓDIO, 2002). Os resultados da Q14 sugerem que a experiência de realidade virtual proporcionou um aprendizado significativo sobre o Cotiguaçu para a maioria das crianças participantes. A alta concentração de respostas nos níveis 4 e 5 indica que a imersão na história das missões jesuíticas através da realidade virtual foi eficaz em transmitir conhecimento sobre o tema. A ausência de respostas no nível 2 e a baixa incidência no nível 1 reforçam a eficácia da ferramenta de realidade virtual como recurso educacional. A experiência imersiva pode ter facilitado a compreensão e o engajamento das crianças com o conteúdo histórico, contribuindo para o aprendizado. Na Q15, os resultados revelaram um panorama interessante, juntando os níveis 5 (com 18 crianças) e 4 (com 26 crianças) foram 44 crianças que classificaram seu aprendizado como "aprendi muito" ou o bastante, indicando que a experiên-

cia com a realidade virtual foi razoável na transmissão de conhecimento sobre o Cabildo. A classificação média sugere que a experiência de realidade virtual proporcionou um aprendizado razoável sobre o Cabildo para a maioria das crianças participantes. Embora a maioria das respostas se concentre nos níveis 4 e 5, indicando um aprendizado positivo, a presença de respostas nos níveis 2 e 1 sugere que nem todas as crianças tiveram o mesmo nível de aproveitamento. Apenas 7 crianças indicaram ter aprendido pouco ou nada sobre o Cabildo, o que pode ser atribuído a diversos fatores como dificuldades técnicas com o equipamento, falta de familiaridade com a temática ou diferentes estilos de aprendizagem.

Isso aponta para a necessidade de aprimorar a tecnologia, o conteúdo e a metodologia utilizada, buscando atender às necessidades e características de cada aluno. Alguns fatores devem ser considerados como a complexidade do tema, o design da experiência de realidade virtual e os interesses individuais de cada criança. O Cabildo pode ser um tema complexo para crianças, com conceitos e informações que exigem um maior nível de abstração e conhecimento histórico. A forma como a experiência de realidade virtual foi projetada e implementada pode ter influenciado o aprendizado das crianças, como o uso de brinquedos (*puzzles*) durante a explicação da personagem Apoena sobre o assunto. O nível de interesse e conhecimento prévio das crianças sobre história e missões jesuíticas pode ter afetado o engajamento e o aprendizado.

A literatura acadêmica apoia esses achados, destacando que a RV pode aumentar significativamente o engajamento e a motivação dos alunos, proporcionando experiências imersivas e interativas que facilitam a retenção do conhecimento (KAVANAGH et al., 2023) e (VATS; JOSHI, 2024). Estes estudos indicam que a RV permite que os alunos explorem ambientes históricos de maneira mais envolvente, o que pode ser particularmente benéfico para o ensino de temas complexos como a história das missões jesuíticas (COHEN; COLOMBO, 2014). Além disso, a RV oferece uma oportunidade única para recriar cenários históricos com alta fidelidade, permitindo que os alunos vivenciem eventos passados de uma maneira que seria impossível através de métodos tradicionais de ensino (VATS; JOSHI, 2024). Isso não só enriquece o aprendizado, mas também promove habilidades críticas como o pensamento analítico e a resolução de problemas.

A questão 16 (Q16) investigou o uso da realidade virtual (RV) como ferramenta educacional para o ensino da Arte Missioneira às crianças e revelou resultados significativos, especialmente no que diz respeito ao aprendizado e engajamento dos participantes. A distribuição das respostas foi a seguinte: 35 crianças atribuíram o nível 5, 23 crianças o nível 4, 6 crianças o nível 3, 1 criança o nível 2 e nenhuma criança selecionou o nível 1. Esses dados sugerem que a imersão em realidade virtual foi eficaz para a maioria dos participantes, com 85 por cento das crianças (níveis 4 e 5) relatando um aprendizado significativo. Apenas uma criança demonstrou um aprendizado abaixo da média (nível 2), e nenhuma criança afirmou não ter aprendido nada, o que reforça a eficácia da metodologia.

A alta adesão ao nível 5 (35 crianças) pode ser atribuída à capacidade da RV de proporcionar experiências imersivas e interativas, que facilitam a compreensão de conceitos históricos e culturais complexos, como a Arte Missioneira. Segundo estudos, a RV permite uma maior

retenção de conhecimento ao estimular múltiplos sentidos e criar conexões emocionais com o conteúdo (MORA et al., 2017). Além disso, a imersão em ambientes virtuais que recriam o contexto histórico das missões jesuíticas pode ter contribuído para uma maior identificação das crianças com o tema, aumentando seu interesse e engajamento.

A presença de 23 crianças no nível 4 também é relevante, pois indica que, embora não tenham alcançado o nível máximo de aprendizado, a experiência foi altamente positiva. Esse grupo pode representar crianças que se beneficiaram da imersão, mas que, por fatores como familiaridade prévia com o tema ou dificuldades de adaptação à tecnologia, não atingiram o nível 5. Já as 6 crianças no nível 3 e a única criança no nível 2 podem refletir limitações individuais no uso da tecnologia ou a necessidade de ajustes na metodologia para atender a diferentes estilos de aprendizagem.

A ausência de respostas no nível 1 é um indicativo forte de que a RV foi eficaz em garantir um mínimo de aprendizado para todas as crianças. Isso corrobora a ideia de que a tecnologia, quando bem aplicada, pode democratizar o acesso ao conhecimento e reduzir desigualdades educacionais (SALMON, 2019). No contexto da Arte Missioneira, a RV permitiu que as crianças vivenciassem aspectos culturais e históricos de forma dinâmica, superando as limitações de métodos tradicionais, como aulas expositivas ou leituras.

Na questão 20 (Q20), a imersão proporcionada pela RV permite que as crianças vivenciem, de forma interativa, o contexto histórico e cultural das Missões Jesuíticas, que foram instituições fundamentais no século XVIII e XIX na região dos Sete Povos das Missões, no Rio Grande do Sul. A experiência imersiva pode facilitar a compreensão de aspectos como a organização social, a arquitetura, a religiosidade e o cotidiano dessas comunidades, elementos que são difíceis de serem transmitidos apenas por meio de métodos tradicionais de ensino. A RV, ao simular ambientes e situações históricas, promove um engajamento emocional e cognitivo que potencializa a aprendizagem. A alta classificação média de 4,65 e a predominância das respostas nos níveis 4 e 5 indicam que a RV é percebida como uma ferramenta altamente eficaz para o ensino de história. Isso corrobora estudos recentes que destacam o potencial da RV para a educação, especialmente no que diz respeito à motivação e ao envolvimento dos alunos. Segundo Radianti et al., a RV pode aumentar a retenção de conhecimento e a capacidade de resolução de problemas, pois oferece uma experiência prática e envolvente (RADIANTI et al., 2020). No caso das Missões Jesuíticas, a possibilidade de "visitar" virtualmente os espaços históricos e interagir com elementos da época pode ter contribuído para a alta avaliação positiva.

Além disso, a ausência de respostas nos níveis 1 e 2 sugere que a RV foi bem recebida por todas as crianças, sem rejeições significativas. Isso pode indicar que a tecnologia foi adequadamente adaptada ao público de crianças, considerando suas necessidades cognitivas e emocionais. Conforme apontado por Freina e Ott, a RV é particularmente eficaz quando o conteúdo é adaptado ao nível de desenvolvimento do usuário, garantindo que a experiência seja acessível e engajadora (OTT; FREINA, 2015).

No contexto específico das Missões Jesuíticas, a RV pode ser uma ferramenta valiosa para

superar as limitações geográficas e temporais. Muitas crianças não têm a oportunidade de visitar os sítios históricos das Missões, e a RV oferece uma alternativa viável para aproximá-las desse patrimônio cultural. A imersão em ambientes virtuais que recriam a arquitetura barroca, as atividades cotidianas e os rituais religiosos das Missões pode proporcionar uma compreensão mais profunda e significativa desse período histórico (HU-AU; LEE, 2018). No entanto, é importante considerar que a eficácia da RV na educação depende não apenas da tecnologia, mas também do design pedagógico. A integração de atividades reflexivas e discussões pós-experiência pode ampliar os benefícios da imersão, ajudando os alunos a contextualizar e interpretar o que vivenciaram (THE CAMBRIDGE HANDBOOK OF MULTIMEDIA LEARNING, 2014). Além disso, a formação dos professores para utilizar a RV de maneira eficaz é essencial para maximizar o impacto educacional.

Em síntese, os resultados do pós-questionário indicam que a RV é uma ferramenta altamente útil para o ensino sobre as Missões Jesuítas, especialmente no contexto de crianças. A alta classificação média e a predominância de respostas positivas reforçam o potencial da RV para transformar a educação histórica, tornando-a mais interativa, envolvente e eficaz. Futuras pesquisas poderiam explorar o impacto a longo prazo dessa tecnologia na retenção de conhecimento e no desenvolvimento de habilidades críticas relacionadas ao pensamento histórico.

6.2.5 Depoimentos em áudio

A questão 21 revelou insights valiosos a partir dos depoimentos das 65 crianças que participaram da experiência imersiva. A pergunta era: "Explique com as suas palavras o que você achou da experiência" e foi respondida por meio de gravações de áudio individuais, permitindo uma análise qualitativa rica e detalhada. A seguir os depoimentos de 4 crianças participantes:

- “Eu achei muito legal, porque parece muito real, e dá pra pegar os brinquedinhos e girar. É muito legal, também eu gostei muito da personagem principal, porque a voz dela é intuitiva. E é isso, gostei muito.”
- “Bom, eu gostei bastante, porque parece real, mas os personagens não são muito reais. Mas é bem legal, a gente aprende, gostei muito das coisas que falaram. Acho que a parte que eu mais gostei foi quando eu cheguei a hora do padre com as crianças do canto.”
- “Eu gostei muito de ter essa experiência, porque eu achei muito importante ter isso no colégio, porque a gente aprende bastante, a gente aprende mais porque a gente só aprende nos polígrafos. A Apoena fala bastante, mostra várias coisas que eles fazem, tipo, é um negócio de madeira, é muito legal, aí ela mostra lá um dos padres e aí tem coral e a gente pode interagir com coral, e é muito legal.”
- “Achei a experiência muito legal, eu só achei que quando eu botei o *Headset* ficou meio embaçado, acho que a qualidade era muito boa, mas daí foi ficando melhor. Mesmo

assim achei muito legal, aprendi muito, é um jeito muito interessante de aprender, muito interessante, muito legal, muito diferente e eu gostaria muito que tivesse mais isso e acho que é mais isso.”

Os depoimentos das crianças indicaram uma recepção na sua maioria positiva em relação ao uso da RV na educação. As crianças relataram sentimentos de entusiasmo, curiosidade e engajamento durante a experiência. Muitos mencionaram que a RV tornou o aprendizado mais divertido e interessante, destacando a capacidade da tecnologia de transformar conteúdos abstratos em experiências concretas e visuais. Mas também tivemos observações de desconforto em relação ao equipamento, ou até mesmo pela falta de experiência da criança.

Como observado anteriormente nos estudos de Freina, a RV pode aumentar a motivação dos alunos ao proporcionar uma experiência de aprendizado mais interativa e envolvente (OTT; FREINA, 2015). As crianças mencionaram que a visualização de conceitos em um ambiente virtual ajudou na melhor compreensão do conteúdo. Elas relataram que a possibilidade de "ver" e "experimentar" os conceitos facilitou a memorização e o entendimento. A literatura acadêmica apoia essa afirmação, sugerindo que a RV pode melhorar a retenção de informações ao permitir que os alunos interajam com o material de forma mais direta e prática (MERCHANT et al., 2014).

Alguns depoimentos destacaram a oportunidade interagir em ambientes virtuais. As crianças apreciaram a possibilidade de conhecer como era a vida nas missões jesuíticas, destacando o fato de a personagem principal, a Apoema, ser uma pré adolescente que passou confiança em resolver problemas da imersão juntos, o que promoveu um senso de comunidade e cooperação. A análise dos depoimentos das crianças revela que a realidade virtual tem um impacto positivo significativo na educação, especialmente em termos de engajamento, compreensão e colaboração. No entanto, é importante considerar as barreiras tecnológicas e a necessidade de formação adequada para os professores, a fim de maximizar os benefícios dessa tecnologia na educação.

6.3 Avaliação da Aprendizagem

Essa seção apresenta os resultados de uma avaliação que mediu o conhecimento das crianças sobre a história da Missão Jesuítica de São Miguel, uma semana após a imersão em RV com o ambiente virtual Tekohá. Participaram dessa avaliação as 130 crianças das turmas da tarde do 4º ano do ensino fundamental, tendo o grupo que usou o sistema em RV Tekohá (62) como o que não usou (68), com o objetivo de comparar os conhecimentos adquiridos com e sem o uso de RV. Cabe destacar que das 65 crianças que participaram do grupo de controle, três faltaram no dia da avaliação e foram descartadas da análise final, por não terem concluído todas as etapas necessárias.

A avaliação foi feita de forma digital, através do aplicativo Microsoft Forms, e contou com 12 questões (Apêndice H). Duas questões para a identificação da criança (nome e turma) e as 10 subsequentes sobre o conteúdo da Missão Jesuítica de São Miguel. As questões foram variadas

entre objetivas de uma alternativa correta ou incorreta, sentenciadas com verdadeiro ou falso e descritivas. Conforme informado anteriormente, as questões foram elaborados com base na experiência do autor, que é professor do colégio e formado em História.

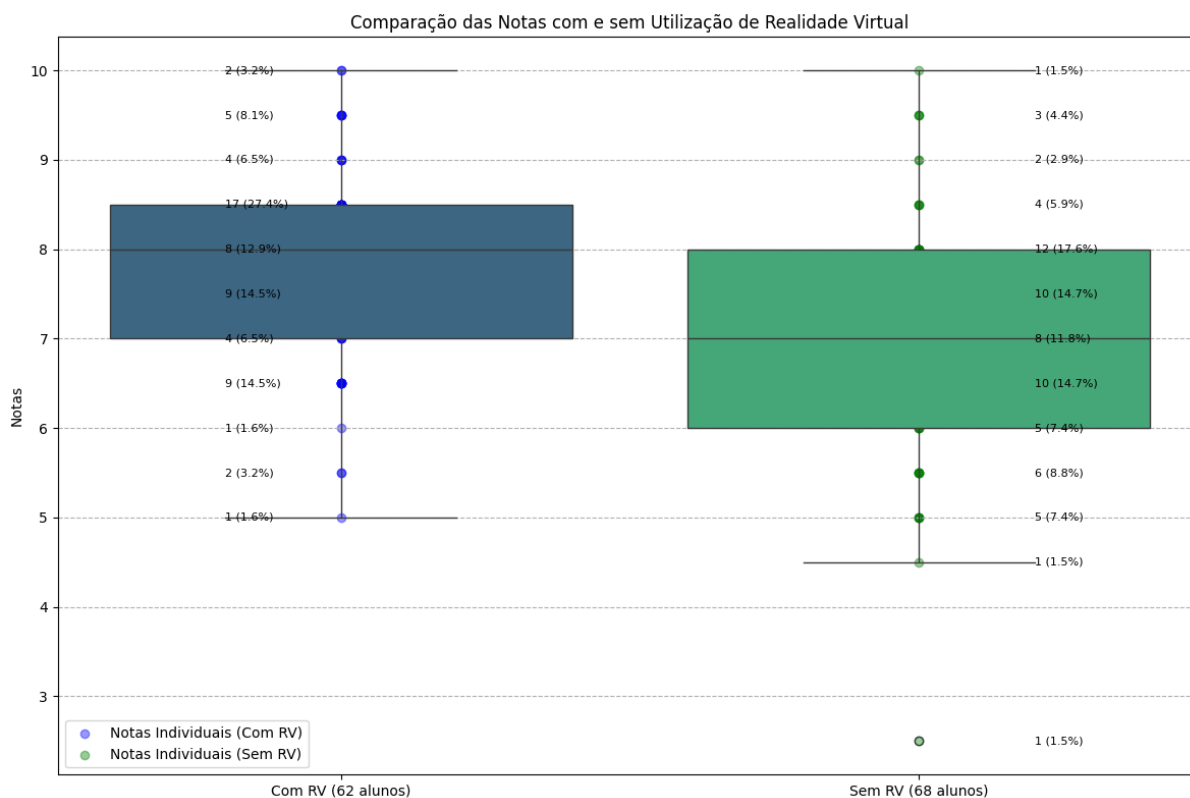


Figura 39: Boxplot das notas dos alunos que usaram e dos que não usaram o ambiente virtual Tekohá. Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme pode ser observado na Figura 39, o desempenho do grupo que usou RV (média 7,82) foi superior ao desempenho do grupo que não usou (média 7,02). Esses resultados indicam que a utilização da RV mostrou-se eficaz em aumentar o aprendizado e a retenção dos conhecimentos dos participantes. Estudos indicam que a imersão proporcionada pela RV pode tornar o aprendizado mais atraente e memorável, facilitando a compreensão de conceitos complexos e históricos (OTT; FREINA, 2015). A RV pode melhorar o desempenho acadêmico ao proporcionar experiências de aprendizado mais interativas e envolventes podendo contribuir para o desenvolvimento cognitivo das crianças, estimulando habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade. A imersão em ambientes virtuais permite uma exploração mais profunda e significativa dos conteúdos históricos (DEDE, 2014). A retenção de conhecimento é um aspecto crucial a ser considerado. Estudos sugerem que a RV pode melhorar a retenção de informações ao permitir que os alunos vivenciem os eventos históricos de forma mais realista e interativa (MAROUGKAS et al., 2023).

As crianças que tiveram a experiência imersiva proporcionada pela RV parecem ter adquirido um conhecimento mais aprofundado ou retiveram a informação de forma mais eficaz em comparação com o grupo que recebeu o ensino tradicional. Essa diferença pode ser atribuída

a diversos fatores inerentes à tecnologia da realidade virtual. A imersão e a interatividade oferecidas pela RV podem ter aumentado o engajamento das crianças com o conteúdo histórico, tornando o aprendizado mais significativo e memorável. A possibilidade de “visitar” virtualmente e de interagir com representações do passado pode ter proporcionado uma compreensão mais concreta e contextualizada da história das Missões Jesuíticas.

Os resultados indicam que a RV pode ser uma ferramenta pedagógica valiosa para o ensino de história, especialmente para crianças. Ao oferecer uma experiência mais vívida e interativa, a RV pode auxiliar na construção do conhecimento histórico de maneira mais eficaz do que os métodos tradicionais de ensino. Apesar dos benefícios, a implementação da RV na educação enfrenta desafios, como o custo dos equipamentos e a necessidade de treinamento adequado para os professores. Além disso, é essencial garantir que o conteúdo seja apropriado e seguro para o público de crianças (OTT; FREINA, 2015).

As figuras 40, 41 e 42 apresentam a distribuição geral de notas, bem como a distribuição das notas dos alunos que usaram RV e dos que não usaram RV, respectivamente.

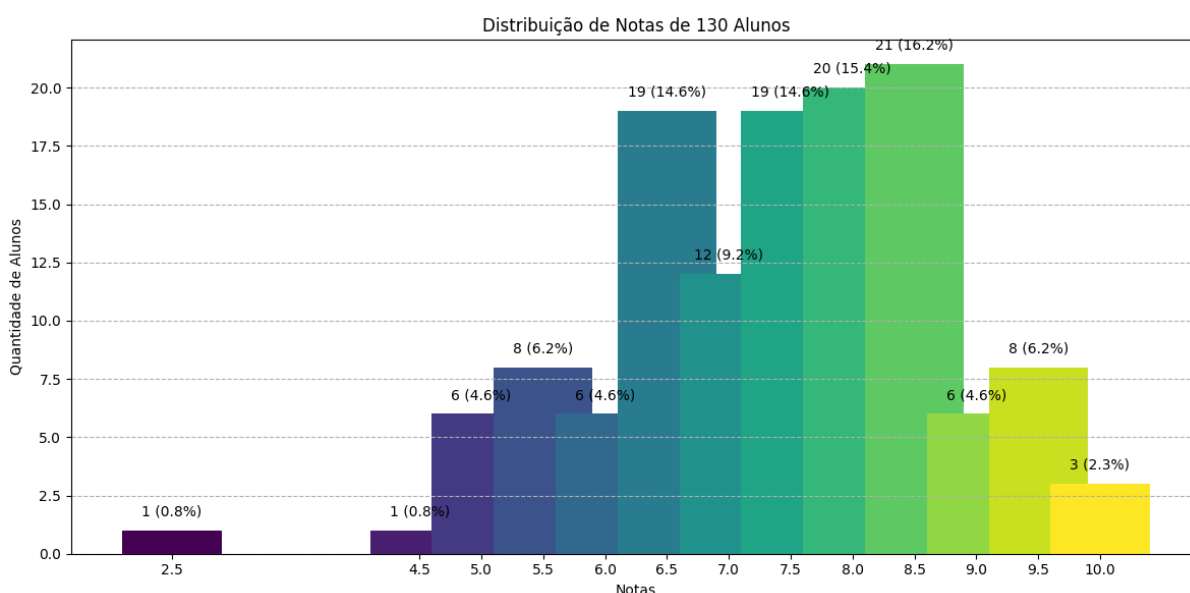


Figura 40: Distribuição geral das notas dos participantes. Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3.1 Testes de Hipótese

A aplicação de testes estatísticos é fundamental para a validação dos resultados em estudos científicos. Segundo Akpan (AKPAN, 2023), a escolha adequada do teste estatístico é crucial para a análise correta dos dados e a extrapolação dos resultados para a população estudada. Além disso, a frequência do uso adequado dos testes estatísticos em artigos científicos é um indicador importante da qualidade metodológica das pesquisas, conforme destacado por autores como Keselman et al. (KESELMAN et al., 1998).

Os testes estatísticos são fundamentais para confirmar se uma determinada hipótese nula

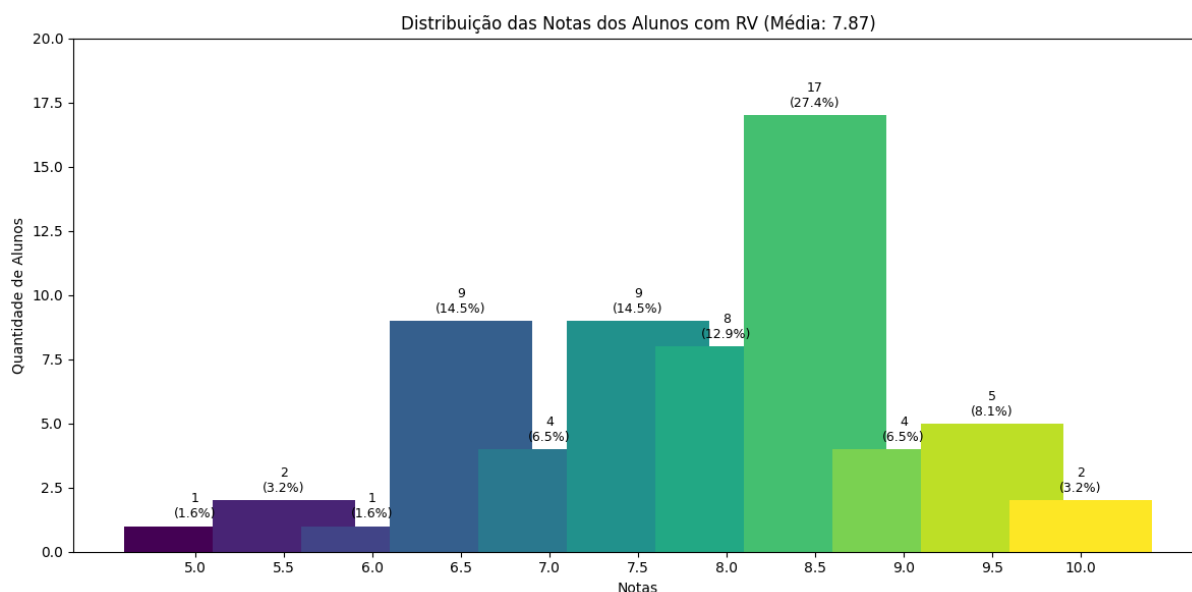


Figura 41: Distribuição das notas dos alunos que utilizaram RV. Fonte: Elaborada pelo autor.

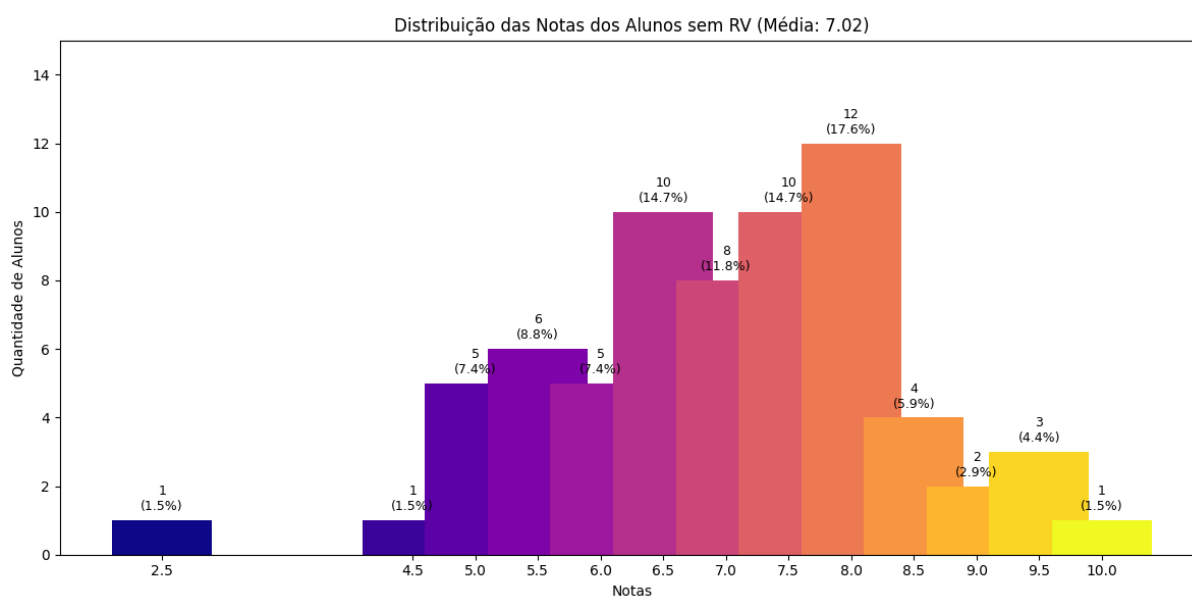


Figura 42: Distribuição das notas dos alunos que não utilizaram RV. Fonte: Elaborada pelo autor.

(H_0) pode ser rejeitada. Neste estudo, avaliamos o impacto do uso do ambiente virtual Tekohá na aprendizagem das crianças sobre as missões jesuíticas de São Miguel.

Definição das Hipóteses:

- H_0 (hipótese nula): Não existe diferença na aprendizagem entre as crianças que usaram e as que não usaram o ambiente virtual Tekohá.
- H_1 (hipótese alternativa): Existe diferença na aprendizagem entre as crianças que usaram e as que não usaram o ambiente virtual Tekohá.

Para testar a normalidade das amostras, utilizamos o teste Shapiro-Wilk. A hipótese nula

deste teste é que a população possui distribuição normal. Um valor de $p < 0.05$ indica que a hipótese nula é rejeitada, ou seja, os dados não possuem distribuição normal.

Resultados para amostra com o uso do Tekohá:

- Shapiro-Wilk: statistic = 0.957, p-value = 0.032 (Não possui distribuição normal)

Resultados para amostra sem o uso do Tekohá:

- Shapiro-Wilk: statistic = 0.972, p-value = 0.131 (Distribuição normal)

Como uma das amostras não segue distribuição normal, utilizamos o teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes.

Teste de Mann-Whitney U:

- Statistic: 2894.500
- p-value: 0.00022

Dado que p-valor (0.00022) é menor ou igual ao nível de significância (0.05), rejeitamos a hipótese nula (H_0). Sendo assim, podemos concluir que existe uma diferença estatisticamente significativa entre as amostras.

6.4 Publicações

Alguns artigos com os resultados iniciais desse estudo já foram publicados e outros estão sendo finalizados para submissão. Os dois primeiros artigos foram publicados no 25º Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada (SVR 2023), sendo um artigo completo e o outro um artigo no Workshop de Testes e Dissertações, o qual recebeu menção honrosa (Apêndice I). Além desses, está sendo finalizado um artigo com os resultados da revisão sistemática da literatura realizada, o qual será submetido para o periódico *Informatics on Education*. Um artigo com resultados finais desse trabalho será submetido para o journal *Computers & Education*. Também pretende-se submeter um artigo apresentando o jogo Tekohá no SBGames 2025 e outro apresentando uma proposta de diretrizes para avaliação do uso de RV por crianças para o SVR 2025.

7 CONCLUSÃO

A pesquisa abordou a importância do ensino da história das missões jesuíticas para crianças do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental, conforme previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Referencial Curricular Gaúcho (RCG). Este conteúdo é essencial para valorizar a diversidade étnica e as contribuições dos povos indígenas, europeus e africanos na formação socioeconômica, histórica e cultural do Rio Grande do Sul. No entanto, a visita às ruínas de São Miguel das Missões, embora educativa, enfrenta desafios como a distância e a percepção das crianças de que "apenas ruínas" são vistas.

A questão central da pesquisa foi investigar como novas tecnologias, especificamente a realidade virtual imersiva (RVI), podem complementar e melhorar a aprendizagem tradicional. A RVI oferece uma experiência interativa e envolvente, permitindo que as crianças usem todos os seus sentidos para explorar e aprender, algo que não é possível com tecnologias tradicionais. A pesquisa teve como objetivo geral identificar os diferenciais do uso de RV no ensino de História para os anos iniciais do Ensino Fundamental, com objetivos específicos que incluíram investigar o conhecimento dos professores sobre RV, desenvolver um projeto pedagógico, criar um ambiente virtual imersivo e avaliar os resultados com crianças.

Os principais resultados da pesquisa destacaram a alta média de senso de presença observada, reforçando o potencial da RV como uma ferramenta educacional poderosa. A imersão em ambientes históricos, como as Missões Jesuíticas, proporcionou uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo, despertando o interesse e a curiosidade dos alunos. A experiência imersiva incentivou o aprendizado ativo e a exploração, conectando o conteúdo de aprendizagem ao contexto do mundo real.

No contexto específico das Missões Jesuíticas, a RV pode superar as limitações geográficas e temporais, permitindo que crianças que não têm a oportunidade de visitar os sítios históricos possam se aproximar desse patrimônio cultural. A eficácia da RV na educação depende do design pedagógico e da formação dos professores para utilizar a tecnologia de maneira eficaz. A integração de atividades reflexivas e discussões pós-experiência pode ampliar os benefícios da imersão, ajudando os alunos a contextualizar e interpretar o que vivenciaram.

Os depoimentos das crianças participantes indicam que a RV é uma ferramenta altamente útil para o ensino sobre as Missões Jesuíticas, especialmente no contexto de crianças. A alta classificação média e a predominância de respostas positivas reforçam o potencial da RV para transformar a educação histórica, tornando-a mais interativa, envolvente e eficaz. Futuras pesquisas poderiam explorar o impacto a longo prazo dessa tecnologia na retenção de conhecimento e no desenvolvimento de habilidades críticas relacionadas ao pensamento histórico.

Apesar dos benefícios, a implementação da RV na educação enfrenta desafios, como o custo dos equipamentos e a necessidade de treinamento adequado para os professores. Além disso, é essencial garantir que o conteúdo seja apropriado e seguro para o público de crianças. A ampliação dos estudos de técnicas e metodologias para o desenvolvimento de pesquisas com o

uso de RV por crianças é fundamental. Isso inclui a investigação de abordagens pedagógicas que maximizem o engajamento e a retenção de conhecimento, bem como a adaptação de tecnologias emergentes para criar experiências imersivas mais eficazes.

O uso de RV para crianças nas missões jesuíticas oferece um potencial significativo para a educação e preservação histórica. Com a celebração dos 400 anos das Missões de São Miguel em 2026, este estudo pode ser ampliado para um projeto internacional, envolvendo mais missões e personagens históricos. Melhorias no desenvolvimento do software e a ampliação dos estudos de técnicas e metodologias são essenciais para garantir o sucesso e a relevância deste projeto inovador.

Em conclusão, a realidade virtual imersiva mostrou-se uma ferramenta eficaz para apoiar o ensino e a aprendizagem de História, oferecendo uma alternativa inovadora às formas tradicionais de transmissão de conhecimento. A integração de tecnologias digitais no ensino não substitui métodos tradicionais, mas reconfigura e enriquece a experiência educativa, tornando-a mais interativa e envolvente para as crianças.

7.1 Limitações

Uma das limitações é a restrição da amostra, pois como Creswell e Creswell (CRESWELL; CRESWELL, 2017) apontam a representatividade da amostra é crucial para a validade externa dos resultados de pesquisa. Idealmente, todas as turmas de quatro ano da escola deveriam participar para garantir uma representação adequada. No entanto, devido a restrições de tempo, recursos e logística, não foi possível incluir todas as turmas, limitando apenas às do turno da tarde. Além disso, a inclusão de outras escolas na pesquisa poderia proporcionar uma visão mais abrangente e diversificada, pois como Cohen, Manion e Morrison (COHEN; MANION; MORRISON, 2000) destacam, a diversidade da amostra é essencial para garantir a aplicabilidade dos resultados a diferentes contextos. Contudo, devido a diferenças curriculares, indisponibilidade de recursos tecnológicos e falta de apoio administrativo, foi necessário limitar o estudo a apenas uma escola.

7.2 Trabalhos Futuros

O uso de realidade virtual por crianças no estudo das missões jesuíticas representa uma abordagem inovadora para a educação e preservação histórica. É de grande importância expor as possibilidades futuras deste estudo, destacando a importância das Missões de São Miguel, que completam 400 anos em 2026, e propondo a expansão do projeto para um âmbito internacional. As Missões de São Miguel, localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil, são um marco histórico significativo. Em 2026, celebram 400 anos de existência, oferecendo uma oportunidade única para aprofundar o estudo e a aplicação de RV. Este projeto pode ser ampliado para incluir outras missões jesuíticas na América do Sul e em outras partes do mundo. Existem mais de 30 missões

jesuíticas somente entre Argentina, Paraguai, Brasil e Bolívia. A expansão do projeto para um nível internacional pode aumentar sua relevância e impacto, permitindo a colaboração entre pesquisadores de diferentes países e culturas. Envolver mais personagens e lendas importantes sobre estes fatos históricos pode enriquecer a experiência imersiva para as crianças, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo.

Para aprimorar a experiência de RV, é essencial desenvolver melhorias no software utilizado. Uma das principais melhorias seria oferecer mais autonomia de escolha para as crianças durante a imersão, permitindo que explorem os ambientes e tomem decisões que influenciem a narrativa. Além disso, o desenvolvimento da parte interna dos espaços arquitetônicos demonstrados e a ampliação dos espaços externos, como pomar e cemitério, podem proporcionar uma experiência mais completa e realista. Também poderia acrescentar uma opção de visitar as ruínas como elas estão atualmente, permitindo acesso, ainda que virtual, aos estudantes que não podem se deslocar até a cidade de São Miguel das Missões.

Além disso, a ampliação dos estudos de técnicas e metodologias para o desenvolvimento de pesquisas com o uso de RV por crianças é fundamental. Isso inclui a investigação de abordagens pedagógicas que maximizem o engajamento e a retenção de conhecimento, bem como a adaptação de tecnologias emergentes para criar experiências imersivas mais eficazes, assim como protocolos adequados para a condução de experimentos controlados.

O uso de RV para crianças nas missões jesuíticas oferece um potencial significativo para a educação e preservação histórica. Com a celebração dos 400 anos das Missões de São Miguel em 2026, este estudo pode ser ampliado para um projeto internacional, envolvendo mais missões e personagens históricos. Melhorias no desenvolvimento do software e a ampliação dos estudos de técnicas e metodologias, inclusive com o oferecimento para mais instituições de ensino e consequentemente para mais pessoas, são essenciais para garantir o sucesso e a relevância deste projeto inovador.

REFERÊNCIAS

- ABIDEEN, A. Z.; MOHAMAD, F. B.; HASSAN, M. R. Mitigation strategies to fight the COVID-19 pandemic—present, future and beyond. **Journal of Health Research**, [S.l.], v. 34, n. 6, p. 547–562, Jan. 2020.
- AKPAN, E. E. **INDEPENDENT T-TEST STATISTICS**: it's relevance in educational research. 2023.
- AMORES, J.; BENAVIDES, X.; SHAPIRA, L. TactileVR: integrating physical toys into learn and play virtual reality experiences. In: CHI CONFERENCE EXTENDED ABSTRACTS ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2016., 2016, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2016. p. 1. (CHI EA '16).
- AMPRASI, E.; VERNADAKIS, N.; ZETOU, E.; ANTONIOU, P. Effect of a Full Immersive Virtual Reality Intervention on Selective Attention in Children. **International Journal of Instruction**, [S.l.], v. 15, p. 565–582, 01 2022.
- AN, M.-Y.; SHIN, K.-S. Teachers Perceptions on Early Childhood's Traffic and Life Safety Education Program Using VR. **Applied Sciences**, [S.l.], v. 13, n. 2, 2023.
- ARAIZA-ALBA, P.; KEANE, T.; CHEN, W. S.; KAUFMAN, J. Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills. **Computers Education**, [S.l.], v. 164, p. 104121, 2021.
- ARAIZA-ALBA, P.; KEANE, T.; MATTHEWS, B.; SIMPSON, K.; STRUGNELL, G.; CHEN, W. S.; KAUFMAN, J. The potential of 360-degree virtual reality videos to teach water-safety skills to children. **Computers Education**, [S.l.], v. 163, p. 104096, 2021.
- ARENDTTORP, E. M. N.; WINSCHIERS-THEOPHILUS, H.; ITENGE, H.; SKOVFOGED, M. M. Save the Yummy Candyland: an asymmetric virtual reality game. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2022, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2022. p. 221–227. (CHI PLAY '22).
- AVILA-PESANTEZ, D.; BOSSANO, D. F.; AVILA, L. M.; PADILLA, N. P. Toward an improvement in preschool learning with an integrated Virtual Reality application: a preliminary study. In: IEEE SIXTH ECUADOR TECHNICAL CHAPTERS MEETING (ETCM), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p. 01–05.
- BAILENSON, J. **Experience on Demand**: what virtual reality is, how it works, and what it can do. [S.l.]: W. W. Norton, 2018.
- BELTER, M.; LUKOSCH, H. Towards a Virtual Reality Math Game for Learning In Schools - A User Study. In: IEEE CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND 3D USER INTERFACES ABSTRACTS AND WORKSHOPS (VRW), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p. 808–809.
- BERG, M.; STOLARE, M. **The possibilities of school trips**: what can study visits to historical sites like auschwitz-birkenau contribute to history education? 2024.
- BEXSON, C.; OLDHAM, G.; WRAY, J. Safety of virtual reality use in children: a systematic review. **European Journal of Pediatrics**, [S.l.], v. 183, p. 1–20, 03 2024.

BIMBER; OLIVER; RASKAR; RAMESH. **Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds**. [S.l.: s.n.], 2005.

BLUMENFELD, P.; SOLOWAY, E.; MARX, R.; KRAJCIK, J. Motivating Project-Based Learning: sustaining the doing, supporting the learning. **Educational Psychologist**, [S.l.], v. 26, p. 369–398, 11 2011.

BOGUSEVSCHI, D.; MUNTEAN, G.-M. Water Cycle in Nature-An Innovative Virtual Reality and Virtual Lab: improving learning experience of primary school students. **CSEDU**, [S.l.], n. 1, p. 304–309, 2019.

BOLIER, W.; HÜRST, W.; BOMMEL, G. van; BOSMAN, J.; BOSMAN, H. Drawing in a Virtual 3D Space - Introducing VR Drawing in Elementary School Art Education. In: ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA, 26., 2018, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2018. p. 337–345. (MM '18).

BONAIUTI, G.; CALVANI, A.; MENICHETTI, L.; VIVANET, G. et al. **Le tecnologie educative. Criteri per una scelta basata su evidenze**. [S.l.]: Carocci, 2017. v. 179.

BOWMAN, D. A.; KRUIJFF, E.; LAVIOLA, J. J.; POUPYREV, I. **3D User Interfaces: theory and practice**. USA: Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2004.

BRASIL. **Resolução Nº 466 de 12 de Dezembro de 2012**. [Accessed 28-08-2023], <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>.

BRASIL, M. d. E. **Base Nacional Comum Curricular**. [Accessed 04-07-2023], http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EF110518_versaofinal_site.pdf.

BURDEA, G.; COIFFET, P. **Virtual Reality Technology**. [S.l.]: Wiley, 2003. (IEEE Press).

BURDEA, G.; COIFFET, P. Virtual Reality Technology. **Presence**, [S.l.], v. 12, p. 663–664, 12 2003.

CAO, Q.; PNG, B.; CAI, Y.; CEN, Y.; XU, D. Interactive Virtual Reality Game for Online Learning of Science Subject in Primary Schools. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021.

CARDONA, J. E. Muñoz; CHANDRA, S.; RIOS RINCON, A.; WOOD, L. J.; DAUTENHAHN, K. Designing Games for and with Children. Co-design Methodologies for playful activities using AR/VR and Social Agents. In: ANNUAL ACM INTERACTION DESIGN AND CHILDREN CONFERENCE, 20., 2021, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2021. p. 662–665. (IDC '21).

CARVALHO, L. P. N. d.; MONTEIRO, D. Q.; ORLANDI, F. d. S.; ZAZZETTA, M. S.; PAVARINI, S. C. I. Effect of educational status on performance of older adults in digital cognitive tasks: a systematic review. **Dementia & neuropsychologia**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 114–120, 2017.

CASSOL PEDRO ROSSA, B. J. R. M. F. R. S. J. **Sete Povos: Games e Realidade Virtual para contar a história das Missões Jesuíticas no Brasil**. [Accessed 20-01-2024], <https://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157569.pdf>.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. [S.l.]: Paz E Terra, 2005.

CAVALCANTI, M. R. B. **Patrimônio virtual**: a reconstrução em 3d e a preservação do patrimônio cultural. [Accessed 26-10-2024],

CHAMPION, E. Entertaining The Similarities And Distinctions Between Serious Games and Virtual Heritage Projects. **Entertainment Computing**, [S.l.], v. 14, 11 2015.

CHEN, Y.-L. The Effects of Virtual Reality Learning Environment on Student Cognitive and Linguistic Development. **The Asia-Pacific Education Researcher**, [S.l.], v. 25, 04 2016.

CHEN, Y.; TSAI, M.-J. Eye-hand coordination strategies during active video game playing: an eye-tracking study. **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v. 51, p. 8–14, 2015.

CHIOU, H.-H. The impact of situated learning activities on technology university students' learning outcome. **Education + Training**, [S.l.], v. 63, n. 3, p. 440–452, Jan. 2020.

CHIU, F.-Y. Virtual reality for learning languages based on mobile devices. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–3.

CHU, Y. The Application of VR Technology in Traditional Culture and Art Immersive Teaching for Chinese Children. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION TECHNOLOGY AND COMPUTERS, 13., 2022, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2022. p. 99–104. (ICETC '21).

CHUA, Y.; SRIDHAR, P. K.; ZHANG, H.; DISSANAYAKE, V.; NANAYAKKARA, S. Evaluating IVR in Primary School Classrooms. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MIXED AND AUGMENTED REALITY ADJUNCT (ISMAR-ADJUNCT), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 169–174.

CLEMENTS, D. **Learning and teaching early math**: the learning trajectories approach (2nd ed.). [S.l.: s.n.], 2014.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. Research Methods in Education. [http://lst-iiep.iiep-unesco.org/cgi-bin/wwwi32.exe/\[in=epidoc1.in\]/?t2000=011160/\(100\)](http://lst-iiep.iiep-unesco.org/cgi-bin/wwwi32.exe/[in=epidoc1.in]/?t2000=011160/(100)), [S.l.], 01 2000.

COHEN, T. M.; COLOMBO, E. Jesuit Missions. In: **The Oxford Handbook of Early Modern European History, 1350-1750**. [S.l.: s.n.], 2014.

COUTINHO, M. **Imaginária guarani nas missões jesuíticas do Brasil**. [S.l.]: Editorial Minerva, 1998.

CRAIG, A.; SHERMAN, W.; WILL, J. **Developing Virtual Reality Applications**: foundations of effective design. [S.l.: s.n.], 2009.

CRESWELL, J.; CRESWELL, J. **Research Design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. [S.l.]: SAGE Publications, 2017.

CRUZ-NEIRA, C.; SANDIN, D. J.; DEFANTI, T. A. Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the cave. In: ANNUAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS AND INTERACTIVE TECHNIQUES, 20., 1993, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 1993. p. 135–142. (SIGGRAPH '93).

CUMMINGS, J.; BAIENSON, J. How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence. **Media Psychology**, [S.l.], v. 19, p. 1–38, 05 2015.

CUSTÓDIO, L. A. B. **A redução de São Miguel Arcanjo**: contribuição ao estudo da tipologia urbana missioneira. [Accessed 28-10-2024],

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3840/000344416.pdf?sequence=1>

DALGARNO, B.; LEE, M. What are the learning affordances of 3-D Virtual environments? **British Journal of Educational Technology**, [S.l.], v. 41, p. 10–32, 01 2010.

DALGARNO, B.; LEE, M. J. What are the learning affordances of 3-D virtual environments? **British journal of educational technology**, [S.l.], v. 41, n. 1, p. 10–32, 2010.

DAMEKOVA, S.; SHUYUSHBAYEVA, N.; ALTAYEVA, G.; KALIYEVA, A.; TANASHEVA, N. Additional education of schoolchildren in physics at the Children's University. **Bulletin of the Karaganda University Physics Series**, [S.l.], v. 101, p. 63–70, 03 2021.

DAVIS, F. **User acceptance of information systems** : the technology acceptance model (tam). 1987.

DEBAILLEUX, L.; HISMAN, G.; DUROISIN, N. Exploring Cultural Heritage Using Virtual Reality. In: _____. [S.l.: s.n.], 2018. p. 289–303.

DEDE, C. Augmented Reality Teaching and Learning. **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**, [S.l.], p. 735–745, 01 2014.

DEVRIES, R.; KOHLBERG, L. **Programs of Early Education**: the constructivist view. [S.l.]: Longman, 1987.

DEWE, H.; GOTTWALD, J. M.; BIRD, L.-A.; BRENTON, H.; GILLIES, M.; COWIE, D. My Virtual Self: the role of movement in children's sense of embodiment. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, [S.l.], v. 28, n. 12, p. 4061–4072, 2022.

DREAMSON, N.; PARK, G. Metaverse-Based Learning Through Children's School Space Design. **International Journal of Art Design Education**, [S.l.], v. 42, 01 2023.

DUHANEY, D. C.; DUHANEY, B. D. Technology and young children Revisted. **International Journal of Instructional Media**, [S.l.], v. 35, n. 4, p. 455–464, 2008.

ELAISH, M.; YADEGARIDEHKORDI, E.; HO, Y.-S. Publication performance and trends in virtual reality research in education fields: a bibliometric analysis. **Multimedia Tools and Applications**, [S.l.], p. 1–28, 04 2024.

ELIA, M. d. F. A História da Informática na Educação no Brasil: uma narrativa em construção. In: SANTOS, E. O.; SAMPAIO, F. F.; PIMENTEL, M. (Ed.). **Informática na Educação**: sociedade e políticas. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. (Série Informática na Educação CEIE-SBC, v. 4).

FARAHMAND, F.; YADAV, A.; SPAFFORD, E. H. Risks and uncertainties in virtual worlds: an educators' perspective. **Journal of Computing in Higher Education**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 49–67, Aug. 2013.

FENG, Q.; LI, G.; YANG, T.; LUO, H. Exploring the Potential of Virtual Reality for Child Pedestrian Safety Training: a case study in china. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020.

FLORES GALLEGOS, R.; LEIS, P.; FERNANDEZ, T. Effects of a virtual reality training program on visual attention and motor performance in children with reading learning disability. **International Journal of Child-Computer Interaction**, [S.l.], v. 32, p. 100394, 09 2021.

FOWLER, C. J. H. Virtual reality and learning: where is the pedagogy? **Br. J. Educ. Technol.**, [S.l.], v. 46, p. 412–422, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia Do Oprimido**. [S.l.]: Paz E Terra, 2014.

GAIVA, M. **Pesquisa envolvendo crianças: aspectos éticos**. [Accessed 12-10-2024], https://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/85.

GANG YANG YU-TING CHEN, X.-L. Z. G.-J. H. **From experiencing to expressing: A virtual reality approach to facilitating pupils' descriptive paper writing performance and learning behavior engagement**. 2021.

GARCÍA-MARTÍN, I.; ORTEGA-MOHEDANO, F. Communication and Education at Museums in Castille and León: digital habits in a crossroad revolution. In: EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL ECOSYSTEMS FOR ENHANCING MULTICULTURALITY, 2021, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2021. p. 566–570. (TEEM'20).

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. **Comput. Entertain.**, New York, NY, USA, v. 1, n. 1, p. 20, Oct. 2003.

GENARO, L.; MARCONATO, J.; HANAI, D.; PAWLOSKI, C.; CAPOTE, T. Virtual Reality in Oral Hygiene Instruction: an immersive approach. **Odovtos - International Journal of Dental Sciences**, [S.l.], v. 24, p. 519–529, 11 2021.

GKOUMAS, C.; IZZOUZI, L. Is Immersive Virtual Reality in K-12 Education Ready for Primetime? Challenges, Possibilities, and Considerations. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p. 541–544.

GU, Y.; SOSNOVSKY, S.; ULLRICH, C. SafeChild: an intelligent virtual reality environment for training pedestrian safety skills. **Lecture Notes in Computer Science**, [S.l.], v. 9307, p. 141–154, 11 2015.

HAN, S.-H.; PARK, J.-W.; CHOI, S. I.; KIM, J. Y.; LEE, H.; YOO, H.-J.; RYU, J.-H. Effect of Immersive Virtual Reality Education Before Chest Radiography on Anxiety and Distress Among Pediatric Patients: a randomized clinical trial. **JAMA Pediatrics**, [S.l.], v. 173, n. 11, p. 1026–1031, 11 2019.

HANKALA, M.; KANKAANRANTA, M.; KEPLER-UOTINEN, K.; ROUSI, R.; MEHTÄLÄ, S. Towards a scenario of virtual mental health environments for school-aged children. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 21., 2017, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2017. p. 239–242. (AcademicMindtrek '17).

HARINI, V. S.; DHARANI, M.; BALAJI, K. P.; PANDIAN, S. R. Robots for the bottom of the pyramid: mobile robot racing over the internet. In: IEEE REGION 10 CONFERENCE (TENCON), 2016., 2016. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p. 751–755.

HATTIE, J. **Visible Learning**: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. [S.l.: s.n.], 2009. 392 p.

HEILIG, M. Sensorama simulator, us patent no. 3050870. **US Patent and Trademark Office**. <https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>, [S.l.], 1962.

HENRIKSEN, A. H.; TOPOR, M. K.; HANSEN, R. A.; DAMSGAARD, L.; Veber Nielsen, A.-M.; WULFF-ABRAMSSON, A.; WIENECKE, J. Virtual reality and embodied learning for improving letter-sound knowledge and attentional control in preschool children: a study protocol. **Computers Education: X Reality**, [S.l.], v. 2, p. 100019, 2023.

HRISHIKESH, N.; NAIR, J. J. Interactive learning system for the hearing impaired and the vocally challenged. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTING, COMMUNICATIONS AND INFORMATICS (ICACCI), 2016., 2016. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p. 1079–1083.

HSIAO, P.-W.; SU, C.-H. A Study on the Impact of STEAM Education for Sustainable Development Courses and Its Effects on Student Motivation and Learning. **Sustainability**, [S.l.], v. 13, n. 7, 2021.

HSU, T.-C. Learning English with Augmented Reality: do learning styles matter? **Computers Education**, [S.l.], v. 106, p. 137–149, 2017.

HU-AU, E.; LEE, J. Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age. **International Journal of Innovation in Education**, [S.l.], v. 4, 04 2018.

HUANG, H.-M.; RAUCH, U.; LIAW, S.-S. Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: based on a constructivist approach. **Computers Education**, [S.l.], v. 55, p. 1171–1182, 11 2010.

IJJUROT, S. R.; SODAGUDI, S.; MOHAMMED, N.; CHINCHILI, T. K.; KOTHA, H. Learning Environments for Augmented Reality in Early Childhood. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING METHODOLOGIES AND COMMUNICATION (ICCMC), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p. 1141–1145.

IQUIRA BECERRA, D.; SOTELO, B.; CONISLLA, M.; CORRALES DELGADO, C. Augmented Reality Applied in the Design of Learning Activities in Zoology. In: 2022 6TH , 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 121–126.

IVANOV, L. Optimizing the User Experience in VR-based Anti-Bullying Education. In: ADJUNCT PROCEEDINGS OF THE 30TH ACM CONFERENCE ON USER MODELING, ADAPTATION AND PERSONALIZATION, 2022, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2022. p. 46–51. (UMAP '22 Adjunct).

IYENGAR, R. Education as the path to a sustainable recovery from COVID-19. **PROSPECTS**, [S.l.], v. 49, n. 1, p. 77–80, Oct. 2020.

JERALD, J. **The VR Book**: human-centered design for virtual reality. [S.l.]: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool, 2015.

JIANG, H.; ZHU, D.; CHUGH, R.; TURNBULL, D.; JIN, W. Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: trends, advantages and challenges. **Education and Information Technologies**, [S.l.], p. 1–37, 01 2025.

JIANG, M.; LAN, W.; CHANG, J.; DODWELL, M.; JEKINS, J.; YANG, H. J.; TONG, R. F.; ZHANG, J. J. A game prototype for understanding the safety issues of a lifeboat launch. **Virtual Reality**, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 137–148, June 2018.

JOHNSON, D.; JOHNSON, R. **Learning Together and Alone**: cooperative, competitive, and individualistic learning. [S.l.]: Allyn and Bacon, 1999.

JOHNSON-GLENBERG, M. C. Immersive VR and Education: embodied design principles that include gesture and hand controls. **Frontiers in Robotics and AI**, [S.l.], v. 5, 2018.

JOO, H.-J.; JEONG, H.-Y. A study on eye-tracking-based Interface for VR/AR education platform. **Multimedia Tools and Applications**, [S.l.], v. 79, 06 2020.

JOO-NAGATA, J.; Martinez Abad, F.; García-Bermejo Giner, J.; GARCÍA-PEÑALVO, F. J. Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: evaluation of an educational program in chile. **Computers Education**, [S.l.], v. 111, p. 1–17, 2017.

KAIMARA, P.; DELIYANNIS, I.; OIKONOMOU, A.; FOKIDES, E. Waking Up In the Morning (WUIM): a smart learning environment for students with learning difficulties. **Technologies**, [S.l.], v. 9, n. 3, 2021.

KAIMARA, P.; OIKONOMOU, A.; DELIYANNIS, I. Could virtual reality applications pose real risks to children and adolescents? A systematic review of ethical issues and concerns. **Virtual Reality**, [S.l.], v. 26, 06 2022.

KALLIONIEMI, P.; SHARMA, S.; HAKULINEN, J.; TURUNEN, M. Collaborative Conversational Language Learning with CityCompass. In: THE 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN, 2016, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2016. p. 672–675. (IDC '16).

KARKAR, A.; SALAHUDDIN, T.; ALMAADEED, N.; ALJAAM, J. M.; HALABI, O. A Virtual Reality Nutrition Awareness Learning System for Children. In: IEEE CONFERENCE ON E-LEARNING, E-MANAGEMENT AND E-SERVICES (IC3E), 2018., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 97–102.

KATZ, Y. J. Kindergarten Teacher Training Through Virtual Reality: three-dimensional simulation methodology. **Educational Media International**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 151–156, 1999.

KAVANAGH, S.; LUXTON-REILLY, A.; WÜENSCHKE, B.; PLIMMER, B. Creating 360° educational video: a case study. In: 2018 , 2016, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2016. p. 34–39. (OzCHI '16).

KAVANAGH, S.; LUXTON-REILLY, A.; WUENSCHKE, B.; PLIMMER, B. **A systematic review of Virtual Reality in education**. [Accessed 05-02-2025], <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1165633.pdf>.

KELLER, T.; GLAUSER, P.; EBERT, N.; BRUCKER-KLEY, E. VIRTUAL REALITY AT SECONDARY SCHOOL – FIRST RESULTS. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 110.

KESELMAN, H.; HUBERTY, C.; LIX, L.; OLEJNIK, S.; CRIBBIE, R.; DONAHUE, B.; KOWALCHUK, R.; LOWMAN, L.; PETOSKEY, M.; KESELMAN, J.; LEVIN, J. Statistical practices of educational researchers: an analysis of their anova, manova, and ancova analyses. **Review of Educational Research - REV EDUC RES**, [S.l.], v. 68, p. 350–386, 09 1998.

KHAN, N.; MUHAMMAD, K.; HUSSAIN, T.; NASIR, M.; MUNSIF, M.; IMRAN, A.; SAJJAD, M. An Adaptive Game-Based Learning Strategy for Children Road Safety Education and Practice in Virtual Space. **Sensors**, [S.l.], v. 21, p. 3661, 05 2021.

KHEMCHANDANI, V.; GOSWANI, K.; TEOTIA, M. P.; CHANDRA, S.; WADALKAR, N. M. Virtual Reality Based Attention Simulator using EEG Signals. In: EDITION OF IEEE DELHI SECTION FLAGSHIP CONFERENCE (DELCON), 2023., 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p. 1–6.

KIM, P. W.; SHIN, Y.; HA, B.; ANISETTI, M. Effects of avatar character performances in virtual reality dramas used for teachers' education. **Behaviour Information Technology**, [S.l.], v. 36, p. 1–14, 02 2017.

KIRSCHNER, P.; DE BRUYCKERE, P. The myths of the digital native and the multitasker. **Teaching and Teacher Education**, [S.l.], v. 67, p. 135–142, 10 2017.

LAHOVSKY, P.; LJUBEK, A.; MIŠURA, K.; ŽILAK, M. Bringing Children Closer to Science and the Universe with New Technology. In: MIPRO ICT AND ELECTRONICS CONVENTION (MIPRO), 2023., 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p. 448–453.

LANIER, J. Virtual reality: the promise of the future. **Interact. Learn. Int.**, GBR, v. 8, n. 4, p. 275–279, Oct. 1992.

LARA-ALVAREZ, C.; PARRA-GONZÁLEZ, E.; ORTIZ-ESPARZA, M.; CARDONA REYES, H. Effectiveness of virtual reality in elementary school: a meta-analysis of controlled studies. **Contemporary Educational Technology**, [S.l.], v. 15, p. 459, 08 2023.

LARA F., L. **As Cartas do Padre Antônio Sepp SJ**. [Accessed 02-10-2024], <https://revistas.unisinos.br/rla/index.php/rla/article/view/309>.

LEE, W.; PARK, J. O.; HONG, S. O.; KIM, Y. Bicycle Injury Prevention Education Using 360° Virtual Reality Experiences of Accidents and Computer-Based Activity. **Children**, [S.l.], v. 9, n. 11, 2022.

LEI, X.; ZHANG, A.; WANG, B.; RAU, P.-L. Can Virtual Reality Help Children Learn Mathematics Better? The Application of VR Headset in Children's Discipline Education. In: _____. [S.l.: s.n.], 2018. p. 60–69.

LI, J. Research on the Reform and Innovation of Preschool Education Informatization under the Background of Wireless Communication and Virtual Reality. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [S.l.], v. 2021, n. 1, p. 3176309, 2021.

LI, W.; FENG, Q.; ZHU, X.; YU, Q.; WANG, Q. Effect of summarizing scaffolding and textual cues on learning performance, mental model, and cognitive load in a virtual reality environment: an experimental study. **Computers Education**, [S.l.], v. 200, p. 104793, 2023.

LIAO, Y.-W.; HSIEH, M.-C.; WEI, C.-W. Effectiveness of Integrating AR and IoT technologies into Environmental Education for Elementary School Students. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES (ICALT), 2021., 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p. 78–80.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GøTZSCHE, P.; IOANNIDIS, J.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P.; KLEIJNEN, J.; MOHER, D. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: explanation and elaboration. **Journal of clinical epidemiology**, [S.l.], v. 62, p. e1–34, 08 2009.

LORUSSO, M. L.; TRAVELLINI, S.; GIORGETTI, M.; NEGRINI, P.; RENI, G.; BIFFI, E. Semi-Immersive Virtual Reality as a Tool to Improve Cognitive and Social Abilities in Preschool Children. **Applied Sciences**, [S.l.], v. 10, n. 8, 2020.

LU, Y.; WANG, X.; GONG, J.; LIANG, Y. ChordAR: an educational ar game design for children's music theory learning. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [S.l.], v. 2022, n. 1, p. 5268586, 2022.

LUIGINI, A.; PARRICCHI, M. A.; BASSO, A.; BASSO, D. Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol. **Interaction Design and Architecture(s)**, [S.l.], n. 43, p. 26, 2020.

LUO, H.; YANG, T.; KWON, S.; LI, G.; ZUO, M.; CHOI, I. Performing versus observing: investigating the effectiveness of group debriefing in a vr-based safety education program. **Computers Education**, [S.l.], v. 175, p. 104316, 2021.

MA, S.; FU, J.; YANG, J. Virtual Reality Products that Foster Aesthetic Creativity. In: IEEE 6TH INFORMATION TECHNOLOGY, NETWORKING, ELECTRONIC AND AUTOMATION CONTROL CONFERENCE (ITNEC), 2023., 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. v. 6, p. 1511–1515.

MAKRANSKY, G.; LILLEHOLT, L. A Structural Equation Modeling Investigation of the Emotional Value of Immersive Virtual Reality in Education. **Educational Technology Research and Development**, [S.l.], v. 66, 02 2018.

MAKRANSKY, G.; PETERSEN, G. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. **Educational Psychology Review**, [S.l.], v. 33, 09 2021.

MANDAL, S. Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. In: 2023 , 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013.

MAROUGKAS, A.; TROUSSAS, C.; KROUSKA, A.; SGOUROPOULOU, C. Virtual Reality in Education: a review of learning theories, approaches and methodologies for the last decade. **Electronics**, [S.l.], v. 12, n. 13, 2023.

MAROUGKAS, A.; TROUSSAS, C.; KROUSKA, A.; SGOUROPOULOU, C. How personalized and effective is immersive virtual reality in education? A systematic literature review for the last decade. **Multimedia Tools and Applications**, [S.l.], v. 83, n. 6, p. 18185–18233, Feb. 2024.

- MARYANI, I.; KARIMI, A.; FATHI, K. Virtual Reality in Elementary Education: a scientometric review. **Journal of Learning for Development**, [S.l.], v. 11, p. 430–446, 11 2024.
- MAZURYK, T.; GERVAUTZ, M. Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future. , [S.l.], 12 1999.
- MENG, Y.-R.; YEH, C.-C. Exploring the Social Interaction of Autistic Students of Elementary and Junior High School Students Through the Teaching of Social Skills and Learning Process in Virtual Reality. **SN Computer Science**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 55, Nov. 2021.
- MERCHANT, Z.; GOETZ, E.; KEENEY-KENNICUTT, W.; DAVIS, T. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: a meta-analysis. **Computers Education**, [S.l.], v. 70, p. 29–40, 01 2014.
- MERRY, M. S.; SCHINKEL, A. What is an appropriate educational response to controversial historical monuments? **Journal of Philosophy of Education**, [S.l.], v. 55, n. 3, p. 484–497, 2021.
- MICHALKO, A.; CAMPO, A.; NIJS, L.; LEMAN, M.; VAN DYCK, E. Toward a meaningful technology for instrumental music education: teachers' voice. **Frontiers in Education**, [S.l.], v. 7, 2022.
- MICHAŁKO, A.; CAMPO, A.; NIJS, L.; LEMAN, M.; VAN DYCK, E. Toward a meaningful technology for instrumental music education: teachers' voice. **Frontiers in Education**, [S.l.], v. 7, 2022.
- MODIBANE, B. S.; OWOLAWI, P. A.; MAPAYI, T.; MALELE, V.; AIYETORO, G. Virtual Reality Application Based on Inertia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS APPLICATIONS, 2021, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2021. (icARTi '21).
- MOGRA, I.; GUO, X. Using Web 3D and WebXR Game to Enhance Engagement in Primary School Learning. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA, ISM 2022, 2022., 2022. **Proceedings...** Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022. p. 181–184. (Proceedings - 2022 IEEE International Symposium on Multimedia, ISM 2022). Publisher Copyright: © 2022 IEEE.; 24th IEEE International Symposium on Multimedia, ISM 2022 ; Conference date: 05-12-2022 Through 07-12-2022.
- MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G.; GROUP, P. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. **International journal of surgery**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 336–341, 2010.
- MOLNAR, A. R. Computers in Education: a brief history. **T.H.E. Journal**, [S.l.], v. 24, n. 11, p. 63–68, 1997.
- MONTOYA, A. R. **Biblioteca Brasileira Guita e Jos&xE9; Mindlin**: Tesoro de la lengua gvarani — digital.bbm.usp.br. [Accessed 23-01-2025], <https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/4922>.
- MORA, C. E.; MARTÍN-GUTIÉRREZ, J.; AÑORBE-DÍAZ, B.; GONZÁLEZ-MARRERO, A. Virtual technologies trends in education. **Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.**, [S.l.], v. 13, n. 2, Jan. 2017.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. **Thermodynamics**. [S.l.]: John Wiley Sons, 2003.

MORRONGIELLO, B. A.; CORBETT, M.; BEER, J.; KOUTSOULIANOS, S. A Pilot Randomized Controlled Trial Testing the Effectiveness of a Pedestrian Training Program That Teaches Children Where and How to Cross the Street Safely. **Journal of Pediatric Psychology**, [S.l.], v. 43, n. 10, p. 1147–1159, 08 2018.

MURAVEVSKAIA, E. Empathy Development in Young Children Using Interactive VR Games. In: EXTENDED ABSTRACTS PUBLICATION OF THE ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTER-HUMAN INTERACTION IN PLAY, 2017, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2017. p. 715–718. (CHI PLAY '17 Extended Abstracts).

MURAVEVSKAIA, E.; GARDNER-MCCUNE, C. VR Empathy Game: creating empathic vr environments for children based on a social constructivist learning approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES (ICALT), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p. 360–362.

NATIONS, U. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4: educação de qualidade**. Acessado em 23 de julho de 2024, Página das Nações Unidas.

NOVITA, S.; KUSUMA, P.; RATNASARI, R.; KHAIRANI, R.; RAHMAYANTHI, D.; NOER, A.; PURBA, F. Mathematics Assessment Using Virtual Reality: a study on indonesian elementary school children. In: 2022 , 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p. 1–6.

NUGROHO, E. W.; HARNADI, B. The Method of Integrating Virtual Reality with Brainwave Sensor for an Interactive Math's Game. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND SOFTWARE ENGINEERING (JCSSE), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 359–363.

OR, C. Thirty-Five Years of the Technology Acceptance Model: insights from meta-analytic structural equation modelling. **The Open/Technology in Education Society and Scholarship Association Journal**, [S.l.], v. 4, p. 1–26, 10 2024.

OTT, M.; FREINA, L. A LITERATURE REVIEW ON IMMERSIVE VIRTUAL REALITY IN EDUCATION: state of the art and perspectives. **11th International Conference eLearning and Software for Education**, [S.l.], 2015.

PACHECO, H. S. A.; VASCONCELOS, B. B. d.; BRITO, L. C. d. S.; FREITAS, A. A. d.; COSTA, A. W. S. d.; BORGES, J. W. P. Motivation for therapeutic follow-up of cardiovascular diseases: integrative review. **Enfermería Actual de Costa Rica**, [S.l.], n. 45, 2023.

PADILLA BELTRAN, J.; CASTRO, Y.; MANTILLA PASTRANA, M. Video Games as an Influence in Meaningful Learning. In: 2019 16TH , 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 347–350.

PAN, Z.; HUANG, Z.; GUI, K.; YAO, Z. Research on the Application of Immersive Early Childhood Education. In: IEEE 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY (ICVR), 2021., 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p. 166–171.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. USA: Basic Books, Inc., 1980.

- PARMAXI, A. Virtual reality in language learning: a systematic review and implications for research and practice. **Interactive Learning Environments**, [S.l.], v. 31, p. 1–13, 05 2020.
- PARONG, J.; MAYER, R. Learning Science in Immersive Virtual Reality. **Journal of Educational Psychology**, [S.l.], v. 110, 01 2018.
- PASSIG, D. The Impact of Virtual Reality on Educator's Awareness of the Cognitive Experiences of Pupils with Dyslexia. **International Federation for Information Processing Digital Library; Joint Open and Working IFIP Conference ICT and Learning for the Net Generation**, [S.l.], v. 113, 01 2011.
- PASSIG, D.; SCHWARTZ, T. Solving conceptual and perceptual analogies with Virtual Reality among kindergarten children of immigrant families. **Teach. Coll. Rec.**, [S.l.], v. 116, n. 2, p. 1–36, Feb. 2014.
- PASSIG, D.; TZURIEL, D.; ESHEL-KEDMI, G. Improving children's cognitive modifiability by dynamic assessment in 3D Immersive Virtual Reality environments. **Computers Education**, [S.l.], v. 95, p. 296–308, 2016.
- PELTEKOVA, E.; STEFANOVA, E.; NIKOLOVA, N. Space Safari: challenge for stem rangers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 20., 2019, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2019. p. 292–298. (CompSysTech '19).
- PERANDRÉ, Y. H. T.; HAYDU, V. B. A treatment program for social anxiety disorder by using virtual reality. **Trends in Psychology**, [S.l.], v. 26, p. 851–866, 2018.
- PERINI, S.; MARGOUDI, M.; OLIVEIRA, M.; TAISCH, M. Learning in the Context of ManuSkills: attracting youth to manufacturing through tel. In: ADAPTIVE AND ADAPTABLE LEARNING, 2016, Cham. **Anais...** Springer International Publishing, 2016. p. 207–220.
- PEÑA-ACUÑA, B.; RUBIO-ALCALÁ, F. D. Ethical approach to the use of immersive technologies. Advance about digitalisation of multilingual programs in the EHEA. **Frontiers in Virtual Reality**, [S.l.], v. 5, 2024.
- PIAGET, J. (Ed.). **To Understand is to Invent**: the future of education. New York: Penguin Books, 1973.
- PIAGET, J. **The Child's Conception of the World**. [S.l.]: Rowman & Littlefield, 1976. (G - Reference, Information and Interdisciplinary Subjects Series).
- PRADEEP RAJ, K. B.; SINHA, S.; ARVIND, R. S.; SOLANKI, D.; LAHIRI, U. Design of Virtual Reality based Intelligent Storytelling Platform with Human Computer Interaction. In: IEEE/ACIS 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE (ICIS), 2018., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 142–147.
- PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. **On the Horizon**, [S.l.], v. 9, p. 1–6, 09 2001.
- QIN, R.; LUO, L.; XU, L. The application and prospect of educational technology innovation in adolescent cognitive development. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SCIENCE AND EDUCATION (ICISE-IE), 2021., 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p. 1588–1591.

- RADIANTI, J.; MAJCHRZAK, T. A.; FROMM, J.; WOHLGENANT, I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. **Comput. Educ.**, GBR, v. 147, n. C, apr 2020.
- RADU, I.; DEDE, C.; SEYAM, M. R.; FENG, T.; CHUNG, M. Using 360-video virtual reality to influence caregiver emotions and behaviors for childhood literacy. **Int. J. Gaming Comput. Mediat. Simul.**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 12–33, Jan. 2021.
- RALPH, R.; JACOBY, D.; COADY, Y.; BALACHANDAR, D.; BURT, E.; HNGUYEN, N.; KIM, J.; MACLANG, K.; WONG, S.; BAFIA, L. Metrics for evaluation of educational experiences: will virtual reality have impact? In: IEEE PACIFIC RIM CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, COMPUTERS AND SIGNAL PROCESSING (PACRIM), 2017., 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–6.
- REMMER, M.; DENAMI, M.; MARQUET, P. Why Pokémon GO is the future of school education: effects of ar on intrinsic motivation of children at elementary school. In: VIRTUAL REALITY INTERNATIONAL CONFERENCE - LAVAL VIRTUAL 2017, 2017, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2017. (VRIC '17).
- RIDENE, T.; LEROY, L.; CHENDEB, S. Innovative Virtual Reality Application for Road Safety Education of Children in Urban Areas. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2015. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2015. v. 9475, p. 797–808.
- RIMU, A.; DEB, S.; ISLAM, M.; ETMINANI-GHASRODASHTI, R.; PANDE, A. **A Roadmap for Child Pedestrian Training Program Informed by Contextual Crash Data.** 2021.
- RIVOLTELLA, P. C.; ROSSI, P. G. **Il corpo e la macchina. Tecnologia, cultura, educazione** -. [S.l.]: Morcelliana, 2019.
- RIZZO, A.; KIM, G. A SWOT Analysis of the Field of Virtual Rehabilitation and Therapy. **Presence**, [S.l.], v. 14, p. 119–146, 01 2005.
- RODRÍGUEZ, J.; MORGA, G.; CANGAS-MOLDES, D. Geometry teaching experience in virtual reality with NeoTrie VR. **Psychology, Society, Education**, [S.l.], v. 11, p. 355, 11 2019.
- ROJAS-SÁNCHEZ, M. A.; PALOS-SÁNCHEZ, P. R.; FOLGADO-FERNÁNDEZ, J. A. Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. **Education and Information Technologies**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 155–192, Jan. 2023.
- ROJAS-SÁNCHEZ, M. A.; PALOS-SÁNCHEZ, P. R.; FOLGADO-FERNÁNDEZ, J. A. Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. **Education and Information Technologies**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 155–192, 2023.
- RÖTKÖNEN, E.; NAJMUL ISLAM, A. K. M.; SUTINEN, E. Toward Pedagogy Driven Virtual Reality Learning Space Design. In: SUSTAINABLE ICT, EDUCATION AND LEARNING, 2019, Cham. **Anais...** Springer International Publishing, 2019. p. 235–244.
- RÖTKÖNEN, E.; WINSCHIERS-THEOPHILUS, H.; GOAGOSSES, N.; ITENGE, H.; SHINEDIMA, G.; SUTINEN, E. Playing on the Globe: facilitating virtual communications between namibian and finnish learners to co-design an interactive map game. In: ANNUAL

ACM INTERACTION DESIGN AND CHILDREN CONFERENCE, 20., 2021, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2021. p. 160–170. (IDC '21).

ROUSSOU, M. Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children. **Comput. Entertain.**, New York, NY, USA, v. 2, n. 1, p. 10, Jan. 2004.

ROUSSOU, M.; SLATER, M. Comparison of the Effect of Interactive versus Passive Virtual Reality Learning Activities in Evoking and Sustaining Conceptual Change. **IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 233–244, 2020.

RUA, H.; ALVITO, P. Living the past: 3d models, virtual reality and game engines as tools for supporting archaeology and the reconstruction of cultural heritage – the case-study of the roman villa of casal de freiria. **Journal of Archaeological Science**, [S.l.], v. 38, n. 12, p. 3296–3308, 2011.

RYU, J.-H.; HAN, S.-H.; HWANG, S.; LEE, J.; DO, S.-H.; KIM, J.-H.; PARK, J.-W. Effects of Virtual Reality Education on Procedural Pain and Anxiety During Venipuncture in Children: a randomized clinical trial. **Frontiers in Medicine**, [S.l.], v. 9, p. 849541, 04 2022.

RYU, J.-H.; PARK, J.-W.; CHOI, S. I.; KIM, J. Y.; LEE, H.; YOO, H.-J.; HAN, S.-H. Virtual Reality vs. Tablet Video as an Experiential Education Platform for Pediatric Patients Undergoing Chest Radiography: a randomized clinical trial. **Journal of Clinical Medicine**, [S.l.], v. 10, n. 11, 2021.

RYU, J.-H.; PARK, J.-W.; CHOI, S. I.; KIM, J. Y.; LEE, H.; YOO, H.-J.; HAN, S.-H. Virtual Reality vs. Tablet Video as an Experiential Education Platform for Pediatric Patients Undergoing Chest Radiography: a randomized clinical trial. **Journal of Clinical Medicine**, [S.l.], v. 10, n. 11, 2021.

SALMON, G. May the Fourth Be with you: creating education 4.0. **Journal of Learning for Development**, [S.l.], v. 6, 07 2019.

SANTOS, J. dos. **Missões: reflexões & questionamentos**. [S.l.]: Editora e Gráfica Caxias, 2016.

SANTOS, L.; OLIVEIRA, J.; GAMITO, P. Cognitive stimulation using non-immersive virtual reality tasks in children with learning disabilities. **Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine**, [S.l.], v. 19, p. 67–71, 2021.

SANTOS NUNES, E. P. dos; GUTIERREZ, G. A.; SANTOS, D. A. C.; VITERBO, J.; TREVISAN, D.; MACIEL, C.; FARIA BORGES, L. C. L. de. Interaction Techniques in Three-Dimensional Virtual Environments Based on Games to Support Chronic Diseases Treatment: a systematic review. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2019, Berlin, Heidelberg. **Anais...** Springer-Verlag, 2019. p. 333–350.

SCHLOSS, I.; O. BAILEY, J.; TRIPATHI, S. “I’m in his belly!”: children’s responses to different types of characters in virtual reality. In: SPRINGER-VERLAG, 2021, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2021. p. 43–48. (IDC '21).

- SCHWEBEL, D. C.; WU, Y.; LI, P.; SEVERSON, J.; HE, Y.; XIANG, H.; HU, G. Featured Article: evaluating smartphone-based virtual reality to improve chinese schoolchildren's pedestrian safety: a nonrandomized trial. **Journal of Pediatric Psychology**, [S.l.], v. 43, n. 5, p. 473–484, 12 2017.
- SERAFIM, A. R. R. d. M.; SILVA, A. N. S.; ALCÂNTARA, C. M. d.; QUEIROZ, M. V. O. Construction of serious games for adolescents with type 1 diabetes mellitus. **Acta Paulista de Enfermagem**, [S.l.], v. 32, p. 374–381, 2019.
- SERAFIN, S.; ADJORLU, A.; NILSSON, N.; THOMSEN, L.; NORDAHL, R. Considerations on the use of virtual and augmented reality technologies in music education. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–4.
- SEYMOUR, N.; GALLAGHER, A.; ROMAN, S.; O'BRIEN, M.; BANSAL, V.; ANDERSEN, D.; SATAVA, R. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. **Annals of surgery**, [S.l.], v. 236, p. 458–63; discussion 463, 10 2002.
- SHARAF, N.; AHMED, G.; IHAB, S. Virtual/Mixed Reality Control of a Game Through Scratch. In: 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p. 689–693.
- SHERMAN, W.; CRAIG, A. **Understanding Virtual Reality**: interface, application, and design. [S.l.]: Elsevier Science, 2003. (Morgan Kaufmann series in computer graphics and geometric modeling).
- SHIMADA, S.; FUNAHASHI, K.; ITO, K.; TANASE, Y.; IWAZAKI, K. VR hand hygiene training system that visualizes germs to be washed and removed. In: IEEE 6TH GLOBAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS (GCCE), 2017., 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–4.
- SHOSHANI, A. From virtual to prosocial reality: the effects of prosocial virtual reality games on preschool children's prosocial tendencies in real life environments. **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v. 139, p. 107546, 10 2022.
- SHOSHANI, A. From virtual to prosocial reality: the effects of prosocial virtual reality games on preschool children's prosocial tendencies in real life environments. **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v. 139, p. 107546, 2023.
- SLATER, M.; SANCHEZ-VIVES, M. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. **Frontiers in Robotics and AI**, [S.l.], v. 3, 12 2016.
- SLATER, M.; USOH, M.; STEED, A. Depth of presence in virtual environments. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, Cambridge, MA, USA, v. 3, n. 2, p. 130–144, Jan. 1994.
- SLATER, M.; WILBUR, S. A framework for immersive virtual environments (FIVE): speculations on the role of presence in virtual environments. **Presence (Camb.)**, [S.l.], v. 6, n. 6, p. 603–616, Dec. 1997.
- SOUTHGATE, E. Children's evaluation of a virtual reality boating safety education resource. In: IEEE CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND 3D USER INTERFACES ABSTRACTS AND WORKSHOPS (VRW), 2023., 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p. 508–512.

SOUTHGATE, E.; SMITH, S. P.; CIVIDINO, C.; SAXBY, S.; KILHAM, J.; EATHER, G.; SCEVAK, J.; SUMMERVILLE, D.; BUCHANAN, R.; BERGIN, C. Embedding immersive virtual reality in classrooms: ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. **International Journal of Child-Computer Interaction**, [S.l.], v. 19, p. 19–29, 2019.

STEINICKE, F. **Being Really Virtual**: immersive natives and the future of virtual reality. 1st. ed. [S.l.]: Springer Publishing Company, Incorporated, 2016.

STELLO, V. F. **Sítio arqueológico de São Miguel Arcanjo** : avaliação conceitual das intervenções 1925-1927 e 1938-1940. [Accessed 27-10-2024], <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7964/000563216.pdf?sequence=1>

SUL, R. G. D. **Referencial Curricular Gaúcho**: Humanas. [Accessed 17-01-2025], <https://portal.educacao.rs.gov.br/Portals/1/Files/1529.pdf>.

S.VASANTHI S. DAVID SAMUEL AZARIYA, S.-S. P. **Augmented Reality Sandbox With Play Based Learning For Preschool Children**. [Accessed 29-03-2025], <http://paper.ijcsns.org/07book/202206/20220695.pdf>.

SWEETSER, P.; WYETH, P. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. **Comput. Entertain.**, New York, NY, USA, v. 3, n. 3, p. 3, July 2005.

SZCZUROWSKI, K.; SMITH, M. “Woodlands” - a Virtual Reality Serious Game Supporting Learning of Practical Road Safety Skills. In: IEEE GAMES, ENTERTAINMENT, MEDIA CONFERENCE (GEM), 2018., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–9.

SÜLTER, R. E.; KETELAAR, P. E.; LANGE, W.-G. SpeakApp-Kids! Virtual reality training to reduce fear of public speaking in children – A proof of concept. **Computers Education**, [S.l.], v. 178, p. 104384, 2022.

TAKASHI IKUTA YASUSHI GOTOH, W. U. **Yasushi Gotoh - CASE STUDY OF TEACHER'S ON GOING COGNITION USING VR - researchmap — researchmap.jp**. 2019.

TARKKANEN, K.; LEHTO, A.; OLIVA, D.; SOMERKOSKI, B.; HAAVISTO, T.; LUIMULA, M. Research Study Design for Teaching and Testing Fire Safety Skills with AR and VR Games. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE INFOCOMMUNICATIONS (COGINFOCOM), 2020., 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p. 000167–000172.

TARNG, W.; PAN, I.-C.; OU, K.-L. Effectiveness of Virtual Reality on Attention Training for Elementary School Students. **Systems**, [S.l.], v. 10, n. 4, 2022.

THANH, V. D. H.; PUI, O.; CONSTABLE, M. Room VR: a vr therapy game for children who fear the dark. In: SIGGRAPH ASIA 2017 POSTERS, 2017, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2017. (SA '17).

The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2. ed. [S.l.]: Cambridge University Press, 2014. (Cambridge Handbooks in Psychology).

TSUEI, M.; CHIU, J.-I.; PENG, T.-W.; CHANG, Y.-C. Preliminary Evaluation of the Usability of a Virtual Reality Game for Mudslide Education for Children. In: ACM SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY SOFTWARE AND TECHNOLOGY, 25., 2019, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2019. (VRST '19).

TZANAVARI, A.; MATSENTIDOU, S.; CHRISTOU, C.; POULLIS, C. User Experience Observations on Factors That Affect Performance in a Road-Crossing Training Application for Children Using the CAVE. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2014. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014.

UCHIYAMA, K.; FUNAHASHI, K. Tablet VR-Learning System: chemical laboratory experience system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIGNAL-IMAGE TECHNOLOGY INTERNET-BASED SYSTEMS, 2013., 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013. p. 416–423.

UNESCO. **Educação para o Desenvolvimento Sustentável: objetivos e metas.** Acessado em 23 de julho de 2024, UNESCO Digital Library.

van Limpt - Broers, H.; LOUWERSE, M.; POSTMA, M. **Awe yields learning: a virtual reality study.** CogSci 2020 ; Conference date: 30-07-2020 Through 01-08-2020.

VAN MECHELEN, M.; SMITH, R. C.; SCHAPER, M.-M.; TAMASHIRO, M.; BILSTRUP, K.-E.; LUNDING, M.; GRAVES PETERSEN, M.; SEJER IVERSEN, O. Emerging Technologies in K–12 Education: a future hci research agenda. **ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.**, New York, NY, USA, v. 30, n. 3, June 2023.

VATS, S.; JOSHI, R. The Impact of Virtual Reality in Education: a comprehensive research study. In: 2013 , 2024. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2024. p. 126–136.

VERHOEF, R. E. J.; DIJK, A. van; VERHULP, E. E.; CASTRO, B. O. de. Interactive virtual reality assessment of aggressive social information processing in boys with behaviour problems: a pilot study. **Clinical Psychology & Psychotherapy**, [S.l.], v. 28, n. 3, p. 489–499, 2021.

VERHOEF, R. E. J.; VERHULP, E. E.; DIJK, A. van; CASTRO, B. O. de. Interactive Virtual Reality versus Vignette-Based Assessment of Children's Aggressive Social Information Processing. **Research on Child and Adolescent Psychopathology**, [S.l.], v. 50, n. 5, p. 621–636, May 2022.

VILLENA-TARANILLA, R.; TIRADO-OLIVARES, S.; C6ZAR-GUTIÉRREZ, R.; GONZÁLEZ-CALERO, J. A. Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: a meta-analysis. **Educational Research Review**, [S.l.], v. 35, p. 100434, 2022.

VISHWANATH, A.; KAM, M.; KUMAR, N. Examining Low-Cost Virtual Reality for Learning in Low-Resource Environments. In: CONFERENCE ON DESIGNING INTERACTIVE SYSTEMS, 2017., 2017, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2017. p. 1277–1281. (DIS '17).

VYACHESLAV I. PETRENKO N. ANTONOV NORTH CAUCASUS, F. B. T. N. C. N. U. U. **The Concept of Fine Motor Skills Development of Preschool Children Using Haptic Gloves.** 2019.

VYGOTSKY, L.; COLE, M. **Mind in Society**: development of higher psychological processes. [S.l.]: Harvard University Press, 1978.

WANG, Q. The Creation of Multi Intelligence Music Classroom in Children's Enlightenment Stage Based on Virtual Reality Technology*. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p. 431–434.

WANG, X.; YOUNG, G. W.; PLECHATÁ, A.; Mc Guckin, C.; MAKRANSKY, G. Utilizing virtual reality to assist social competence education and social support for children from under-represented backgrounds. **Computers Education**, [S.l.], v. 201, p. 104815, 2023.

WEI, X.; WENG, D.; LIU, Y.; WANG, Y. Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. **Computers Education**, [S.l.], v. 81, p. 221–234, 2015.

WEI, X.; ZHANG, M. Experimental Research and Analysis of Immersive Virtual Reality Technology on Children's Language Teaching. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EDUCATIONAL TECHNOLOGY (ISET), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p. 186–188.

YAHAYA, N.; ABDUL MUTALIB, A.; ABDUL SALAM, S. A Comparative Analysis on Cybersickness Reduction Guidelines in VR and IVR Applications for Children Road Safety Education. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)**, [S.l.], v. 16, p. 33–48, 03 2022.

YEH, Y.-L.; LAN, K.; LIN, Y.-T. Gender-related differences in collaborative learning in a 3D virtual reality environment by elementary school students. **Educational Technology and Society**, [S.l.], v. 21, p. 204–216, 01 2018.

ZABIDI, N. S.; NOROWI, N. M.; RAHMAT, R. W. O. K. A review on gesture recognition technology in children's interactive storybook. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER SCIENCE AND ENGINEERING (I-USER), 2016., 2016. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p. 232–236.

ZAKRAOUI, J.; SALEH, M.; AL-MAADEED, S.; ALJA'AM, J. M. A study of children emotion and their performance while handwriting Arabic characters using a haptic device. **Education and Information Technologies**, [S.l.], v. 28, n. 2, p. 1783–1808, Feb. 2021.

ZHANG, Y.; HUANG, Z.; QUIGLEY, K.; SANKAR, R.; YANG, A. A User Experience Study of Locomotion Design in Virtual Reality Between Adult and Minor Users. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MIXED AND AUGMENTED REALITY ADJUNCT (ISMAR-ADJUNCT), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 47–51.

ZHAO, H. Smart preschool education live streaming: vr-driven optimization strategy. **Wireless Networks**, [S.l.], p. 1–9, 06 2022.

ZHOU, Q.; JIANG, J.; LI, X.; HOU, H.; YUE, S. Designing an Intelligent Firefighting Toy Car Using AR Technology and STEAM. **Mobile Information Systems**, [S.l.], v. 2022, n. 1, p. 2599715, 2022.

Categoria	Referências
Ensino Curricular	(GKOUMAS; IZZOUZI, 2023), (LAHOVSKY et al., 2023), (MA; FU; YANG, 2023), (KHEMCHANDANI et al., 2023), (LI et al., 2023), (DREAMSON; PARK, 2023), (ARENDTTORP et al., 2022), (DEWE et al., 2022), (LU et al., 2022), (CHU, 2022), (IJJUROTI et al., 2022), (AVILA-PESANTEZ et al., 2022), (MOGRA; GUO, 2022), (WEI; ZHANG, 2022), (BELTER; LUKOSCH, 2022), (NOVITA et al., 2022), (ZHAO, 2022), (GARCÍA-MARTÍN; ORTEGA-MOHEDANO, 2021), (S.VASANTHI S. DAVID SAMUEL AZARIYA, 2022), (FLORES GALLEGOS; LEIS; FERNANDEZ, 2021), (MICHALKO et al., 2022), (MODIBANE et al., 2021), (ZAKRAOUI et al., 2021), (WANG, 2021), (ARAIZA-ALBA et al., 2021a), (DAMEKOVA et al., 2021), (KAIMARA et al., 2021), (HSIAO; SU, 2021), (GANG YANG YU-TING CHEN, 2021), (ROUSSOU; SLATER, 2020), (van Limpt - Broers; LOUWERSE; POSTMA, 2020), (SHARAF; AHMED; IHAB, 2020), (LUIGINI et al., 2020), (PELTEKOVA; STEFANOVA; NIKOLOVA, 2019), (TSUEI et al., 2019), (ZHANG et al., 2019), (NUGROHO; HARNADI, 2019), (BOGUSEVSKI; MUNTEAN, 2019), (RÖTKÖNEN; NAJMUL ISLAM; SUTINEN, 2019), (RODRÍGUEZ; MORGA; CANGAS-MOLDES, 2019), (KARKAR et al., 2018), (LEI et al., 2018), (PRADEEP RAJ et al., 2018), (IQUIRA BECERRA et al., 2018), (DEBAILLEUX; HISMANS; DUROISIN, 2018), (BOLIER et al., 2018), (YEH; LAN; LIN, 2018), (REMMER; DENAMI; MARQUET, 2017), (SERAFIN et al., 2017), (CHIU, 2017), (HSU, 2017), (KALLIONIEMI et al., 2016), (UCHIYAMA; FUNAHASHI, 2013),
Segurança / Simulação	(SOUTHGATE, 2023), (AN; SHIN, 2023), (ZHOU et al., 2022), (YAHAYA; ABDUL MUTALIB; ABDUL SALAM, 2022), (LEE et al., 2022), (GENARO et al., 2021), (RYU et al., 2021b), (KHAN et al., 2021), (RIMU et al., 2021), (SCHLOSS; O. BAILEY; TRIPATHI, 2021) (MENG; YEH, 2021) (TARKKANEN et al., 2020), (FENG et al., 2020), (RYU et al., 2021a), (JIANG et al., 2018), (SZCZUROWSKI; SMITH, 2018), (MORRONGIELLO et al., 2018), (SCHWEBEL et al., 2017), (SHIMADA et al., 2017), (JOO-NAGATA et al., 2017), (HARINI et al., 2016) (GU; SOSNOVSKY; ULLRICH, 2015), (RIDENE; LEROY; CHENDEB, 2015), (TZANAVARI et al., 2014),
Comportamento Social	(WANG et al., 2023), (SHOSHANI, 2023), (WANG et al., 2023), (PACHECO et al., 2023) (IVANOV, 2022), (ZAKRAOUI et al., 2021), (MURAVEVSKAIA; GARDNER-MCCUNE, 2022), (SÜLTER; KETELAAR; LANGE, 2022), (TARNG; PAN; OU, 2022), (VERHOEF et al., 2022), (SCHLOSS; O. BAILEY; TRIPATHI, 2021), (RÖTKÖNEN et al., 2021), (CARDONA et al., 2021), (LIAO; HSIEH; WEI, 2021), (PAN et al., 2021), (QIN; LUO; XU, 2021), (LUO et al., 2021), (RADU et al., 2021), (SANTOS; OLIVEIRA; GAMITO, 2021), (ARAIZA-ALBA et al., 2021b), (VERHOEF et al., 2021), (RYU et al., 2021b), (CHIOU, 2020), (JOO; JEONG, 2020), (LORUSSO et al., 2020), (CHUA et al., 2019), (TAKASHI IKUTA YASUSHI GOTOH, 2019), (SOUTHGATE et al., 2019), (VYACHESLAV I. PETRENKO N. ANTONOV NORTH CAUCASUS, 2019), (SERAFIM et al., 2019), (KELLER et al., 2018), (PERANDRÉ; HAYDU, 2018), (PADILLA BELTRAN; CASTRO; MANTILLA PASTRANA, 2017), (VISHWANATH; KAM; KUMAR, 2017), (HANKALA et al., 2017), (MURAVEVSKAIA, 2017), (RALPH et al., 2017), (THANH; PUI; CONSTABLE, 2017), (CARVALHO et al., 2017), (ZABIDI; NOROWI; RAHMAT, 2016), (AMORES; BENAVIDES; SHAPIRA, 2016), (PASSIG; TZURIEL; ESHEL-KEDMI, 2016), (PERINI et al., 2016), (HRISHIKESH; NAIR, 2016), (CHEN; TSAI, 2015), (WEI et al., 2015), (PASSIG; SCHWARTZ, 2014),
Revisões Sistemáticas	(VAN MECHELEN et al., 2023), (KAIMARA; OIKONOMOU; DELIYANNIS, 2022), (VILLENNA-TARANILLA et al., 2022), (SANTOS NUNES et al., 2019),

Tabela 11: Artigos selecionados na revisão sistemática, por área de Ensino.

APÊNDICE A PLANO DE AULA

Plano de Aula: História dos Sete Povos das Missões

Objetivo Geral: Compreender a importância histórica e cultural dos Sete Povos das Missões, com foco nas ruínas de São Miguel das Missões, utilizando diferentes recursos didáticos e tecnológicos.

Duração: 4 semanas (8 aulas)

Semana 1: Introdução e Contextualização

Aula 1: Introdução aos Sete Povos das Missões

- **Objetivo:** Apresentar o contexto histórico dos Sete Povos das Missões.
- **Atividades:**
 - Exposição oral sobre a história das missões jesuíticas.
 - Exibição de vídeos educativos sobre os Sete Povos das Missões.
 - Discussão em grupo sobre a importância das missões para a cultura local.

Aula 2: Material Didático

- **Objetivo:** Explorar o material didático sobre os Sete Povos das Missões.
- **Atividades:**
 - Leitura e análise de textos didáticos.
 - Atividades de interpretação de texto e mapas históricos.
 - Criação de um mural com informações e imagens sobre os Sete Povos.

Semana 2: Visitação Digital

Aula 3: Visita Virtual às Ruínas de São Miguel das Missões

- **Objetivo:** Conhecer as ruínas de São Miguel das Missões através de uma visita virtual.
- **Atividades:**
 - Navegação guiada por um tour virtual das ruínas.
 - Discussão sobre as impressões e aprendizados da visita virtual.
 - Atividade de desenho ou escrita sobre o que mais chamou a atenção.

Aula 4: Análise e Reflexão

- **Objetivo:** Refletir sobre a visita virtual e aprofundar o conhecimento.
- **Atividades:**
 - Debate sobre a preservação do patrimônio histórico.

- Pesquisa em grupos sobre diferentes aspectos das ruínas (arquitetura, cultura, etc.).
- Apresentação dos resultados das pesquisas.

Semana 3: Visitação Presencial

Aula 5: Preparação para a Visita Presencial

- **Objetivo:** Preparar os alunos para a visita presencial às ruínas.
- **Atividades:**
 - Planejamento da visita (logística, regras de comportamento, etc.).
 - Discussão sobre o que observar durante a visita.
 - Elaboração de um roteiro de perguntas e pontos de interesse.

Aula 6: Visita Presencial às Ruínas de São Miguel das Missões

- **Objetivo:** Vivenciar a história dos Sete Povos das Missões in loco.
- **Atividades:**
 - Visita guiada às ruínas.
 - Registro fotográfico e anotação de observações.
 - Entrevista com guias locais ou especialistas.

Semana 4: Imersão em Realidade Virtual e Conclusão

Aula 7: Imersão em Realidade Virtual

- **Objetivo:** Experimentar uma imersão em realidade virtual das missões jesuíticas no seu auge.
- **Atividades:**
 - Sessão de realidade virtual mostrando como eram as missões no seu auge.
 - Discussão sobre as diferenças entre a realidade virtual e a visita presencial.
 - Atividade de comparação e contraste entre as duas experiências.

Aula 8: Conclusão e Avaliação

- **Objetivo:** Concluir o projeto e avaliar o aprendizado.
- **Atividades:**
 - Redação ou apresentação sobre o que aprenderam e o que mais gostaram.
 - Avaliação contínua baseada na participação e nas atividades realizadas.

- Feedback dos alunos sobre o projeto e sugestões para futuras atividades.

Recursos Necessários:

- **Material didático (livros, textos, mapas).**
- **Computadores ou tablets para visitação digital.**
- **Equipamentos de realidade virtual.**
- **Transporte para visita presencial.**
- **Câmeras fotográficas ou celulares para registro.**

Seguindo a necessidade de aplicar o conhecimento sobre as missões jesuíticas observamos contemplar os seguintes objetos de conhecimentos e habilidades, descritos na tabela, observando as necessidades previstas nas bases curriculares nacionais e regionais:

UNIDADE TEMÁTICA	OBJETO DE CONHECIMENTO	HABILIDADES BNCC	HABILIDADES RCG
Circulação de pessoas, produtos e culturas	Os processos migratórios para a formação do Brasil: os grupos indígenas, a presença e a presença europeia.	(EF04HI10) Analisar diferentes fluxos populacionais e suas contribuições para a formação da sociedade brasileira.	(EF04HI10RS-1) Identificar os povos indígenas que habitavam o território onde hoje é o Rio Grande do Sul, sua identidade cultural e linguística, com outros povos indígenas e sua correlação com as tradições arqueológicas líticas e cerâmicas presentes na Bacia do Rio da Prata. (EF04HI10RS-4) Identificar diferentes fluxos populacionais, considerando a diversidade e a origem cultural dos imigrantes, indígenas e africanos,

			compreendendo suas contribuições para a formação da sociedade riograndense e também suas especificidades étnicas e culturais. (EF04HI10RS-5) Valorizar e destacar as contribuições dos povos indígenas (missões, pampa e planalto), povos europeus (imigrantes açorianos, alemães e italianos) e africanos e miscigenados no movimento de colonização do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente nos aspectos socioeconômicos, histórico e cultural, reconhecendo a multiplicidade étnica da sociedade.
Povos e culturas: meu lugar no mundo e meu grupo social	O que forma um povo: do nomadismo aos primeiros povos sedentarizados	(EF05HI01) Identificar os processos de formação das culturas e dos povos, relacionando-os com o espaço geográfico ocupado.	(EF05HI01RS-1) Reconhecer e analisar a história e a diversidade cultural dos povos indígenas que habitavam o território gaúcho anterior e contemporaneamente à colonização europeia. (EF05HI01RS-2) Conhecer e analisar a influência dos diferentes povos que

			colonizaram as terras do Rio Grande do Sul, percebendo suas contribuições nas mais diversas esferas da vida e da cultura (arquitetura, arte, economia, religião, educação, tecnologia etc.). (EF05HI01RS-3) Conhecer as disputas dos territórios do Rio Grande do Sul entre portugueses e espanhóis e a luta dos povos indígenas em defesa das terras.
	As formas de organização social e política: a noção de Estado	(EF05HI02) Identificar os mecanismos de organização do poder político com vistas à compreensão da ideia de Estado e/ou de outras formas de ordenação social.	(EF05HI02RS-1) Compreender a importância do desenvolvimento das formas de governo para a organização da sociedade, percebendo que a vida em sociedade exige regras de convivência, respeito à democracia e aos direitos humanos.
	O papel das religiões e da cultura para a formação dos povos antigos	(EF05HI03) Analisar o papel das culturas e das religiões na composição identitária dos povos antigos.	(EF05HI03RS-1) Compreender que a religião é a primeira forma de ciência e filosofia da humanidade. (EF05HI03RS-2) Valorizar o papel das mais diferentes manifestações

			religiosas na formação da identidade dos indivíduos, das coletividades e de seu sentido de vida.
	Cidadania, diversidade cultural e respeito às diferenças sociais, culturais e históricas	(EF05HI04) Associar a noção de cidadania com os princípios de respeito à diversidade, à pluralidade e aos direitos humanos.	(EF05HI04RS-1) Compreender as relações sociais ao longo do tempo, percebendo como as diferentes pessoas e grupos sociais se envolvem em relações de poder, estudando conceitos, como escravidão, liberdade, autoridade, governo, trabalho, liderança etc.. (EF05HI04RS-2) Distinguir as diferenças e as similaridades que envolvem os sujeitos, valorizando os direitos humanos e o respeito à diversidade.
Registros da história: linguagens e culturas	As tradições orais e a valorização da memória O surgimento da escrita e a noção de fonte para a transmissão de saberes, culturas e histórias	(EF05HI06) Comparar o uso de diferentes linguagens e tecnologias no processo de comunicação e avaliar os significados sociais, políticos e culturais atribuídos a elas. (EF05HI07) Identificar os processos de	(EF05HI06RS-1) Conhecer e comparar as tecnologias de comunicação de outros tempos com as da atualidade. (EF05HI07RS-1) Discutir a presença dos diferentes grupos que compõem a sociedade rio-grandense (europeus, indígenas e africanos), no que diz

		produção, hierarquização e difusão dos marcos de memória e discutir a presença e/ou a ausência de diferentes grupos que compõem a sociedade na nomeação desses marcos de memória.	respeito à produção e à difusão da memória através da tradição oral. (EF05HI07RS-2) Perceber que os marcos e registros da história foram produzidos e difundidos por um grupo social dominante e que, por isso, podem ser ou não representativos de todos os grupos que compõem a Sociedade. (EF05HI07RS-3) Perceber que a escrita (ou o documento escrito) não é a única fonte da História, e a reconstituição do passado dos diversos grupos que compõem a sociedade pode ser feita por meio de outros tipos de fontes, como relatos orais, lendas, rituais, formas de saber e fazer, objetos, fotos e construções.
	Os patrimônios materiais e imateriais da humanidade	(EF05HI10) Inventariar os patrimônios materiais e imateriais da humanidade e analisar mudanças e	(EF05HI10RS-1) Listar os patrimônios históricos mais conhecidos de sua cidade e de sua região, observando o significado de

		permanências desses patrimônios ao longo do tempo.	cada um para a preservação da memória. (EF05HI10RS-2) Compreender o significado de patrimônio histórico imaterial, relacionando com elementos do imaginário local.
--	--	--	--

Fontes:

<http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>

e

<https://portal.educacao.rs.gov.br/Portals/1/Files/1529.pdf>

APÊNDICE B SONDAÇÃO COM PROFESSORES

PESQUISA SOBRE O USO DE REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO DE CRIANÇAS

Essa pesquisa faz parte do projeto de Mestrado de Renato Veiga Martins Jr., em desenvolvimento sob orientação do Prof. Dr. Vinicius Costa de Souza e Prof. Dr. Kleinner Silva Farias de Oliveira, no Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da UNISINOS.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. 1. Em que escola você atua? *

2. 2. Qual a sua data de nascimento? *

Exemplo: 7 de janeiro de 2019

3. 3. Qual o seu Gênero? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Feminino

☐ Masculino

☐ Outro: _____

4. 4. Qual a sua formação? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Magistério
- ☐ Graduação
- ☐ Especialização
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado

5. 5. Caso seja graduada(o), qual foi o curso?

6. 6. Caso seja graduada(o), em que ano foi a conclusão?

7. 7. Caso tenha realizado magistério, em que ano foi a conclusão?

8. 8. Você já trabalhou o conteúdo de história sobre "Os 7 povos das Missões Jesuíticas"? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

9. 9. Se sim, por quantos anos?

10. 10. Em que ano do ensino fundamental você costuma ensinar o conteúdo sobre "Os 7 povos das Missões Jesuíticas"?

Marcar apenas uma oval.

☐ 4º ano

☐ 5º ano

☐ Outro: _____

11. 11. Que práticas pedagógicas você já usou para trabalhar esse conteúdo?

12. 12. Qual(is) prática(s) pedagógica(s) você considera mais eficiente(s)?

Seção 2 - Conhecimentos sobre Realidade Virtual na Educação.

13. 13. Você sabe o que é realidade virtual? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

14. 14. Qual é o seu nível de conhecimento sobre realidade virtual? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Nenhum

☐ Baixo

☐ Médio

☐ Alto

15. 15. Você já usou algum óculos de Realidade Virtual? *



Marcar apenas uma oval.

☐ Nunca

☐ Apenas uma vez

☐ Entre duas e cinco vezes

☐ Mais de cinco vezes

16. 16. Você conhece alguma aplicação de Realidade Virtual para a educação? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

17. 17. Se **sim**, qual(is)?

18. 18. Você considera que é possível fazer uso de Realidade Virtual como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

19. 19. Você adotaria ferramentas como os óculos de realidade virtual em seu planejamento pedagógico e faria o alinhamento ao projeto de ensino? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

20. 20. Você tem interesse em realizar uma formação gratuita de 2 horas sobre Realidade Virtual?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

21. 21. Você tem interesse em contribuir para a concepção de uma solução em Realidade Virtual para apoio ao ensino sobre a história dos 7 povos das Missões Jesuíticas? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

APÊNDICE C PLANO DE AULA COM O USO DE RV

REALIDADE VIRTUAL NA HISTÓRIA DAS MISSÕES

Esta é uma coleta de sugestões para a utilização de Realidade Virtual como apoio ao processo de ensino e aprendizagem da história das Reduções de São Miguel.

O ambiente de Realidade Virtual será construído com foco no ensino desse conteúdo para as crianças do 4º e o 5º ano do ensino fundamental, com o objetivo de proporcionar um aprendizado significativo em meio ao período histórico (como era na época).

Essa pesquisa faz parte do projeto de Mestrado de Renato da Veiga Martins Jr., em desenvolvimento sob orientação do Prof. Dr. Vinicius Costa de Souza e Prof. Dr. Kleinner Silva Farias de Oliveira, no Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da UNISINOS.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. Quais personagens você acredita que sejam importantes para a historia das Reduções de São Miguel das Missões? *

2. Se pudéssemos reconstruir ou voltar no tempo, quais ambientes que existiram nas Reduções de São Miguel você consideraria importante apresentar através da Realidade Virtual? *

3. Em sua opinião, o que não poderia faltar em uma representação da redução de São Miguel ?

4. Como você imagina que deve ser, para os alunos do 4º e 5º anos, a experiência *
de conhecer as Reduções de São Miguel através de Realidade Virtual?

5. Qual deve ser o tempo máximo de duração da experiência em RV (para cada *
estudante)?

6. Qual deve ser o roteiro da visita virtual? *

7. Deve haver uma locução explicando a visita virtual? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

8. Deve ser realizado algum tipo de teste de conhecimento ao final da visita virtual, dentro da experiência de RV? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

9. Qual tipo de gráfico você acredita ser ideal para trabalhar uma imersão com crianças? *

Marcar apenas uma oval.



☐ High-Poly (Gráficos realistas e texturas realistas)



☐ Mid-Poly (Gráficos intermediários com texturas mais leves)



☐ Low-Poly (Gráficos mais próximos de animações mais alegres)

10. Registre aqui outras sugestões que você considera importante.

APÊNDICE D TCLE RESPONSÁVEIS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Seu (Sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo científico, sendo que as informações sobre o mesmo estão descritas nos itens que se seguem. É importante que você leia esse documento com atenção e, em caso de qualquer dúvida ou informação que não entenda, solicite esclarecimentos. Você não é obrigado(a) a autorizar que seu(sua) filho(a) participe desta pesquisa. Caso decida dar seu consentimento, assine esse documento na última página. É importante também que saiba que você pode retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem ter que dar maiores explicações, não implicando em qualquer prejuízo a você ou seu(sua) filho(a).

Esse estudo está sendo realizado com estudantes dos 4º e 5º anos do ensino fundamental para melhor compreender os benefícios do uso de novas tecnologias no aprendizado sobre a História dos Sete Povos das Missões. Seu(sua) filho(a) será convidado(a) a responder algumas questões simples sobre experiências prévias com novas tecnologias. Posteriormente, seu(sua) filho(a) colocará óculos de realidade virtual e terá uma experiência imersiva de visita virtual nas ruínas dos Sete Povos das Missões. Se a criança se sentir desconfortável, basta ela avisar que a experiência será interrompida. Logo após, algumas questões simples sobre a experiência serão realizadas. Cabe destacar que esses procedimentos serão realizados na própria escola, com o acompanhamento do pesquisador e de professores das turmas.

Ao utilizar óculos de realidade virtual, seu(sua) filho(a) poderá sentir desconfortos, como tontura, vertigem ou enjoo. Para garantir a segurança dos participantes, a experiência será realizada em sala adequada, dentro da escola, e com a supervisão da equipe de pesquisa. Caso seu(sua) filho(a) manifeste desconforto, a experiência será imediatamente interrompida e o seu(sua) filho(a) será encaminhado para a enfermaria da escola tendo todo o amparo necessário.

Ao participar deste estudo seu(sua) filho(a) será diretamente beneficiado(a) pela oportunidade de realizar uma visita virtual as ruínas dos Sete Povos das Missões inédita, utilizando tecnologias de ponta. Além disso, contribuirá para os avanços na utilização de novas tecnologias em benefício do processo de ensino e aprendizagem, o que permitirá que outros estudantes possam conhecer lugares distantes, em experiências realistas, sem necessidade de deslocamento, considerando os possíveis benefícios produzidos pela pesquisa para as áreas de conhecimento (Computação Aplicada e Educação).

A participação de seu(sua) filho(a) nesse estudo é voluntária, bem como o seu consentimento para que ele(ela) participe. Isso implica que nem você nem seu(sua) filho(a) receberão qualquer tipo de pagamento para participar deste estudo. No entanto, vocês não terão quaisquer gastos ao participar desta pesquisa.

Durante a participação de seu(sua) filho(a), serão coletadas algumas informações que serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa. Todos os dados coletados durante o estudo serão registrados de forma que não seja possível saber quem é seu(sua) filho(a), garantindo a confidencialidade e o sigilo nas informações coletadas. Se algum dado for relatado em publicações ou discussões científicas, o nome do seu(sua) filho(a) não será mencionado.

Em caso de dúvidas ou caso deseje retirar o consentimento para que seu(sua) filho(a) participe da pesquisa, você pode entrar em contato com o pesquisador abaixo: **E-mail do pesquisador principal:** renatoveigamj@edu.unisinos.br - **Telefone 51-99555.8535.**

_____, ____/____/2024.

Nome do(a) responsável pelo estudante participante

Assinatura do(a) responsável pelo estudante participante

Renato da Veiga Martins Junior
Pesquisador

CEP – UNISINOS
VERSÃO APROVADA
Em 14/06/2024

APÊNDICE E TCLE ESTUDANTES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa Realidade Virtual na Educação de Crianças: a História dos Sete Povos das Missões, coordenada pelo professor Renato da Veiga Martins Júnior (e-mail: renatoveigamj@colegioanchieta.g12.br).

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir.

Você será convidado a usar óculos de realidade virtual para visualizar como eram as Missões Jesuíticas e depois você irá responder algumas perguntas sobre a experiência de imersão nas ruínas.

Ao utilizar óculos de realidade virtual, você poderá sentir desconfortos, como tontura, vertigem ou enjoo. Caso isso aconteça, avise imediatamente para que a experiência seja interrompida. Você sempre poderá dialogar com os professores sobre as suas necessidades.

Para garantir a segurança dos(as) estudantes, a experiência será realizada em sala adequada, dentro da escola, e com a supervisão da equipe de pesquisa.

Cabe destacar que esses procedimentos serão realizados na própria escola, com o acompanhamento do pesquisador e de professores das turmas envolvidas no projeto. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa. Os resultados da pesquisa vão ser divulgados pela coordenação de ensino da escola, mas sem identificar os nomes dos(as) estudantes que participaram.

_____, ____/____/2024.

Nome do(a) estudante participante

Assinatura do(a) estudante participante

Renato da Veiga Martins Junior
Pesquisador

CEP – UNISINOS
VERSÃO APROVADA
Em 14/06/2024

APÊNDICE F PRÉ-QUESTIONÁRIO



* Obrigatória

1

Sua idade? *

- ☐ 8 anos
- ☐ 9 anos
- ☐ 10 anos
- ☐ 11 anos
- ☐ 12 anos

2

Você é? *

- ☐ Menina
- ☐ Menino

3

Seu ano escolar? *

☐ 4º ano☐ 5º ano

4

Você joga vídeo game? *

Xbox, Playstation, PC, etc.

☐ Nunca jogo☐ Jogo uma vez por mês☐ Jogo uma vez por semana☐ Jogo uma vez por dia☐ Jogo mais de uma vez por dia

5

Você já usou óculos de realidade virtual? *

☐ Nunca usei☐ Já usei uma vez☐ Já usei duas ou três vezes☐ Já usei quatro ou cinco vezes☐ Já usei mais de cinco vezes

Seção

6

Você já visitou pessoalmente as Ruínas de São Miguel - RS ? *

☐ Sim☐ Não

7

Indique o seu nível de conhecimento sobre a história das Missões Jesuíticas de São Miguel.

*

1 estrela: não sei nada - 5 estrelas: já sei tudo



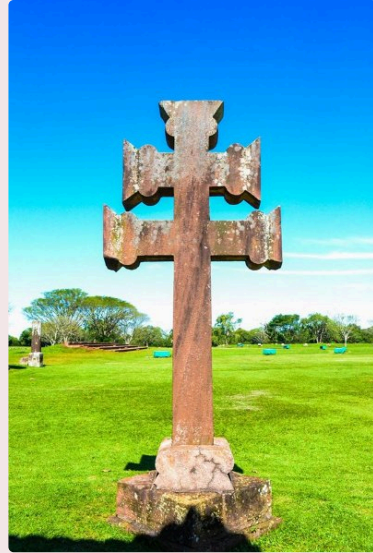
8

Que igreja é essa? *

☐ Não sei☐ Igreja de São Pedro☐ Igreja da Santíssima Trindade☐ Igreja de São Miguel Arcanjo☐ Igreja Nossa Senhora da Paz

9

Que objeto é esse? *



- ☐ Não sei
- ☐ Cruz de Santo André
- ☐ Cruz Missoneira
- ☐ Cruz de Malta
- ☐ Cruz de Santo Antônio

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

 Microsoft Forms

APÊNDICE G PÓS-QUESTIONÁRIO

Pós-Questionário

3 de nov. de 2024

Responda com total verdade. Suas respostas serão anônimas!

* Obrigatória

Parte 1

1. Quão fácil foi aprender a usar o sistema? *

1 estrela: nada fácil - 5 estrelas: muito fácil



2. Quão fácil seria ficar mais habilidoso no uso do sistema? *

1 estrela: nada fácil - 5 estrelas: muito fácil



3. Quão fácil foi fazer o que você queria no sistema? *

1 estrela: nada fácil - 5 estrelas: muito fácil



4. Quão fácil foi usar o sistema? *

1 estrela: nada fácil - 5 estrelas: muito fácil



Parte 2

5. Quanto você acha que usar esse sistema ajuda no aprendizado sobre a Missões Jesuítas? *

1 estrela: nada - 5 estrelas: muito



6. Quanto você acha que usar Realidade Virtual ajuda no aprendizado? *

1 estrela: nada - 5 estrelas: muito



7. Quanto você acha que usar Realidade Virtual no colégio seria bom para os alunos? *

1 estrela: nada - 5 estrelas: muito



8. Quanto você gostaria de usar Realidade Virtual no colégio? *

1 estrela: nada - 5 estrelas: muito



Parte 3

9. Quanto você usaria a Realidade Virtual no colégio? *

1 estrela: nada - 5 estrelas: muito



10. Quão divertido foi usar o sistema? *

1 estrela: nada divertido - 5 estrelas: muito divertido



11. Quanto a experiência pareceu real? *

1 estrela: pouco real - 5 estrelas: muito real



12. Você sentiu desconforto enquanto estava usando o sistema? *

1 estrela: não senti nada - 5 estrelas: senti muito desconforto



Parte 4

13. Quanto você aprendeu sobre as Missões usando o sistema? *

1 estrela: não aprendi nada - 5 estrelas: aprendi muito



14. Quanto você aprendeu sobre o Cotiguaçu? *

1 estrela: não aprendi nada - 5 estrelas: aprendi muito



15. Quanto você aprendeu sobre o Cabildo? *

1 estrela: não aprendi nada - 5 estrelas: aprendi muito



16. Quanto você aprendeu sobre a Arte Missioneira? *

1 estrela: não aprendi nada - 5 estrelas: aprendi muito



17. Quanto você gostou da personagem principal, a Apoena? *

1 estrela: não gostei - 5 estrelas: gostei muito



18. Quanto você conseguiu brincar com os brinquedos (miniaturas) existentes no jogo? *

1 estrela: não consegui - 5 estrelas: consegui muito



19. Quanto você conseguiu sentir que esteve nas Missões Jesuíticas de São Miguel? *

1 estrela: não consegui - 5 estrelas: consegui muito



20. Como você classificaria a utilidade do jogo para aprender sobre as Missões Jesuíticas *

1 estrela: pouco útil - 5 estrelas: muito útil



Parte final

21. Explique com as suas palavras o que você achou da experiência *

Será gravado um áudio com a sua fala, mas não se preocupe, apenas o pesquisador vai escutar.

 Carregar arquivo

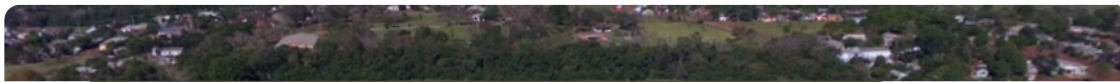
Limite de número de arquivos: 1 | Limite de tamanho de arquivo único: 1GB | Tipos de arquivo permitidos: Word, Excel, PPT, PDF, Imagem, Vídeo, Áudio

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.



Microsoft Forms

APÊNDICE H AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS



Avaliação de conhecimentos sobre as Missões Jesuíticas.

30 de mar. de 2025

Esta é uma avaliação dos seus conhecimentos sobre as missões jesuíticas. Faça todas as questões e a avaliação só será concluída depois de responder à todas elas.
Tenha uma ótima avaliação!

* Obrigatória

1

Digite seu **NOME COMPLETO:** *

2

Marque a sua **TURMA:** *

- ☐ 41
- ☐ 42
- ☐ 43
- ☐ 44
- ☐ 45
- ☐ 46

Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo

Durante este ano você estudou sobre as Missões Jesuíticas, e uma das missões mais importantes foi a de São Miguel Arcanjo no Rio Grande do Sul. A seguir, você responderá algumas perguntas sobre este acontecimento.

3

Qual era o papel dos Jesuítas nas missões jesuíticas?

- ☐ Catequização, fundação das missões, proteção contra escravidão indígena, desenvolvimento cultural e artístico.
- ☐ Não utilizar as antigas estruturas políticas e sociais indígenas.
- ☐ Governar sozinhos os espaços missioneiros.
- ☐ Entregar as terras indígenas para os europeus

4

Segundo os Jesuítas, a construção que não poderia faltar e que estava presente em todas as missões jesuíticas era: *

- ☐ Uma moradia para os indígenas
- ☐ Uma Igreja
- ☐ Uma plantação de Erva Mate
- ☐ Uma criação de pecuária

5

Qual era uma das línguas mais faladas nas Missões Jesuíticas? *

- ☐ Guarani
- ☐ Português
- ☐ Latim
- ☐ Espanhol

Sobre a organização das Missões Jesuíticas em São Miguel Arcanjo

A missão jesuítica de São Miguel, por um tempo foi uma das mais organizadas em sua estrutura. Leia atentamente as próximas questões que falam sobre este assunto.

6

Marque todas as respostas possíveis! Sobre o CABILDO, podemos afirmar que: *

Selecione no máximo 3 opções.

- ☐ É um lugar onde os líderes da aldeia Guarani conversavam sobre assuntos importantes.
- ☐ Lá, era decidido como a aldeia deveria viver, organizada de acordo com as culturas guaranís e suas tradições.
- ☐ Também neste lugar, muitas vezes os caciques aplicavam a justiça conforme as suas leis.
- ☐ Mas a decisão final eram dos jesuítas pois eles eram os donos do lugar.

7

Marque todas as respostas possíveis! Sobre espaço na Missão Jesuítica chamado COTIGUAÇÚ, era destinado para: *

Selecione no máximo 2 opções.

- ☐ Habitação permanente das mulheres viúvas e crianças órfãs.
- ☐ As vezes as mulheres permaneciam por um tempo, principalmente quando os maridos prestavam serviços importantes como as missões militares.
- ☐ Era usado como depósito de alimentos para toda a missão jesuítica de São Miguel.
- ☐ Ali também era usado para criar animais que serviram para a sobrevivência da missão.

8

Observe a imagem para responder. Qual a importância da PRAÇA ao centro da Missão Jesuítica de São Miguel? *



9

Marque a alternativa **CORRETA!** A IGREJA na missão de São Miguel Arcanjo, tinha como principal função: *

- ☐ Decorar a missão jesuítica.
- ☐ Catequizar os indígenas guaranis.
- ☐ Espaço que só os Jesuítas poderiam utilizar
- ☐ Nenhuma dessas respostas

Sobre as manifestações artísticas na Missão de São Miguel Arcânjo

A missão jesuítica de São Miguel também serviu para a ciência da arte. Leia atentamente as próximas questões que falam sobre este assunto.

10

Marque todas as respostas possíveis! Sobre a CRUZ MISSIONEIRA, podemos afirmar que: *

Selecione no máximo 3 opções.

- ☐ É um símbolo religioso que demonstra a presença de Cristo e também as Missões Jesuíticas dos Guaranis.
- ☐ Nos traços dela, é inexistente a presença guarani, isso configura a originalidade da arte missioneira.
- ☐ A ideia foi trazida pelos Padres Jesuítas para a América e se estende pelo Brasil, Argentina e Paraguai.
- ☐ Foi esculpida em pedra de arenito pelos nossos irmãos indígenas.

11

Marque a alternativa **CORRETA!** Quais eram os recursos oferecidos pelos jesuítas para os indígenas aprenderem a arte missioneira? *

- ☐ Aprendizagem de instrumentos e costura
- ☐ Aulas de culinária e decoração
- ☐ Música, canto, dança, teatro, pintura e escultura
- ☐ Apenas escultura, pois os indígenas não tocavam instrumentos difíceis.

12

Na missão jesuítica de São Miguel, a arte missioneira era baseada no estilo: *

- ☐ Indígena brasileiro
- ☐ Gótico religioso
- ☐ Tradicional gaúcho
- ☐ Barroco europeu

APÊNDICE I ARTIGOS PUBLICADOS

CERTIFICATE

This certificate is awarded to

Renato da Veiga Martins Júnior, Vinícius Costa de Souza

for the **Master – Honorable Mention** entitled

Realidade Virtual na Educação de Crianças: A História dos Sete Povos das Missões

presented in the

25th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR 2023)

held at Rio Grande, RS, Brazil, from November 6 to 9, 2023.


Marcio Sarroglia Pinho
Program Chair
Marcelo de Gómezes Malheiros
General Chair

Hosting:



Sponsorship:



Support:



In-cooperation with:



Realidade Virtual na Educação de Crianças: A História dos Sete Povos das Missões

Resumo: A demanda e as possibilidades para o uso de novas tecnologias na educação avançaram muito. Uma das tecnologias considerada extremamente promissora é a Realidade Virtual (RV), tendo em vista o que apontam as pesquisas recentes nessa área. A Realidade Virtual amplia possibilidades de aprendizagem, oferecendo ambientes diferentes daqueles presenciados na escola, possibilitando interação em uma experiência extremamente realista e empolgante. Contudo, ainda são poucos os estudos sobre os potenciais e limitações sobre o uso de RV na educação de crianças. Assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar os resultados de ações pedagógicas com o uso de RV na educação de crianças, através de uma experiência imersiva em RV às Missões Jesuíticas Guarani, Ruínas de São Miguel das Missões no Rio Grande do Sul/Brasil, consideradas Patrimônio Mundial da UNESCO.

Palavras-chave: *Realidade Virtual, Educação, Crianças.*

1. Introdução

Nos últimos tempos, principalmente após a pandemia da Covid-19, tivemos uma forte demanda às necessidades educativas tecnológicas nas escolas. Entre muitas possibilidades, o uso de Realidade Virtual na educação tem demonstrado grande potencial [11]. Estudos têm sugerido que a RV tem potencial para ser usada como uma ferramenta pedagógica e como um espaço imersivo para o aprendizado do aluno, proporcionando aos alunos um contexto autêntico onde eles podem desenvolver seu escopo de aprendizado, visualizar situações e conceitos que não são possíveis de exibir em outros meios e obter conhecimento mais significativo [3].

A aceitação dos educadores da RV na sala de aula tem sido investigada por diferentes autores, como Carpenter [1], assim como as intenções -comportamentais para o uso de RV na aprendizagem, que foram analisadas por Shen [13]. A aplicação da RV em projetos escolares auxilia em um conceito de “imersão” que pode fazer a ponte entre pedagogia com a tecnologia [5]. Uma concepção de imersão surge de uma interação complexa de fidelidade representacional e interação do aluno [4]. Neste caso, é necessário repensar algumas ações pedagógicas e os seus resultados de aprendizagem com os estudantes, principalmente em visitas externas, como em sítios arqueológicos e ruínas históricas, que estão geograficamente distantes ou que já não existem mais.

O uso de RV como apoio para o estudo de um fato ou momento histórico pode melhorar a experiência de vivenciar acontecimentos que hoje não são possíveis, complementando o conhecimento além do já existente em estudos bibliográficos. Assim, esse trabalho tem como objetivo avaliar os potenciais e limitações do uso de RV no processo de ensino e aprendizagem de crianças

da história das Missões Jesuíticas Guarani que encontramos nas Ruínas de São Miguel das Missões no Rio Grande do Sul/Brasil, considerado um patrimônio mundial da UNESCO desde 1983, sendo uma região ou área que vem a ser considerada pela comunidade científica de inigualável e fundamental importância para a humanidade [10].

Assim, nesse estudo será proporcionada à uma amostra de estudantes do 5º ano do ensino fundamental uma visita imersiva em RV às Missões Jesuíticas, retratando uma vivência interativa dentro da Missão de São Miguel Arcanjo, levando os estudantes para dentro de uma cena retratada durante aquela época, possibilitando um forte engajamento dos estudos. Este acontecimento depende de os alunos terem uma compreensão profunda e suficiente de conceitos para permitir que eles se envolvam em argumentos ponderados e estruturados e discussões que refletem um certo nível de especialização e “identificação” com o assunto [6]. Aprendizagens como estas devem ser desenvolvidas e aplicadas em ambientes escolares para que possam ter validade e, assim, difusão entre as escolas. Os professores irão participar de todas as etapas do projeto, iniciando na concepção pedagógica, passando pela concepção e avaliação do ambiente em RV, testes com os estudantes e avaliação dos resultados.

Este estudo é acompanhado por uma revisão sistemática da literatura, ainda em construção, sobre o uso de Realidade Virtual na educação de crianças para encontrar os principais temas, autores e fontes, bem como conhecer a estrutura conceitual, intelectual e social e identificar a base de conhecimento da RV na educação de crianças.

2. Metodologia

A metodologia adotada na pesquisa está pautada no objetivo central da proposta que é avaliar os resultados do uso de RV imersiva como ferramenta adicional de vivências históricas no processo de ensino e aprendizagem no 5º ano do ensino fundamental. Assim, os processos metodológicos desse estudo são:

- I. Teste preliminar do uso de RV para visita virtual as ruínas de São Miguel;
- II. Sondagem técnica com os professores envolvidos nos 4ºs e 5ºs anos do Ensino Fundamental sobre o uso da Realidade Virtual na educação;
- III. Realização de uma Revisão Sistemática sobre o uso de realidade virtual na educação de crianças;
- IV. Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade;
- V. Capacitação para professores e coordenadores de ensino sobre Realidade Virtual;
- VI. Desenvolvimento do projeto pedagógico para o uso de RV no 5º ano do Ensino Fundamental, em colaboração com os professores
 - a. titulares das turmas;
- VII. Desenvolvimento do ambiente virtual para visitação às ruínas de São Miguel das Missões;
- VIII. Realização de experimento com uma amostra de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental;
- IX. Análise dos resultados.

No que tange a realização revisão sistemática da literatura, que está em andamento, a metodologia utilizada foi com base nos Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta- Análises – PRISMA [7] [8] [9]. Também foi utilizada a ferramenta Mendeley¹ como gerenciador de referências bibliográficas.

3. Resultados

As etapas I e II já foram finalizadas, as etapas III e IV estão em andamento e as etapas demais estão planejadas. Os resultados do teste preliminar do uso de RV para visita virtual às ruínas de São Miguel (Figura 1) estão divulgados em um full paper publicado no SVR 2023.

A sondagem com os professores apontou que existe um grande interesse de diversificar a forma de ensinar o conteúdo sobre a história dos sete povos das Missões para as crianças.

Figura 1. Aplicação em RV



Na revisão sistemática da literatura foram pesquisados artigos de produção científica indexados nas principais bases da área, publicados entre janeiro de 2013 e julho de 2023. Os processos para a revisão de literatura incluíram a definição das seguintes palavras-chave: *Virtual Reality, children, teaching, education, learning e elementary school*, que resultou em 210 artigos aceitos (Quadro 1).

Quadro 1. Quantidade de artigos da Revisão Sistemática.

Base de dados	Recuperações de registros	Trabalhos aceitos
ACM	126	39
IEEE	118	37
ScienceDirect	123	12
Scopus	225	79
Springer	56	1
Web of Science	237	41
Total	953	210

4. Discussões e Conclusões

O desenvolvimento de um ambiente imersivo para exploração de um fato histórico tem alto potencial educacional e pode ser comparado com algumas experiências existentes em museus interativos. Segundo Roussou [12], ambientes públicos, como museus e instituições educacionais informais, geralmente adotam tecnologias digitais de ponta e, atualmente, estão considerando várias formas de uso da RV para atrair e motivar visitantes e, também, para entregar sua agenda educacional de forma mais eficaz. Porém, não podemos esquecer que se trata de um tour em Realidade Virtual

interagindo com o cotidiano da Missão Jesuítica de São Miguel Arcanjo, buscando um maior aprofundamento e envolvimento do fato histórico por parte dos estudantes.

Através da revisão sistemática da literatura busca-se identificar as motivações dos autores para o uso da RV na educação de crianças, bem como o relato, questões e limitações associadas às pesquisas. A busca com a *string* definida nas bases selecionadas recuperou 953 registros, sendo 210 aceitos, os quais de fato abordaram o uso de RV na educação de crianças. Nessa parte inicial da revisão sistemática foi notória a necessidade de investigar a adequação das tecnologias de RV para as crianças. Por enquanto, grande parte da pesquisa foi motivada por fatores intrínsecos, incluindo a crença de que os alunos seriam motivados pela novidade das tecnologias de RV. Ainda cabe analisar as limitações dos sistemas de RV, como por exemplo o custo, treinamento e usabilidade de software e hardware responsável por grande parte dos dados. A revisão inicial revelou uma variedade de abordagens recentes e em desenvolvimento de tecnologias de RV que foram indiscutivelmente provocadas por um interesse na área, demonstrando o potencial que essas tecnologias têm para superar algumas das limitações na educação.

Assim podemos concluir afirmando que a RV possui seu próprio conjunto exclusivo de requisitos, dificuldades e potencialidades, especialmente quando se deseja aplicá-la no contexto da educação. Quando falamos do uso de RV na educação de crianças, as lacunas de pesquisa, devido aos poucos resultados já publicados, são maiores ainda. Assim, a continuidade desse trabalho pode fornecer informações importantes na área, bem como possíveis direções para futuras pesquisas sobre o uso de RV na educação de crianças.

Bibliografia

- [1] Jeffrey Paul Carpenter and Jayme Nixon Linton. 2018. Educators' perspectives on the impact of Edcamp unconference professional learning. *Teaching and Teacher Education* 73 (2018), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.014>
- [2] Eunhee Chang, Hyun Taek Kim, and Byounghyun Yoo. 2020. Virtual reality sickness: a review of causes and measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction* 36, 17 (2020), 1658–1682.
- [3] Yu-Li Chen. 2016. The Effects of Virtual Reality Learning Environment on Student Cognitive and Linguistic Development. *The Asia-Pacific Education Researcher* 25, 4 (01 Aug 2016), 637–646. <https://doi.org/10.1007/s40299-016-0293-2>
- [4] Barney Dalgarno and Mark Lee. 2010. What are the learning affordances of 3-D Virtual environments? *British Journal of Educational Technology* 41 (01 2010), 10–32. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- [5] Chris Fowler. 2014. Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?: Learning activities in 3-D virtual worlds. *British Journal of Educational Technology* 46 (02 2014). <https://doi.org/10.1111/bjet.12135>
- David Moher, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, and Douglas Altman. 2010. Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery (London, England)* 8 (02 2010), 336–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- [8] Matthew Page et. al. 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews* 10 (03 2021). <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>
- [6] MLL Reiss, RS Da Rocha, RS Ferraz, VC Cruz, LQ Morador, MK Yamawaki, ELS Rodrigues, JO Cole, and W Mezzomo. 2016. Data integration acquired from micro-UAV and terrestrial laser scanner for the 3D mapping of Jesuit ruins of São Miguel das Missões. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 41 (2016), 315–321.
- [7] Mario A. Rojas-Sánchez, Pedro R. Palos-Sánchez, and José A. Folgado-Fernández. 2023. Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies* 28, 1 (01 Jan 2023), 155–192. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11167-5>
- [8] Maria Roussou. 2004. Learning by doing and learning through play: An exploration of interactivity in virtual environments for children. *Computers in Entertainment* 2 (01 2004), 10. <https://doi.org/10.1145/973801.973818>
- [9] Chien-wen Shen, Jung-tung Ho, Pham Thi Minh Ly, and Ting-chang Kuo. 2019. Behavioural intentions of using virtual reality in learning: perspectives of acceptance of information technology and learning style. *Virtual Reality* 23, 3 (01 Sep 2019), 313–324. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0348-1>

Engagement rating for a virtual tour with guided locomotion and free locomotion in São Miguel das Missões

Leonardo Scalco*
leonardoscalco@edu.unisinos.br
Unisinos University
São Leopoldo, Rio Grande do Sul
Brazil

Manoela Santanna*
manoelals@edu.unisinos.br
Unisinos University
São Leopoldo, Rio Grande do Sul
Brazil

Renato da Veiga Martins Júnior*
renatoveigamj@edu.unisinos.br
Unisinos University
São Leopoldo, Rio Grande do Sul
Brazil

Gustavo Correa de Almeida*
gcorreaa@edu.unisinos.br
Unisinos University
São Leopoldo, Rio Grande do Sul
Brazil

Vinicius Costa de Souza*
viniciuscs@unisinos.br
Unisinos University
São Leopoldo, Rio Grande do Sul
Brazil
Universidade do Vale do Rio dos Sinos
- UNISINOS
Programa de Pós-Graduação em
Computação Aplicada - PPGCA, São
Leopoldo, Brasil

ABSTRACT

Knowing the tourist and cultural places of the society is fundamental for the knowledge of the local history, but many locations have difficulties with visitation that make this process difficult. In this sense, conducting a virtual tour of these places is extremely interesting. This work compares two forms of virtual tours (one guided locomotion and the other free locomotion) to evaluate how users felt more engaged. An important historical location called Ruínas de São Miguel das Missões in Brazil was used. Through Virtual Reality (VR), users did both forms of the tour and then answered questionnaires asking about the experience. The results were statistically evaluated and showed that users had a greater engagement in the free tour compared to the guided tour.

KEYWORDS

Virtual Reality (VR), Virtual Tour, User Engagement

ACM Reference Format:

Leonardo Scalco, Manoela Santanna, Renato da Veiga Martins Júnior, Gustavo Correa de Almeida, and Vinicius Costa de Souza. 2023. Engagement rating for a virtual tour with guided locomotion and free locomotion in São Miguel das Missões. In *Proceedings of ACM Conference (Conference'17)*. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

Conference'17, July 2017, Washington, DC, USA

© 2023 Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM...\$15.00

<https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

1 INTRODUCTION

Virtual Reality (VR) has grown in many ways, becoming more and more similar to the real world. As computing power increases, computer interfaces become complete and adaptable. In VR, a frequently mentioned concept is immersion which is involvement in the game, which causes a lack of awareness of time and the real world as well as a sense of being in the task environment [5, 7]. When referring to immersion in VR, it is often used with the narrower meaning of spatial immersion. Spatial immersion in virtual reality is a perception of being physically present in a non-physical world. Perception is created by surrounding the user of the VR system with images, sound or other stimuli that provide a very absorbing environment [4]. Spatial immersion occurs when a player feels that the simulated world is perceptually compelling, senses authentic, and the player perceives that is there [11]. Bringing a Virtual Reality environment to a historic monument can improve the experience of participating these spaces, complementing the knowledge beyond what already exists in face-to-face visits or even searches on the internet, as in the case of the Guaranis Jesuit Missions, Ruins of São Miguel das Missões in Rio Grande do Sul/Brazil, considered a UNESCO World Heritage Site since 1983 [16], being a region or area that comes to be considered by the scientific community of unparalleled and fundamental importance for humanity.

This research focuses on immersive VR, testing applications with guided and free tours of the monument with immersion in VR reaching its potential, as this technology is widely used in the education of Cultural Heritage [8]. VR Glasses or other types of Head Mounted Displays (HMD), often used with headphones, can easily produce the visceral feeling of being in the simulated world. For the goal of total immersion in a virtual world, all five human senses must be involved (smell, taste, vision, hearing, and touch). However, most VR environments do not include all but generally focus on vision and hearing, considered the most important of the senses [3]. The commercial product Oculus Rift offers a good virtual

simulation [1], making these systems more viable, and facilitating cultural didactic use, both in the promotion of entertainment and education and training. Technically, the technology offers systems with low latency and precise tracking of movements that make for better usability for the user. In general, VR can be widely used in areas of knowledge due to its potential to stimulate interactivity [13] and motivation [9], offering ideal ways of approaching, studying, and remembering for all those who prefer a visual, auditory, or kinesthetic learning style [6].

The region where the Jesuit Missions are located in southern Brazil is full of memory due to the events in which these ruins are inserted. But the history of the ruins is little known. When we talk about the ruins in São Miguel das Missões, it is important to highlight that promoting visits to the place is essential for accessing the culture and education of one of the greatest tourist and cultural attractions of the region. The Ruins of São Miguel das Missões is the set of remnants of the former Jesuit reduction of São Miguel Arcanjo, a member of the Sete Povos das Missões. The reduction of São Miguel Arcanjo was founded in 1687 and remained under the direction of the Jesuits for about 70 years [14].

Despite the historical importance, visits to this place are difficult to realize due to the distance from large urban centers and the impossibility of making this route faster by plane or train due to the lack of these modes. In addition, moving to the site generates high costs. In this sense, the virtual visit becomes essential to achieve this objective. In this sense, this work aims to evaluate two forms of virtual visits to the ruins of São Miguel das Missões (one through a guided tour and the other through a free tour) to verify which of these virtual tours the user had more engagement with the simulation.

1.1 Related Works

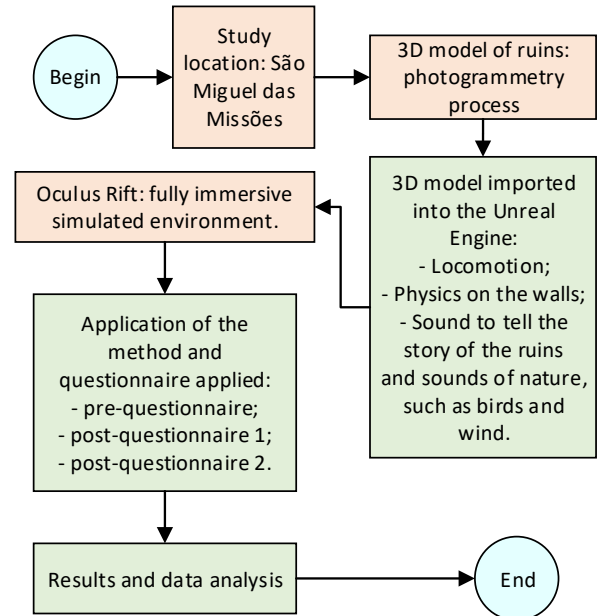
Some existing projects on the Jesuit Missions contribute to the development of digital scopes. One of the projects is the 3D Model of the Church of São Miguel Arcanjo, in the city of São Miguel das Missões, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. It was developed through a Cooperation Agreement between IPHAN-RS and UFRGS, executed by LAFOTO - Laboratory of Research in Photogrammetry at UFRGS[15]. Photogrammetry, Terrestrial Laser Scanning, Topography and Geodesy techniques were used. Another very important project was by the photographer Giovane Rocha[12], where he uses photometry technology reproducing some structures and objects about the Jesuits. The images are available on Scatchfab® and can be viewed with VR engine. At the University of Vale dos Sinos, there is a study carried out among students and teachers where we have an experience with digital games through the project "Seven Peoples: Games and Virtual Reality to tell the history of the Jesuit Missions in Brazil"[2], in 2016 in the fifteenth edition of the Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment.

2 MATERIAL AND METHODS

The proposed method consists of the assessment of the best way to virtually visit the ruins of São Miguel das Missões. A questionnaire was applied to users in an academic environment after experiencing the two visualization forms. As an inclusion criterion, the users

needed to have knowledge and experience of virtual reality. Figure 1 presents the methodology flowchart.

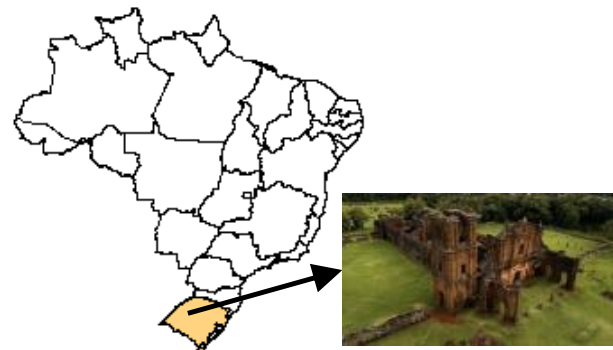
Figure 1: Methodology flowchart.



2.1 Study Location

The ruins are located in the municipality of São Miguel das Missões (Rio Grande do Sul - Brazil) (Figure 2). This location was chosen due to its historical influence, as shown earlier. In addition, its location (distant from major urban centers) makes access difficult for tourists, which makes a virtual visit of great interest for academic and tourist purposes.

Figure 2: São Miguel das Missões localization.



2.2 3D Model

For the generation of the virtual tour, was used a digital model of the ruins of São Miguel das Missões (Figure 3) made by the Laboratory of Research in Photogrammetry of the Federal University of Rio Grande do Sul (LAFOTO: <https://www.ufrgs.br/lafoto/>), which carries out and promotes teaching, research, and extension. This model is available online for download and can be used in this study. It was made from a UAV flight with a camera that took pictures and, from these, generated three-dimensional models from digital images. This technique consists of reconstructing a 3D space from a set of 2D images resulting from photographic cameras [10].

Figure 3: 3D model.



This model was imported into the Unreal Engine game creation software developed by Epic Games® (<https://www.unrealengine.com/pt-BR>). The software enables users across industries to create real-time 3D content and experiences with fidelity and flexibility. After importing the model, we use the software's standard interface, where the user can use the avatar and move around the environment. The form of locomotion chosen in this work was to teleport using the control joystick. In the software, we also performed the physics on the walls for the user to collide with the walls when moving. We also add sound to promote aspects of realism, since when visiting the ruins of São Miguel das Missões in a real environment, it is possible to participate in the "sound and light" show. This show seeks to tell the story of the ruins where the visitor can look at the ruins and listen to the story told in the voice of an announcer who narrates the historical moments lived. In addition, ambient audio was added with sounds of nature, such as birds and wind.

We used the Head Mounted Display (HMD) - Oculus Rift® to provide a 360° view of the studied environment. This configuration allows physical interaction and experience in a fully immersive simulated environment. Oculus is started on the computer, and the virtual environment is started through the Unreal Engine game platform. The objective was not to promote interaction with the

environment. Due to this, the user was limited to locomotion, visualization, and hearing.

2.3 Questionnaire Applied

Afterward, the three questionnaires applied to the users were created: pre-questionnaire (answered before use), post-questionnaire 1 (answered between the steps of the method), and post-questionnaire 2 (answered at the end). The pre-questionnaire was designed to cover questions regarding the characterization of users:

- Age;
- Gender;
- Scholarship;
- Experience with VR;
- Have visited/Never visited the ruins of São Miguel das Missões;
- If the user knows the place through digital platforms.

In post-questionnaire 1, generic questions were asked between the two forms of visits. This questionnaire was answered twice by each participant (once after the guided visit and the other after a free visit to the ruins):

- Was the Virtual Reality application easy to use?
- Did you have fun during the experience?
- Did you feel uncomfortable?
- How likely are you to recommend us to a friend or co-worker?
- Did you have positive feelings of efficiency while using the app?
- During the tour, how much do you visualize all the places to visit in the Ruins of São Miguel das Missões?
- Register here for suggestions, complaints, compliments, and improvements that may be made in the search.

In post-questionnaire 2, comparative questions were asked between the two the guided tour and the free tour. For this reason, it was answered at the end of each complete experience, as the last stage of the research for each participant:

- How much did you want to guide yourself on the guided tour?
- How much did you miss being guided on the free tour?
- On which tour did you get a better view of the ruins?
- On which tour did you feel you learned more about the ruins?
- Which tour did you feel most comfortable on?
- Which tour did you have the most fun on?
- Which tour did you most enjoy participating in?
- Which tour did you feel most of the environment?

2.4 Application of the Method

For the application of the method, were used an Oculus Rift and its controls, a computer with computational capacity for the application in VR, and a computer for completing the questionnaires. 11 users participated in the test, and the condition was to have experience in VR. In this stage, users visited the ruins of São Miguel das Missões through a guided tour and through a free tour for a fixed time of 2 minutes each (Figure 4).

Figure 4: VR users experience.

The participants were divided into two groups (one group carried the guided tour first, and the other carried the free tour alternately). This difference is to eliminate the variable from the execution order. As an initial part, both groups were given a general explanation of how the experiment would work without detailing the purpose of the research so as not to compromise the results. At this time, it was only said that the general objective of the work would be to promote a virtual tour of the ruins of São Miguel das Missões. After that, the participants agreed to the terms of consent and image use and answered the pre-questionnaire (participant characterization).

Afterward, each group of participants followed a different order of execution of activities:

1st group:

- Explanation of how the guided tour will be;
- Stage of adaptation and knowledge of the commands;
- Carried the guided tour
- Answer post-questionnaire 1;
- Explanation of how the free tour is;
- Carried the free tour, with the same duration (2 minutes);
- Answer post-questionnaire 1 again;
- Answer post-questionnaire 2, comparing the two conditions;

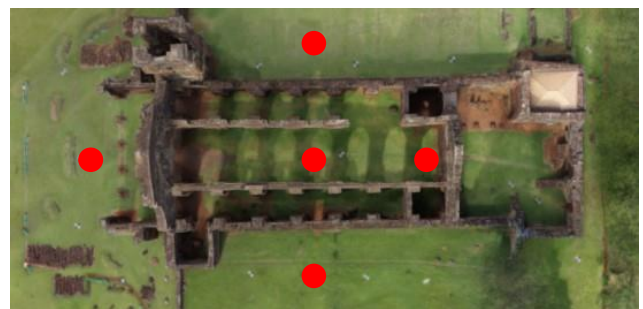
2nd group:

- Explanation of how the free tour is;

- Stage of adaptation and knowledge of the commands;
- Carried the free tour (2 minutes);
- Answer post-questionnaire 1;
- Explanation of how the guided tour will be;
- Carried the guided tour (2 minutes);
- Answer post-questionnaire 1;
- Answer post-questionnaire 2, comparing the two conditions;

Within the virtual environment, as a starting point, the participant starts in front of the main door of the ruins. In the guided tour, the user moved according to what we oriented (he could not leave the indicated places). The tour lasted 2 minutes, and the chosen sequence for the user to follow was aimed at covering the widest possible angle of view of the ruins.

In the guided tour, the participant was instructed to move along the central corridor to the end of the ruins. Then he would have to go back to the center, go out through side door 1, go back to the center of the church, leave through side door 2, go back to the center again, and go back to the starting point (Figure 5). In the free tour, the participant had the control to freely explore the environment for 2 minutes.

Figure 5: Orientation of guide tour.

In both, locomotion was done via teleport: in this case, the user points to where he wants to go and presses the joystick to teleport there. After each participation, we thank and give a gift for participation.

3 RESULTS AND DATA ANALYSIS

The results are divided into three sections: the first will show the results of the pre-questionnaire that aimed to characterize the application's users. In the second section the results of post-questionnaire I will be shown, which aimed to raise generic questions between the two forms of visits (guided tour and free tour), and the third part will show the results of post-questionnaire II, which aimed at a direct comparison between the two forms of visits.

3.1 Pre-questionnaire results

Based on the pre-questionnaire responses, users were 29.8 years old on average and had completed at least high school. Most users (seven - 64%) have a postgraduate degree. All users have already used Virtual Reality glasses, with different frequencies: sporadic use (once a month) four users; (more than once a week) three users; use

frequently (once a week) two users; used a single once two users. The use of Virtual Reality glasses was one of the prerequisites for participating in the test. In this sense, it was expected that all participants had this factor. We put this prerequisite to eliminate this variable from the experiment discussions. In this sense, the participants were already accustomed to VR and the effects caused to the user.

Regarding the face-to-face visit to the ruins, nine users (82%) have never been to the ruins in person, and only two users have already visited in person. Six participants (55%) stated that they did not know about the ruins through virtual platforms (social networks, websites, photos, etc...), and the remaining five already knew about the ruins through these digital means. This variable is also important for the study since it could influence decision-making during the virtual tour in that the user walked freely. As most participants do not know the location in person, it can be said that this variable did not significantly contribute to the evaluation of results. In addition, half of the participants knew digital platforms. This factor does not directly influence the results because through digital channels such as social networks and photos the participant can not completely visualize the environment.

3.2 Post-questionnaire results (I)

After the user performed the activities on the virtual tour and answered the post-questionnaire I, they presented the results shown in Table 1. On average, most participants found the free locomotion tour easier to use, in addition to having more fun and recommending it to people they knew. Regarding the feeling of discomfort during the experience, most participants felt more uncomfortable on the free tour. As for the feeling of positivity in the efficiency of using the application in both free and guided tour conditions, users had the same response on average. This is due to the fact that the system used for both experiences is the same, changing only the way to get around. As we evaluated the functionality of the system, it was expected that it would have the same response for both cases.

Regarding how much the user can view the ruins during the tour, on average, the most positive responses were also identified in the free locomotion tour. In this regard, we can observe that the difference in average user opinions between the two virtual tour experiences was very small. But the results show us that, most of the time, the free tour obtained a slightly higher percentage compared to the guided tour.

We can see that the free tour had greater engagement and better results than the guided tour. We can see that the free tour averages were better in all responses compared to the guided tour. The only issue in which the guided tour had better results was in relation to the feeling of discomfort using the simulation. This may have happened because, due to the fact that users have greater freedom to perform movements such as lowering, lifting, moving faster, among others, in the free tour, they discovered issues of system discomfort while experiencing the tour. In the guided tour, as the participants did not have the freedom to go where they wanted, their movements and discoveries regarding the system were limited to what was shown to them during the visit, and this may have influenced the results.

Figure 6: Results of questionnaire I.

		Average	Median
Q1	Free Locomotion	9,909090909	10
	Guide Locomotion	9,818181818	10
Q2	Free Locomotion	9,363636364	10
	Guide Locomotion	9	9
Q3	Free Locomotion	3,090909091	1
	Guide Locomotion	2,181818182	1
Q4	Free Locomotion	9,545454545	10
	Guide Locomotion	9,272727273	10
Q5	Free Locomotion	9,272727273	10
	Guide Locomotion	9,272727273	10
Q6	Free Locomotion	9,090909091	9
	Guide Locomotion	9	9

3.3 Resultados Pós-questionário (II)

After applying post-questionnaire II, with comparative questions between the free and guided locomotion VR tour we can observe that most users (nine) responded that they prefer to move freely on the guided tour, and only three users missed being guided on the free tour. On average, on a scale from 0 to 10, the average response was 7.36 for how much the participant wanted to be guided freely on the guided tour and on the same scale, 3.36 felt they missed being guided on the free tour. These results show that the participants had a strong preference for the tour where they could move freely. Allied to the answers to post-questionnaire I, they show that the greatest engagement with the tour was observed in the free tour.

Afterward, direct questions were asked about the user's preference regarding the tour in which he moved freely and what led him to move in one direction. User responses are shown in Table 2.

Figure 7: Results of questionnaire II.

	Guide locomotion tour	Free locomotion tour
On which tour did you get a better view of the ruins?	1	10
On which tour did you feel you learned more about the ruins?	5	6
Which tour did you feel most comfortable on?	4	7
Which tour did you have the most fun on?	2	9
Which tour did you most enjoy participating in?	2	9
Which tour did you feel most of the environment?	3	8

With these results, it is possible to corroborate what was shown in the previous results, where users had a greater engagement using

free movement. In all questions, most users preferred this form of locomotion with a great advantage over guided movement.

4 CONCLUSION

Studying historical sites is fundamental to knowledge and tourism. In this sense, the limitations that prevent people from visiting these places must be overcome. Carrying out virtual visits through VR, where the user does not need to travel to the location, is fundamental to remedy this limitation. This work aimed to compare two forms of virtual visits to the Ruins of São Miguel das Missões in Brazil. One of these visits was carried out through free movement of the participants and the other through guided movement.

When observing the results, we concluded that, in many cases, the difference between the preferences reported by the users were not so different between the free and guided tour in an overview. Even if the differences were not so abrupt, the free tour was the experience that resulted in greater preference among users in practically all comparisons and questions. In this way, the free tour obtained the highest user engagement. In the final suggestions of the questionnaires, users (32%) reported that participating in the virtual tour of the ruins of São Miguel das Missões provided a great experience. In addition, this study provided users who did not yet know the ruins of São Miguel das Missões the opportunity to get to know them virtually.

For future work, it is suggested to create more graphic components in the 3D model. In addition, a larger sample is also of great interest for this study.

REFERENCES

- [1] Aryabrata Basu and Kyle Johnsen. 2014. Ubiquitous virtual reality "To-Go". In 2014 IEEE Virtual Reality (VR), 161–162. <https://doi.org/10.1109/VR.2014.6802101>
- [2] Vinicius Jurinic Cassol, Pedro Rossa, João Ricardo Bittencourt, Fernando Marson, and Sandro José Rigo. 2016. 157569.pdf. <https://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157569.pdf>. (Accessed on 07/21/2023).
- [3] Constance Classen. 2010. Foundations for an Anthropology of the Senses. *International Social Science Journal* 49 (09 2010), 401 – 412. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2451.1997.tb00032.x>
- [4] Laura Freina and Michela Ott. 2015. A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In *The international scientific conference elearning and software for education*, Vol. 1. 10–1007.
- [5] Charlene Jennett, Anna Cox, Samira Dhoparee, Andrew Epps, Tim Tijs, and Alison Walton. 2008. Measuring and Defining the Experience of the Immersion in Games. *International Journal of Human-Computer Studies* 66 (09 2008), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>
- [6] Walter Leite, Marilla Svinicki, and Yuying Shi. 2010. Attempted Validation of the Scores of the VARK: Learning Styles Inventory With Multitrait–Multimethod Confirmatory Factor Analysis Models. *Educational and Psychological Measurement - EDUC PSYCHOL MEAS* 70 (04 2010), 323–339. <https://doi.org/10.1177/0013164409344507>
- [7] Michela Ott, Bert De Smedt, Paul Howard-Jones, and Theo Leeuwen. 2014. The potential relevance of cognitive neuroscience for the development and use of technology-enhanced learning. *Learning, Media and Technology* 40 (05 2014). <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.919321>
- [8] Michela Ott and Francesca Pozzi. 2008. ICT and Cultural Heritage Education: Which Added Value?. In *Proceedings of the 1st World Summit on The Knowledge Society: Emerging Technologies and Information Systems for the Knowledge Society* (Athens, Greece) (WSKS '08). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 131–138. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87781-3_15
- [9] Michela Ott and Mauro Tavella. 2009. A contribution to the understanding of what makes young students genuinely engaged in computer-based learning tasks. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 1 (12 2009), 184–188. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.034>
- [10] Lawali Rabi and Anuar Ahmad. 2023. Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetric Products Accuracy Assessment: a Review. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 48 (2023), 279–288.
- [11] G.G. Robertson, Stuart Card, and Jock Mackinlay. 1993. Three views of virtual reality: nonimmersive virtual reality. *Computer* 26 (03 1993), 81. <https://doi.org/10.1109/2.192002>
- [12] Giovanni Rocha. 2022. Sketchfab - The best 3D viewer on the web. <https://sketchfab.com/3d-models/sao-miguel-das-missoes-world-heritage-a0c52479e7314eb2961a575643580077>. (Accessed on 07/21/2023).
- [13] Maria Roussou. 2004. Learning by doing and learning through play: An exploration of interactivity in virtual environments for children. *Computers in Entertainment* 2 (01 2004), 10. <https://doi.org/10.1145/973801.973818>
- [14] Jeaniny Silva SANTOS. 2022. Patrimônio Cultural de São Miguel das Missões: Um espaço de experiências educativas (1983-1992). *Aedos* 13 (jan-jun 2022), 252–265.
- [15] Lafoto UFRGS. 2017. Sketchfab - The best 3D viewer on the web. <https://sketchfab.com/3d-models/sao-miguel-das-missoes-1ma51868ddccc64072b56f5def3f4ab62b>. (Accessed on 07/21/2023).
- [16] UNESCO. [n.d.]. Jesuit Missions of the Guaranis: San Ignacio Mini, Santa Ana, Nuestra Señora de Loreto and Santa Maria Mayor (Argentina), Ruins of Sao Miguel das Missoes (Brazil) - UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/list/275>. (Accessed on 07/21/2023).