

Sabidin Playground: Um Jogo em Realidade Virtual na Web para Educação Financeira no Ensino Fundamental

Title: Sabidin Playground: A Web Virtual Reality Game for Financial Education in Elementary School

João Paulo Militão¹, Lara Vitoria Lima Braga¹, Alex de Sousa Ramos¹,
Adriano Rodrigues¹, Iális Cavalcante Paula Jr¹

¹Universidade Federal do Ceará - UFC

jaopaulomilitao@gmail.com, lara.lbraga@alu.ufc.br,

alexssr@alu.ufc.br, adrianotjr@gmail.com, ialis@sobral.ufc.br

Abstract. Introduction: Financial Education is often neglected or taught unengagingly in basic education. Virtual Reality (VR) is innovative, but high hardware costs limit public school accessibility. **Objective:** To propose and evaluate "Sabidin Playground", a Web VR serious game teaching financial concepts (profit and change) to children. **Methodology or Steps:** Developed with A-Frame/WebXR, the game was tested with 24 elementary students (8-12 years). Motivation (ARCS), performance, usability (SUS), and acceptance (TAM) were evaluated via pre- and post-tests. **Results:** Students' attention, relevance, and satisfaction increased significantly. The game achieved excellent usability scores and high technological acceptance, proving to be a viable, scalable, and accessible educational alternative.

Keywords Virtual Reality, Financial Education, Serious Games, Gamification, WebXR.

Resumo. Introdução: A Educação Financeira é frequentemente negligenciada ou ensinada de forma pouco engajadora. A Realidade Virtual (RV) inova, mas altos custos limitam seu acesso escolar. **Objetivo:** Propor e avaliar o "Sabidin Playground", um jogo sério em RV na Web para ensinar finanças (lucro e troca) às crianças. **Metodologia ou Etapas:** Desenvolvido com A-Frame/WebXR, foi testado com 24 alunos (8 a 12 anos). Avaliou-se motivação (ARCS), desempenho, usabilidade (SUS) e aceitação (TAM) via pré e pós-testes. **Resultados:** Houve aumento significativo na atenção, relevância e satisfação. O jogo obteve excelência em usabilidade e alta aceitação, consolidando-se como alternativa viável, escalável e acessível.

Palavras-Chave Realidade Virtual, Educação Financeira, Jogos Sérios, Gamificação, WebXR.

1. Introdução

A evolução constante das tecnologias digitais tem impulsionado o surgimento de ferramentas capazes de transformar profundamente diversos setores, entre os quais se destaca a educação. Abordagens pedagógicas tradicionais frequentemente se mostram ineficazes para transmitir conceitos complexos ou abstratos, especialmente aqueles que

exigem compreensão aprofundada e engajamento prático por parte dos estudantes. Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) vem se consolidando como uma abordagem promissora, proporcionando experiências imersivas, interativas e intuitivas que reduzem esforços cognitivos e favorecem a retenção de conteúdos [Elmqaddem 2019].

Contudo, a adoção de tecnologias imersivas em ambientes escolares, particularmente na rede pública de ensino, enfrenta limitações socioeconômicas e infraestruturais. O alto custo de *hardware* especializado (como *headsets* de alto desempenho) e a complexidade de manutenção de laboratórios equipados limitam severamente a acessibilidade dessas inovações [Parisi 2015]. Como alternativa a essa problemática, a RV na Web (*WebXR*) combinada ao uso de *smartphones* comuns e óculos de baixo custo (como o *Google Cardboard* ou o *VR Box*) emerge como uma solução inovadora, democratizando o acesso a ambientes tridimensionais sem a necessidade de instalações complexas.

Para explorar o potencial prático dessa tecnologia acessível, este estudo foca em um domínio do conhecimento cuja aprendizagem é urgente, porém frequentemente negligenciada: a Educação Financeira. No contexto brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a Educação Financeira como um tema de alta relevância a ser desenvolvido ao longo da Educação Básica, reforçando a necessidade de práticas pedagógicas que promovam o desenvolvimento de competências relacionadas ao consumo consciente, ao planejamento financeiro e à tomada de decisões. A inclusão de temas financeiros nas escolas é uma exigência contemporânea para a formação de cidadãos conscientes. Essa defasagem na formação básica contribui para altos índices de des controle financeiro e endividamento na vida adulta [Hartmann et al. 2024]. Ensinar conceitos matemáticos aplicados, como margem de lucro, análise de prejuízo e cálculo de troco, exige abordagens que aproximem a teoria da prática cotidiana das crianças, instigando o raciocínio lógico de maneira concreta.

Diante deste cenário, este trabalho, que se consolida como um recorte experimental expandido de uma pesquisa basilar prévia [Militão 2025], apresenta o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação do ***Sabidin Playground***, um protótipo de *Serious Game* em RV na Web. O jogo utiliza mecânicas de gamificação para apoiar o ensino de matemática financeira para alunos do ensino fundamental (na faixa etária de 8 a 12 anos). O objetivo central é investigar o potencial dessa ferramenta pedagógica, analisando seu impacto direto na motivação dos alunos (avaliada por meio do modelo ARCS), no desempenho cognitivo durante a resolução de tarefas financeiras e na aceitação tecnológica do sistema (avaliada segundo os modelos TAM e SUS).

2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta a base conceitual do *Sabidin Playground*, com foco em *WebXR* e educação financeira gamificada, e a contrapõe a trabalhos recentes da literatura para evidenciar as lacunas tecnológicas e metodológicas que este projeto visa preencher.

2.1. Acessibilidade da RV na Web e Arquitetura *WebXR*

A adoção da Realidade Virtual (RV) na educação pública frequentemente encontra limites pelo alto custo de *hardware* [Elmqaddem 2019]. A API *WebXR* mitiga esse problema ao permitir a renderização de cenas 3D, via bibliotecas como *A-Frame*, em *smartphones* com

óculos passivos [A-Frame 2023], utilizando a interação de *gaze and click* para contornar a falta de controles físicos [Smith e Lee 2019].

Trabalhos recentes validam a eficácia dessa arquitetura imersiva e de baixo custo. O artefato *Diptera-VR* [Gois et al. 2025], por exemplo, foi desenvolvido para reduzir a carga cognitiva de alunos em simulações de biologia. O *Sabidin Playground* apropria-se dessa mesma viabilidade técnica de *WebXR* e interação visual do *Diptera-VR*, mas inova ao aplicar essa arquitetura no domínio do letramento financeiro, uma área que ainda carece de experimentação imersiva escalável.

2.2. Educação Financeira e Gamificação

Embora a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) exija o letramento financeiro para a formação crítica de consumo, o ensino tradicional do tema costuma ser pouco atrativo [Silva e Lautert 2023]. A gamificação atua como solução direta para esse desengajamento ao converter mecânicas lúdicas em motivação intrínseca [Ryan e Deci 2000].

A literatura recente tem focado em abordagens analógicas para esse fim. O jogo de cartas *Investopia* [Damasceno e Jucá 2024], por exemplo, validou que a tomada rápida de decisões lúdicas engaja os estudantes na teoria financeira. O *Sabidin Playground* avança a partir dessa premissa, transpondo a lógica de decisão, como calcular e dar o troco exato, para um ambiente digital e imersivo onde as ações refletem no capital do usuário em tempo real.

Para mensurar o impacto desta abordagem em relação aos métodos tradicionais, o projeto é avaliado por meio de uma tríade de instrumentos consolidados. O **Modelo ARCS** [Li e Keller 2018] mensura o engajamento e o *design* instrucional, enquanto o **Modelo TAM** [Davis 1989] atesta a aceitação tecnológica sob a ótica da utilidade percebida. Complementarmente, utiliza-se a *System Usability Scale (SUS)* [Brooke 1996] para quantificar a usabilidade e a satisfação geral, garantindo uma validação robusta da experiência do usuário com o artefato imersivo.

3. O Jogo: Sabidin Playground

O *Sabidin Playground* foi concebido com o propósito de suprir a falta de metodologias práticas no letramento financeiro infantil. Inspirado nas tradicionais brincadeiras de "lojinha", o jogo virtual imerge a criança na posição de gestor de um comércio 3D, exigindo dela competências reais de cálculo mental, matemática financeira e tomada de decisão lógica.

3.1. Game Design e Identidade Visual

O *design* foi estruturado sob os princípios da carga cognitiva balanceada [Sweller, J. 1988], visando manter um ambiente lúdico sem distrações visuais excessivas. A paleta de cores adotou tons pastéis (azul, verde e amarelo) e tipografia sem serifa para facilitar a legibilidade em telas de *smartphones* divididas por lentes convexas. Os clientes e guias do jogo foram modelados como animais humanizados. O mascote principal, "Betinho", atua como um tutor carismático, fornecendo *feedbacks* audíveis e textuais imediatos sobre os acertos e erros matemáticos do aluno.



Figura 1. Visão em primeira pessoa do jogador interagindo com o painel de instruções e a proposta do cliente na loja.

3.2. Dinâmica, Regras e Fluxo de Interação

Ao iniciar a aplicação via navegador *web*, o aluno assume o controle da loja. O ambiente exibe um catálogo flutuante com produtos de custo fixo conhecido (por exemplo, um carrinho custa R\$ 15, um bloco de construção R\$ 100, e um urso de pelúcia R\$ 30). A estrutura de cada rodada do jogo é composta por desafios matemáticos sequenciais:

1. **Apresentação da Proposta:** Um cliente (personagem não jogável) se aproxima do balcão e faz uma oferta de compra por um produto. O valor oferecido é randomizado pelo motor do jogo, podendo representar um cenário de lucro, de empate ou de prejuízo claro para a loja.
2. **Tomada de Decisão Crítica (Lucro/Prejuízo):** O aluno deve calcular mentalmente se a oferta recebida cobre o valor de custo. Utilizando a interação *gaze and click*, ele mira nos painéis "Aceitar" ou "Negar". Imediatamente após a escolha, o mascote informa as consequências da decisão (ex: "Infelizmente foi uma escolha ruim, você vendeu mais barato e teve um prejuízo de 2 reais").
3. **Cálculo e Composição do Troco:** Caso a proposta lucrativa seja aceita, o cliente entrega uma quantia superior ao combinado para o pagamento. A câmera do jogador é então direcionada para uma bancada contendo réplicas de cédulas do Real Brasileiro (notas de R\$ 1 a R\$ 100). O aluno deve selecionar as notas exatas para compor o troco matemático. Errar a composição do troco resulta em um desconto direto no saldo acumulado da loja, ensinando na prática o peso real de um erro financeiro.

3.3. Detalhes de Implementação e Arquitetura WebXR

O desenvolvimento técnico do ambiente imersivo exigiu cuidados rigorosos com o desempenho computacional, uma vez que *smartphones* de entrada possuem recursos limitados de CPU e GPU. O protótipo foi programado estruturalmente em *HTML5*, *CSS3* e *JavaScript* puro, integrados ao framework *A-Frame*. O *A-Frame*, operando sobre o motor *Three.js*, utiliza a arquitetura *Entity-Component-System* (ECS), o que permite o



Figura 2. Bancada interativa contendo as cédulas para a composição matemática do troco pelo jogador.

isolamento de comportamentos e o reaproveitamento de rotinas matemáticas sem onerar o *loop* principal de renderização.

Para mitigar gargalos e reduzir a sobrecarga de chamadas de desenho (*draw calls*), as geometrias do ambiente foram otimizadas conforme a necessidade técnica de cada elemento. O cenário da loja foi importado como um modelo único no formato *GL Transmission Format Binary (GLB)*, o que favorece o carregamento assíncrono e a eficiência na renderização pelo navegador. Em contrapartida, os demais ativos, como as cédulas financeiras e os painéis de interface, foram instanciados a partir de primitivas geométricas básicas, especificamente planos com aplicação de texturas 2D. Esta abordagem reduz significativamente a carga computacional e assegura a fluidez da aplicação em dispositivos com *hardware* limitado.

A interação autônoma, desprovida de controles físicos, foi construída conectando-se um componente analítico de *raycaster* à entidade de câmera no *Document Object Model (DOM)*. A mecânica de detecção de olhar implementou uma animação em anel perimetral para prover *feedback* visual contínuo do cursor. Após 1500 milissegundos de colisão vetorial contínua com as *hitboxes* interativas, o manipulador de eventos dispara um clique lógico. Este intervalo de *timeout* foi parametrizado empiricamente para assegurar fluidez na seleção rápida de múltiplas cédulas, mitigando assim o risco de fadiga ocular ou tontura cibernética (*cybersickness*).

4. Metodologia de Avaliação

Para aferir a eficácia pedagógica e o impacto tecnológico do *Sabidin Playground*, adotou-se um delineamento quase-experimental [Campbell e Stanley 1979] de natureza mista, o que permite o cruzamento de dados numéricos com comportamentos observacionais. A Figura 3 apresenta o mapeamento visual do estudo de caso.

4.1. Participantes do Estudo

A amostra da pesquisa foi composta por 24 alunos regularmente matriculados no ensino fundamental. O estudo presencial ocorreu nas dependências de uma escola na cidade de

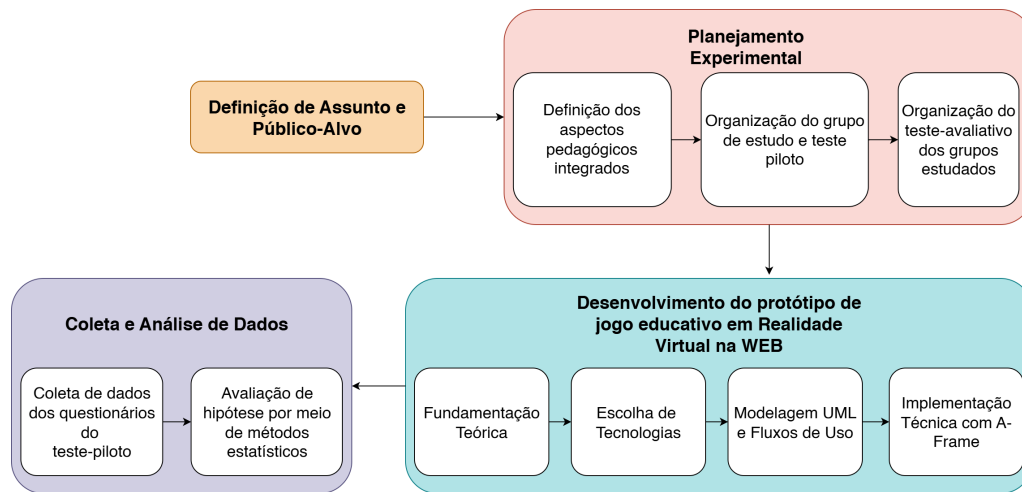


Figura 3. Fluxograma das fases metodológicas e etapas de coleta de dados do estudo de caso.

Amontada, Ceará, Brasil, com o devido consentimento ético e institucional por parte dos responsáveis. A Tabela 1 ilustra o perfil demográfico e a familiaridade tecnológica do grupo estudado.

Tabela 1. Perfil demográfico e background tecnológico dos alunos participantes.

Variável de Perfil	Categoria de Resposta	Percentual (%)
Distribuição por Gênero	Masculino	70,8%
	Feminino	29,2%
Faixa Etária	8 a 9 anos	33,3%
	10 a 11 anos	45,8%
	12 anos	20,8%
Experiência Prévia com RV	Nenhuma Experiência	85,0%
	Experiência Baixa ou Moderada	15,0%

Nota-se que a esmagadora maioria dos discentes (85%) jamais havia utilizado qualquer tipo de óculos de realidade virtual anteriormente, o que reforça o papel do projeto em democratizar o acesso ao letramento digital em escolas públicas.

4.2. Protocolo Experimental

O procedimento prático de experimentação e extração de dados da amostra foi meticulosamente estruturado em quatro fases sequenciais rigorosas, detalhadas cronologicamente na Tabela 2.

As sessões práticas da Fase 3 ocorreram em encontros seriados e intercalados para que o "efeito de novidade" inicial promovido pela tecnologia não enviesasse as respostas dos alunos a longo prazo.

Tabela 2. Detalhamento do protocolo experimental aplicado aos discentes.

Fase	Etapa Metodológica	Atividade Principal Realizada	Duração Média
1	Nivelamento Teórico	Aula expositiva rápida focada em lucro e troca.	15 minutos
2	Testagem Inicial (Pré)	Aplicação do questionário ARCS e teste de nivelamento.	20 minutos
3	Intervenção Imersiva	Imersão individual no <i>Sabidín</i> com óculos VR Box.	15 a 20 minutos
4	Testagem Final (Pós)	Reaplicação do ARCS, teste de matemática, TAM e SUS.	25 minutos

4.3. Instrumentos Psicométricos e Estatística

A pesquisa sustentou-se na aplicação de três instrumentos validados¹: o **Modelo ARCS** formulado por [Li e Keller 2018] (motivação), o **Modelo TAM** desenhado por [Davis 1989] (aceitação de tecnologia) e a **Escala SUS** desenvolvida por [Brooke 1996] (qualidade e usabilidade de software).

Para garantir a reprodutibilidade e o rigor da análise, o tratamento dos dados seguiu procedimentos estatísticos consolidados. Inicialmente, aplicou-se o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade da distribuição das notas. Como os dados não apresentaram distribuição normal ($p < 0,05$), recorreu-se ao **Teste de Wilcoxon para amostras pareadas**. Esse teste não paramétrico é o método adequado para comparar duas medidas de um mesmo grupo dependente (antes e depois da intervenção), permitindo atestar se a diferença no desempenho possui significância estatística ou se resultou de variações ao acaso.

Adicionalmente, para as métricas do modelo TAM, empregou-se o **Alfa de Cronbach**, que atesta estatisticamente se as perguntas do formulário foram claras e não geraram dúvidas no aluno (valores $\alpha > 0,70$ atestam forte confiabilidade no questionário).

5. Resultados e Discussão

A partir dos testes descritos, os dados foram tabulados e submetidos às rotinas estatísticas. A seguir, os achados são expostos em subseções temáticas.

5.1. Impacto na Motivação e Engajamento (Modelo ARCS)

A inserção do ambiente imersivo transformou sensivelmente a postura dos alunos frente à disciplina de matemática financeira. As análises apontaram impactos positivos e significativos na maioria das dimensões do modelo motivacional ARCS. A Tabela 3 sumariza as métricas extraídas dos testes não-paramétricos.

Conforme sumarizado, os discentes relataram aumentos consideráveis no despertar do interesse pelo conteúdo (Atenção), na compreensão de como o conteúdo se aplica ao mundo real (Relevância) e na diversão ao completar as tarefas (Satisfação).

O único indicador que não demonstrou crescimento com significância estatística foi a **Confiança**. Embora pareça um resultado negativo à primeira vista, este

¹Os instrumentos completos aplicados no estudo, incluindo formulações das perguntas, encontram-se disponíveis publicamente. O questionário aplicado na Fase de Pré-teste pode ser acessado em: <https://forms.gle/LHZiMPAWDjxhxV5LA>. Já o questionário utilizado no Pós-Teste está referenciado em: <https://forms.gle/DbmSdepR2G63ExSg7>.

Tabela 3. Resultados do Teste de Wilcoxon para as dimensões motivacionais do ARCS.

Dimensão do ARCS	Estatística (<i>W</i>)	Valor- <i>p</i>
Atenção (Foco no Tema)	67,0	0,030*
Relevância (Contextualização)	50,0	0,039*
Confiança (Segurança Prática)	76,0	0,100
Satisfação (Experiência Geral)	45,5	0,026*

* Diferença indicando real significância estatística de melhoria ($p < 0,05$).

comportamento é frequentemente reportado em estudos de gamificação na educação básica [Robson et al. 2015]. Ao interagir com um ambiente altamente lúdico que permite a experimentação e o erro, os estudantes podem perceber o artefato predominantemente como uma atividade recreativa. Consequentemente, não conseguem transferir de imediato a segurança adquirida no mundo imersivo para a formalidade das avaliações escritas tradicionais.

5.2. Desempenho de Aprendizagem e Aspectos Qualitativos

Para avaliar os impactos cognitivos, os escores brutos dos testes objetivos de matemática financeira foram contrastados. Observou-se que a pontuação média da turma subiu de 36,67 (no pré-teste) para 44,80 (no pós-teste), representando um ganho nominal de aprendizado superior a 22%.

Entretanto, ao submeter essa variação ao teste estatístico de Wilcoxon, a diferença não atingiu a significância formal ($p = 0,358$). A principal limitação técnica que justifica esse comportamento recai sobre o curto intervalo de exposição ao jogo gerado pelo cronograma escolar. A adoção de óculos de RV pela primeira vez exige do aluno uma rápida curva de aprendizado neuromotor que compete cognitivamente com a absorção matemática. Intervenções pedagógicas curtas não são capazes de gerar consolidação permanente do conteúdo abstrato.

Ainda assim, a análise de postura qualitativa dos alunos durante o jogo foi encorajadora. Detectou-se o surgimento contínuo de pensamento crítico e resiliência: alunos que se atrapalhavam com as cédulas e sofriam descontos por fornecer o troco incorreto demonstravam uma "frustração produtiva", solicitando ativamente a reinicialização da fase para comprovar que conseguiriam acertar os cálculos. De forma espontânea, alunos que aguardavam a sua vez auxiliavam vocalmente o colega em imersão, fomentando o trabalho em equipe, a empatia e habilidades socioemocionais não mensuráveis pelos testes fechados.

5.3. Validação Tecnológica (TAM)

O protótipo provou-se altamente confiável, apresentando índices robustos de consistência interna (Alfa de Cronbach $\alpha > 0,86$) em todas as respostas dos questionários. A validação sob a ótica do modelo TAM [Davis 1989] confirmou a adesão entusiástica do grupo amostral. A Tabela 4 explicita as médias consolidadas.

Para ir além das médias isoladas e compreender o que de fato motivou os alunos, aplicou-se uma regressão linear múltipla. Nesse contexto, ela foi utilizada como método

Tabela 4. Avaliação de médias dos construtos do Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM).

Construto Avaliado (TAM)	Média ($\bar{x}$)	Confiabilidade (α)
Percepção de Utilidade (PU)	4,08	> 0,86 (Alta)
Intenção de Uso (ITU)	4,22	> 0,86 (Alta)

Notas atribuídas de 1 (Discordo Totalmente) a 5 (Concordo Totalmente).

estatístico para avaliar o quanto um fator específico, como a percepção de utilidade do sistema, influencia diretamente uma decisão final, como a vontade de continuar utilizando o jogo.

A análise evidenciou que a percepção dos alunos explica 94,7% das respostas sobre a intenção de uso ($R^2 = 0,947$, com elevada validade matemática, onde $p < 0,001$). Este número é crucial pois afasta a hipótese de que o engajamento foi apenas um encantamento temporário com a novidade visual da Realidade Virtual. Pelo contrário, os dados provam que as crianças manifestaram forte desejo de continuar jogando especificamente por perceberem que o *Sabidin Playground* é uma ferramenta funcional para os estudos.

Para confirmar se essa percepção se traduzia em aprendizado real, calculou-se a relação entre a avaliação do sistema e o resultado da prova. Os dados apontaram uma correlação linear positiva e válida estatisticamente ($r = 0,43$, $p = 0,036$). Em suma, quanto mais o aluno reconheceu a utilidade do *software*, maior foi o seu ganho de nota no teste de matemática, atrelando a aceitação da tecnologia ao desempenho educacional concreto.

5.4. Avaliação de Usabilidade do Sistema (SUS)

Em artefatos de *Serious Games*, se a tecnologia for falha ou a interface confusa, a carga cognitiva de frustração impede qualquer ganho pedagógico. A eficiência operacional do *Sabidin Playground* foi validada usando a rigorosa escala *System Usability Scale* (SUS) [Brooke 1996].

Tabela 5. Resultados da Avaliação de Usabilidade do Software (Escala SUS).

Métrica de Usabilidade (SUS)	Resultado Consolidado
Pontuação Final (Média da Amostra)	82,5
Desvio Padrão Calculado	$\pm 4,3$
Classificação Qualitativa	Excelente (Grau A)

A média consolidada das respostas resultou em um escore de 82,5 pontos, com desvio de apenas 4,3 (Tabela 5). Na literatura consolidada de IHC (Interação Humano-Computador), qualquer *software* educacional que atinja marcas acima de 68 pontos é considerado acima da média funcional global [Brooke 1996]. Scores que ultrapassam a barreira dos 80 pontos, como o obtido neste estudo, inserem a aplicação na zona de excelência (Categoria A) de usabilidade. Esse resultado chancela que a lógica de interação

desenvolvida (*gaze and click* sem controles e com *timeout* pré-determinado) é altamente adequada e inclusiva para crianças, eliminando obstáculos motores.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

A urgência pela modernização metodológica na base educacional brasileira exige pesquisar soluções que não sejam apenas inovadoras, mas fundamentalmente viáveis, acessíveis do ponto de vista de infraestrutura e validáveis por meio do crivo científico. Este trabalho alcançou seu objetivo principal ao propor e dissecar os impactos da Realidade Virtual na *Web* por meio do desenvolvimento do protótipo "*Sabidin Playground*" focado em educação financeira infantil.

Os achados deste estudo permitem concluir que a arquitetura *WebXR*, aliada ao barateamento do uso de *smartphones* e a popularização de suportes passivos (*VR Box*), detém o potencial prático para romper a barreira financeira que historicamente marginalizou o ensino público do uso de tecnologias imersivas profundas. As rotinas metodológicas confirmaram que a conversão de contas matemáticas abstratas em métricas palpáveis de lucro, prejuízo e troco em um comércio virtual impactam de forma inequívoca e positiva a Atenção, a Relevância e a Satisfação dos alunos com a disciplina.

Apesar das restrições do calendário de pesquisa não permitirem uma exposição cronológica longa o suficiente para evidenciar um ganho numérico irrefutável nas provas teóricas (embora a média das notas da turma tenha crescido 22% do pré para o pós-teste), a observação qualitativa das sessões atesta que o engajamento gerado produziu "frustrações produtivas" e discussões matemáticas colaborativas. Amparado por avaliações rigorosas que constatarem índices de usabilidade e aceitação tecnológica excelentes, o protótipo ratifica seu valor como uma poderosa extensão do trabalho docente na sala de aula contemporânea.

Como limitações inerentes deste escopo experimental, ressaltam-se o reduzido coeficiente amostral (24 discentes participantes) e o lapso curto de intervenção em laboratório. Direcionando os vetores de trabalhos futuros, vislumbra-se a execução estrutural de um projeto com delineamento longitudinal de longo prazo, onde o artefato gamificado seria acoplado ao planejamento semestral regular da disciplina. Do ponto de vista da expansão arquitetural de *software*, estuda-se a incorporação de desafios mais complexos de matemática financeira (juros compostos e planilhas orçamentárias), além de rotinas de *networking* para viabilizar sessões imersivas *multiplayer* em tempo real, testando os limites da colaboração social das crianças dentro da realidade estendida.

Referências

- A-Frame Team (2023). *A-Frame Documentation*. Disponível em: <https://aframe.io/docs/1.2.0/introduction/>. Acesso em: fev. 2025.
- Brooke, J. (1996). SUS: A "Quick and Dirty" Usability Scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194):4-7.
- Damasceno, F. Á. V., e Jucá, P. M. (2024). Investopia: Um relato de experiência sobre o *design* de um jogo de cartas para apoiar a conscientização sobre teoria financeira de forma lúdica. *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*.

- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319-340.
- Elmqaddem, N. (2019). Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3):234-242.
- Gois, J. P., Russo, V. T., Carreiro, J. V. A., Santos, D., e Santos, C. M. D. (2025). Diptera-VR: A gamified virtual entomology lab for science education. *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*.
- Hartmann, A. L., Baroni, A. K., Domingos, A., e Maltempi, M. (2024). A educação financeira no brasil e em portugal: Percursos e reflexões sobre as propostas voltadas à educação básica e secundária. *Quadrante*, 33(1):112-132.
- Li, Y., e Keller, J. M. (2018). Applying the ARCS model to instructional design. *Proceedings of the International Conference on Educational Technology*.
- Militão, J. P. A. (2025). Uma abordagem de ensino-aprendizagem para percepção de informações usando realidade virtual na web com educação financeira. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Campus de Sobral, Universidade Federal do Ceará, Sobral, 67 f.
- Parisi, T. (2015). *Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web, and Mobile*. O'Reilly Media.
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., e Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4):411-420.
- Ryan, R. M., e Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1):68-78.
- Silva, R., e Lautert, L. (2023). Educação financeira e formação cidadã: impactos no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Educação Financeira*, 5(1):45-60.
- Smith, J., e Lee, A. (2019). Gaze-and-click interaction for navigation in mobile virtual reality. In *Proceedings of the 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR '19)*, pages 123-130. IEEE.
- Sweller, J., *Cognitive load during problem solving: Effects on learning*, Cognitive Science, 12, 2, 257-285, 1988
- Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa*, de Campbell e Stanley, EPU/EDUSP, 1979.