



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL - IUVI
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

LUCAS SEVERO MELO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO PARA AUXILIAR O ENSINO
DE HISTÓRIA DO DESIGN UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL E INTERFACE
CÉREBRO-COMPUTADOR**

FORTALEZA

2024

LUCAS SEVERO MELO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO PARA AUXILIAR O ENSINO DE
HISTÓRIA DO DESIGN UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL E INTERFACE
CÉREBRO-COMPUTADOR

Dissertação de Mestrado apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia Educacional, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
Mestre em Tecnologia Educacional. Área de
concentração: Tecnologia Educacional.

Orientador: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros
Filho.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Melo, Lucas Severo.

Desenvolvimento e avaliação de um jogo para auxiliar o ensino de história do design utilizando realidade virtual e interface cérebro-computador / Lucas Severo Melo. – 2024.
86 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho.

1. jogos sérios. 2. interface cérebro-computador. 3. realidade virtual. 4. história do design. I. Título.
CDD 371.33

LUCAS SEVERO MELO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO PARA AUXILIAR O ENSINO DE
HISTÓRIA DO DESIGN UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL E INTERFACE
CÉREBRO-COMPUTADOR

Dissertação de Mestrado apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia Educacional, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
Mestre em Tecnologia Educacional. Área de
concentração: Tecnologia Educacional.

Aprovada em: 29/05/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Gilvan Rodrigues Maia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Sinara Socorro Duarte Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha mãe, cujo apoio incondicional foram a força motriz por trás de todos os meus esforços.

Um agradecimento especial ao meu orientador, o Professor Edgar Marçal, cuja orientação e sabedoria foram inestimáveis para a realização deste estudo. Sua paciência, conhecimento e dedicação ao meu crescimento acadêmico foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

À minha namorada, Flávia Franco, agradeço por seu amor, compreensão e encorajamento constante. Sua presença e apoio foram uma fonte de conforto e motivação durante os momentos mais desafiadores desta jornada. Também por sua paciência e motivação no auxílio e consultoria da escrita formal e formatação deste trabalho, seu apoio foi sem dúvida um dos pilares essenciais para a execução desta pesquisa.

Aos meus colegas e assistentes, Israel, Wesley e Paulo, agradeço pela colaboração e pelo espírito de equipe. Suas contribuições e comprometimento foram essenciais para a realização deste trabalho.

Ao meu professor da graduação Ismael Furtado, por conceder uma de suas aulas para a divulgação e execução deste trabalho e ajudar na divulgação científica e na importância do mestrado em tecnologia da educação.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de expressar minha gratidão aos participantes do estudo. Sem a disposição e cooperação daqueles que se voluntariaram, este estudo não teria sido possível.

Este trabalho é um testemunho do apoio, orientação e colaboração que recebi de todos vocês. Obrigado.

“Education should learn from the positive side of gaming - reward, accomplishment, and fun.” (SEBASTIAN THRUN).

RESUMO

Esta dissertação de mestrado aborda o desenvolvimento e a avaliação de um protótipo de alta fidelidade de um jogo sério para o ensino de História do Design a nível superior, utilizando tecnologias inovadoras como Interfaces Cérebro-Computador (ICC) e Realidade Virtual (RV). As ICCs, que utilizam eletroencefalografia (EEG), têm experimentado um crescimento significativo em campos como a saúde e os jogos digitais. Isso se deve à necessidade emergente de desenvolver alternativas eficazes para o diagnóstico e tratamento de uma variedade de distúrbios neurológicos que afetam crianças e adolescentes. A RV, por sua vez, adiciona uma camada extra de imersão para o usuário, aumentando a eficácia das ICCs. No contexto educacional, a diversidade de atividades e a exploração do meio ambiente em sala de aula são estratégias valiosas para complementar o ensino e garantir um aprendizado eficaz. Nesse sentido, o jogo sério desenvolvido neste trabalho visa proporcionar uma experiência de aprendizagem envolvente e eficaz. A avaliação da usabilidade do jogo sério foi realizada utilizando o instrumento de questionário do CEGE (Core Elements of the Gaming Experience), com o objetivo de determinar sua adequação e utilidade para o usuário. Um estudo de caso com 18 alunos foi conduzido, durante o qual foram verificados aspectos como a usabilidade do jogo, a concentração dos alunos e outros dados relevantes para o progresso do jogo, ao qual se obteve resultados positivos, tanto na usabilidade, como na efetividade do desafio proposto. Este trabalho tem como objetivo abrir um campo mais amplo de possibilidades para o ensino de disciplinas utilizando as tecnologias de Realidade Virtual e Interface Cérebro-Computador de forma lúdica, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais envolvente e eficaz. Este estudo contribui para a evolução do ensino superior, particularmente no campo do Design, através da integração de tecnologias inovadoras e práticas pedagógicas eficazes ao qual foram obtidos como resultados a construção de um jogo e seus resultados referentes a sua avaliação.

Palavras-chaves: jogos sérios; interface cérebro-computador; realidade virtual; história do design.

ABSTRACT

This master's dissertation addresses the development and evaluation of a high-fidelity prototype of a serious game for teaching Design History at the higher education level, utilizing innovative technologies such as Brain-Computer Interfaces (BCI) and Virtual Reality (VR). BCIs, which use electroencephalography (EEG), have seen significant growth in fields such as healthcare and digital games. This is due to the emerging need to develop effective alternatives for diagnosing and treating a variety of neurological disorders affecting children and adolescents. VR, in turn, adds an extra layer of immersion for the user, enhancing the effectiveness of BCIs. In the educational context, the diversity of activities and the exploration of the environment in the classroom are valuable strategies to complement teaching and ensure effective learning. In this regard, the serious game developed in this work aims to provide an engaging and effective learning experience. The usability evaluation of the serious game was conducted using the CEGE (Core Elements of the Gaming Experience) questionnaire instrument, with the goal of determining its suitability and usefulness for the user. A case study with 18 students was conducted, during which aspects such as the game's usability, student concentration, and other relevant data for game progress were verified, yielding positive results in both usability and the effectiveness of the proposed challenge. This work aims to open a broader field of possibilities for teaching disciplines using Virtual Reality and Brain-Computer Interface technologies in a playful way, providing a more engaging and effective learning experience. This study contributes to the evolution of higher education, particularly in the field of Design, through the integration of innovative technologies and effective pedagogical practices, resulting in the construction of a game and its evaluation outcomes.

Keywords: serious games; brain-computer interfaces; virtual reality; history of design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Elementos do CEGEQ.....	21
Figura 2	– Categorias do CEGEQ.....	22
Figura 3	– Escalas do CEGEQ.....	23
Figura 4	– Metodologia da Pesquisa.....	30
Figura 5	– Cenário do jogo.....	38
Figura 6	– Índice de confiabilidade.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Item A - Gênero.....	39
Gráfico 2	– Item B - Idade.....	40
Gráfico 3	– Objetos não pertencentes.....	40
Gráfico 4	– Resultados da escala Satisfação	47
Gráfico 5	– Resultados da escala Frustração.....	49
Gráfico 6	– Resultados da escala Controle.....	51
Gráfico 7	– Resultados da escala Propriedade.....	54
Gráfico 8	– Resultados da escala Facilitadores.....	57
Gráfico 9	– Resultados da escala Ambiente.....	60
Gráfico 10	– Resultados da escala Jogabilidade.....	61
Gráfico 11	– Porcentagem das escalas.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Coeficiente de correlação.....	41
Tabela 2	– Percentagem de acertos.....	43
Tabela 3	– Critérios de avaliação positivos.....	46
Tabela 4	– Critérios de avaliação negativos.....	46
Tabela 5	– Valores da escala Satisfação.....	47
Tabela 6	– Valores da escala Frustração.....	49
Tabela 7	– Valores da escala Controle (positivos).....	51
Tabela 8	– Valores da escala Controle (negativos).....	52
Tabela 9	– Resultados da escala Propriedade (positivos).....	54
Tabela 10	– Resultados da escala Propriedade (negativos).....	55
Tabela 11	– Valores da escala Facilitadores (positivo).....	57
Tabela 12	– Valores da escala Facilitadores (negativo).....	58
Tabela 13	– Valores da escala Ambiente (positivos).....	60
Tabela 14	– Valores da escala Ambiente (negativo).....	61
Tabela 15	– Valores da escala Jogabilidade (positivos).....	63
Tabela 16	– Valores da escala Jogabilidade (negativo).....	64
Tabela 17	– Critérios de média de porcentagem.....	66
Tabela 18	– Resultados de critérios das escalas em porcentagens.....	67
Tabela 19	– Valores de concentração.....	69
Tabela 20	– Correlação de concentração e CEGEQ.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCI	Brain-Computer Interface
CEGE	Core Elements of the Gaming Experience
CEGEQ	Core Elements of Gaming Experience Questionnaire
EEG	Eletroencefalograma (ou Eletroencefalografia)
ICC	Interface Cérebro-Computador
RV	Realidade Virtual
VR	Virtual Reality

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	JUSTIFICATIVA	18
3	OBJETIVOS	19
3.1	Objetivo geral	19
3.2	Objetivos específicos	19
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
4.1	Métodos de avaliação de jogos	20
4.2	Métodos de avaliação de aprendizado em jogos	24
4.3	Tecnologias ICC	25
4.4	Tecnologias RV	27
4.5	Design de lentes	28
5	METODOLOGIA	29
5.1	Tipos de Pesquisa	29
5.2	Aparatos e locação	31
5.3	Amostra	32
5.4	Desenho da Pesquisa	32
5.5	Riscos	35
6	RESULTADOS	35
6.1	Produto	36
6.1.2	<i>Contexto do produto</i>	36
6.1.3	<i>Game design do produto</i>	36
6.1.4	<i>Design de lentes</i>	38
6.2	Estudo de caso	39
6.2.1	<i>Informações pessoais da amostra</i>	39
6.2.2	<i>Resultados do desafio proposto</i>	40
6.2.3	<i>Validação de dados</i>	44
6.2.4	<i>Crterios de avaliação do CEGEQ</i>	45
6.3	CEGEQ	46
6.3.1	<i>Enjoyment</i>	47
6.3.2	<i>Frustration</i>	48
6.3.3	<i>Control</i>	50

6.3.4	<i>Ownership</i>	53
6.3.5	<i>Facilitators</i>	56
6.3.6	<i>Environment</i>	59
6.3.7	<i>Gameplay</i>	62
6.4	Comparando escalas	66
6.5	Concentração	68
6.6	Relação entre concentração e dados	70
7	DISCUSSÃO	71
7.1	Desafio proposto	71
7.2	Resultados do CEGEQ	72
7.3	Concentração	74
8	CONCLUSÃO	75
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	81
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO	86

1. INTRODUÇÃO

A educação existe como forma de instruir o aluno para a vida, e por isso, é importante buscar alternativas que incentivem a interação do aluno com o meio proporcionando uma formação com foco na cooperação mútua e resolução de problemas no seu meio social, de modo que essas alternativas complementam o ensino tradicional. Nesse sentido, há necessidade de envolver atividades recreativas que complementam o aprendizado e ainda se contemple um devido descanso das rotinas de estudo, proporcionando ainda uma prática dos conhecimentos de maneira mais aplicada (ANASTASIADIS et al., 2018).

Diante do exposto, é possível compreender que a tecnologia e os jogos podem se tornar ferramentas auxiliares para suprir estas necessidades, diante de sua vasta aplicação em diversos contextos educativos e tecnológicos ao longo das últimas cinco décadas (EKIN, 2023). Os jogos são destacados por Huizinga (2008) como formas primordiais de interação humana, pois a ludicidade é base no fundamento da civilização como um todo. Jogos educacionais, por sua vez, são uma parte de um grupo que se define por Jogos Sérios (*Serious Games*, em inglês), que englobam todos os tipos de jogos que não focam apenas no entretenimento (DJAOUTI et al., 2011).

A utilidade dos jogos educacionais neste modelo de aprendizado reside na sua procura por envolver os alunos de forma mais eficaz na sala de aula, especialmente em disciplinas que requerem maior raciocínio, memorização e dedicação, ou nas quais o interesse geral dos alunos costuma ser mais baixo devido a diversos fatores (HENDERSON, 2005).

As interfaces cérebro-computador (ICC) são tecnologias que utilizam as ondas cerebrais para estabelecer algum objetivo. Utilizando o monitoramento neural do usuário através de *neurofeedback*. A exemplo temos a eletroencefalografia (EEG) que pode ser usada no diagnóstico de epilepsia, distúrbios do sono, coma, espongiformes e a morte cerebral (BASTOS, 2020).

Segundo Conde (2019) *neurofeedback* é uma técnica não invasiva que utiliza equipamentos para medir a atividade cerebral e fornecer feedback em tempo real sobre essa atividade. O objetivo é que o indivíduo aprenda a auto regular sua própria atividade cerebral, melhorando assim o funcionamento cognitivo e emocional. Durante uma sessão

de *neurofeedback*, eletrodos são colocados no couro cabeludo para medir a atividade cerebral. Esses eletrodos estão conectados a um computador que analisa os padrões de atividade cerebral em tempo real. Com base nesses padrões, o software fornece feedback visual ou auditivo para o participante. O feedback é geralmente apresentado na forma de gráficos, jogos de computador ou sons. Quando a atividade cerebral atinge o padrão desejado, o participante é recompensado com um estímulo positivo, como uma imagem que se movimenta, um som agradável ou um aumento na pontuação em um jogo.

O *neurofeedback* é usado para uma variedade de finalidades, incluindo o tratamento de distúrbios neurológicos, como o TDAH, transtornos do espectro do autismo, ansiedade, depressão, transtorno do estresse pós-traumático (TEPT) e muitos outros. Também é utilizado para melhorar o desempenho cognitivo e aprimorar habilidades, como concentração, foco e memória (BASTOS, 2020).

Como exemplo, o trabalho de Costa et al. (2021) destaca o uso de um jogo e Interface Cérebro-Computador (ICC) no acompanhamento de crianças de 8 anos com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Esta ferramenta proporcionou um monitoramento enquanto a criança realizava atividades executadas por meio de comandos mentais.

As interfaces cérebro-computador (ICC) representam um campo emergente na interseção entre neurociência, engenharia e ciência da computação. Estas interfaces estabelecem uma comunicação direta entre o cérebro e dispositivos externos, permitindo que os indivíduos controlem próteses, computadores e outros dispositivos tecnológicos apenas com o poder da mente. A rápida evolução nesse campo tem sido possibilitada por avanços em áreas como neurotecnologia, inteligência artificial e processamento de sinais. As ICCs estão revolucionando a maneira como pensamos sobre interação homem-máquina, oferecendo novas oportunidades para pessoas com deficiências motoras graves e potencializando a interação humana com a tecnologia (CONDE, 2019).

Um dos desenvolvimentos mais notáveis em ICC é a utilização de eletroencefalografia (EEG), que detecta a atividade elétrica do cérebro através de eletrodos colocados no couro cabeludo. O uso de EEG tornou-se especialmente popular devido à sua não invasividade, baixo custo e portabilidade. No entanto, a resolução espacial e a precisão das informações obtidas pelo EEG ainda são desafios a serem superados (FINGELKURTS et. al.). Outras técnicas, como a eletrocorticografia (ECoG) e a estimulação cerebral profunda (DBS), oferecem maior resolução espacial, mas são

invasivas e, portanto, menos acessíveis para aplicações do dia a dia.

As aplicações potenciais das ICCs são vastas e multifacetadas. Além da área médica, as interfaces neurais estão sendo exploradas em setores como entretenimento, jogos, educação e até mesmo no controle de dispositivos domésticos inteligentes. A capacidade de controlar dispositivos com o pensamento tem o potencial de revolucionar a vida diária de pessoas com deficiências motoras, fornecendo uma nova forma de independência e liberdade. Além disso, as ICCs têm o potencial de aumentar a eficiência e a produtividade em várias áreas, permitindo interações mais fluidas e intuitivas com a tecnologia.

O Aprendizado Baseado em Jogos Digitais (DGBL) pode ser uma ferramenta eficaz para promover o aprendizado, conforme demonstrado por Carvalho (2015). Essa metodologia de aprendizado em jogos pode contribuir para a utilização das Interfaces Cérebro-Computador (ICC), auxiliando no estímulo da aprendizagem. O DGBL começou como uma estratégia instrucional que pode ser incorporada por meio de aplicativos baseados em computador. Através do avanço das tecnologias de aprendizado ao longo dos anos, o DGBL agora pode ser considerado um ambiente de aprendizado autônomo que pode atender a vários níveis de necessidades de aprendizado (HUANG, 2020).

Já as tecnologias de realidade virtual (RV, em inglês Virtual Reality - VR) abrangem uma ampla gama de aplicações, que vão desde a simulação de ambientes e experiências imersivas até o treinamento e entretenimento. A principal meta da Realidade Virtual é criar um ambiente virtual que seja tão próximo da realidade quanto possível, permitindo aos usuários interagir com ele de forma natural e imersiva. Essa tecnologia busca proporcionar uma experiência sensorial completa, envolvendo não apenas a visão, mas também o som e, em alguns casos, até mesmo o tato (SANCHEZ et. al. 2005).

Além disso, a RV tem como objetivo principal oferecer experiências que são difíceis, perigosas ou impossíveis de alcançar na realidade, possibilitando aplicações em áreas como treinamento militar, simulação médica, design de produtos, entretenimento e muito mais. Através da criação desses ambientes virtuais, as tecnologias de Realidade Virtual buscam proporcionar uma experiência imersiva que possa ser aplicada de forma eficaz em uma ampla gama de campos, visando melhorar a aprendizagem, treinamento e

entretenimento. (AMORIM, 2022).

Existem múltiplas instâncias de aplicação de tecnologias de Realidade Virtual (RV) no domínio acadêmico, com destaque para os campos da educação e neurociências. A RV proporciona um ambiente imersivo que tem o potencial de aprimorar substancialmente o processo de aprendizagem, ao permitir que os estudantes se envolvam em experiências educacionais interativas. O estudo conduzido por Fu et al. (2020) ilustra um jogo que emprega RV para o ensino cultural, no qual o usuário é imerso na experiência de navegar por um museu sobre a cultura de Taiwan, adquirindo assim conhecimento sobre a história e cultura local. Adicionalmente, o trabalho de Wang et al. (2018) apresenta uma solução para o tratamento do medo de alturas. Este exemplo evidencia a relevância desta tecnologia para o tratamento de fobias, com potencial para expansão para outros tratamentos psicológicos e psiquiátricos. No campo da neurociência, a RV tem sido utilizada para explorar a plasticidade cerebral e obter uma compreensão mais aprofundada do funcionamento da mente. Sherman e Craig (2002) discutem como a RV pode ser empregada para investigar a relação entre a percepção do ambiente virtual e os processos cognitivos subjacentes, abrindo novas perspectivas para o estudo da mente humana e o desenvolvimento de novas terapias.

A aplicação de tecnologias de Realidade Virtual na educação e neurociências está se tornando cada vez mais relevante. A RV não apenas aprimora o processo de aprendizagem, mas também oferece novas maneiras de explorar o cérebro humano. Trabalhos recentes, como o de Rizzo e Kim (2005), destacam o potencial da RV para fornecer experiências educacionais envolventes e eficazes, permitindo a simulação de situações do mundo real de uma forma segura e controlada. Essa abordagem oferece um ambiente propício para a investigação e o avanço do conhecimento, particularmente na área das neurociências. A RV tem sido utilizada para estudar a plasticidade cerebral, investigar transtornos neurológicos e até mesmo para o desenvolvimento de novas terapias. Através do uso de ambientes virtuais, os pesquisadores podem examinar os efeitos da estimulação em diferentes áreas do cérebro, fornecendo insights valiosos sobre a complexidade da mente humana (Sanchez-Vives & Slater, 2005). Estes exemplos deixam em evidência a potencialidade do uso de tecnologias VR em diversas áreas e propósitos, desde soluções sistemáticas educativas para como também a criação de soluções para problemas que interessam a saúde física e psicológica humana.

A concepção de um jogo educativo, conforme proposto neste estudo, visa

fundamentar-se em casos de uso dessas três tecnologias (Realidade Virtual, ICC e jogo digital), incorporando métodos avaliativos com o intuito de ampliar a eficácia do jogo. Para tal finalidade, este trabalho é categorizado nos seguintes tópicos: Em primeiro lugar, apresenta-se a contextualização do tema em questão; em segundo lugar, descrevem-se as etapas metodológicas, onde se evidenciará a criação, os objetivos dos jogos e a proposta de questionário para avaliação dos alunos; em terceiro lugar, expõem-se os resultados obtidos dentro da metodologia; em quarto lugar, discutem-se os resultados encontrados; e, finalmente, apresentam-se as considerações finais sobre o que foi coletado e sugestões para futuros trabalhos e aplicações.

2. JUSTIFICATIVA

Dentro da Universidade Federal do Ceará, no curso de bacharelado de Sistemas e Mídias Digitais existe a disciplina de História do Design, que é caracterizada pelo estudo das escolas artísticas, das clássicas até as mais modernas, na pintura, arquitetura, escultura etc. Esta classificação e tabulação pode ser integrada em um modelo de ensino em formato de jogo, pois o conteúdo desta disciplina é geralmente aplicado em jogos digitais, podendo ser melhor exemplificado por fatores de direção de arte, além de o desenvolvimento de jogos ser também um dos objetivos do curso ao qual esta cadeira se aplica.

Contudo, para a concepção de um jogo eficaz, é imprescindível a existência de mecanismos avaliativos, dado que jogos são artefatos de software complexos que possuem múltiplos aspectos e elementos que podem caracterizar o seu desenvolvimento. Princípios como a opinião dos próprios usuários (jogadores) podem influenciar na elaboração deste produto, atividade que requer processos que compreendam primordialmente o design e a avaliação do produto (SCHELL, 2008), além dos meios e ferramentas empregados para esta elaboração (MAIA; VIDAL, 2003; MAIA, 2005).

As Interfaces Cérebro-Computador (ICCs) podem contribuir para o aprimoramento da educação por meio de jogos digitais, conforme afirmado por BOS et al. (2019) com pesquisas aplicadas nos campos de interface humano-computador e neuroeducação. Da mesma forma, COSTA et al. (2021) afirmam que o Eletroencefalograma (EEG) pode utilizar dados das ondas cerebrais em tempo real, desde a melhoria do foco, concentração, atenção e habilidades sociais.

As soluções VR se enquadram em uma proposta inovadora para uma tecnologia em potencial de se tornar presente na vida das pessoas, o site GRAND VIEW RESEARCH (2022) projetou um crescimento semi-linear até 2030 com base nos anos de 2018 até 2021, com previsão para o triplo de valor do mercado ao final desse período. Esta projeção se torna interessante para avaliarmos como as tecnologias VR irão se tornar cada vez mais presentes na vida das pessoas, e para tal é necessário maior conhecimento para estarmos preparados para os novos modelos de estilo de vida que irão acompanhar este crescimento, em destaque na educação, vida social, saúde e entretenimento.

3. OBJETIVOS

Se caracterizam como objetivos desta pesquisa os seguintes tópicos, que abordam seu objetivo geral e seus objetivos específicos.

3.1. Objetivo geral

Avaliar um jogo educativo desenvolvido para auxiliar o ensino de conceitos da disciplina de História do Design, por meio do estímulo à imersão e à concentração utilizando, de forma integrada, às tecnologias de realidade virtual e interface cérebro-computador.

3.2. Objetivos específicos

- Elaborar um protótipo de alta fidelidade em versão jogável do jogo para o ensino dos conteúdos do componente curricular História do Design com as tecnologias de ICC e RV;
- Planejar a elaboração dos testes, definindo o local, seleção de participantes e meios avaliativos;
- Testar o jogo e verificar sua usabilidade através do questionário CEGEQ.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo faz um apanhado teórico sobre os fundamentos que pairam os métodos avaliativos de um *serious game*, segundo duas abordagens principais: avaliar um jogo como um produto de entretenimento; e avaliar um jogo como um produto educativo. Em seguida, serão abordados os fundamentos das tecnologias propostas: RV e ICC, e por fim o *game design* do produto.

4.1. Métodos de avaliação de jogos no geral

Dentro das abordagens de avaliação de jogos, o *framework* MDA (Mechanics-Dynamics-Aesthetics) proposto por Hunicke (2004) classifica a avaliação de jogos de acordo com três componentes específicos que formalizam o consumo dos jogos: regras, sistema e diversão.

Essa estrutura relaciona cada componente com as suas respectivas abordagens de game design: Mecânicas, Dinâmicas e Estética. Nota-se que as definições de mecânica e estética nesse *framework* segue uma linha intuitiva, relacionando as mecânicas com representações de dados e algoritmos, assim como as estéticas com as respostas emocionais desejáveis dos jogadores quando eles interagem com o jogo. Assim, um elemento central e inovador dessa abordagem é a dinâmica, que descreve o comportamento da mecânica quando ela é utilizada pelo jogador.

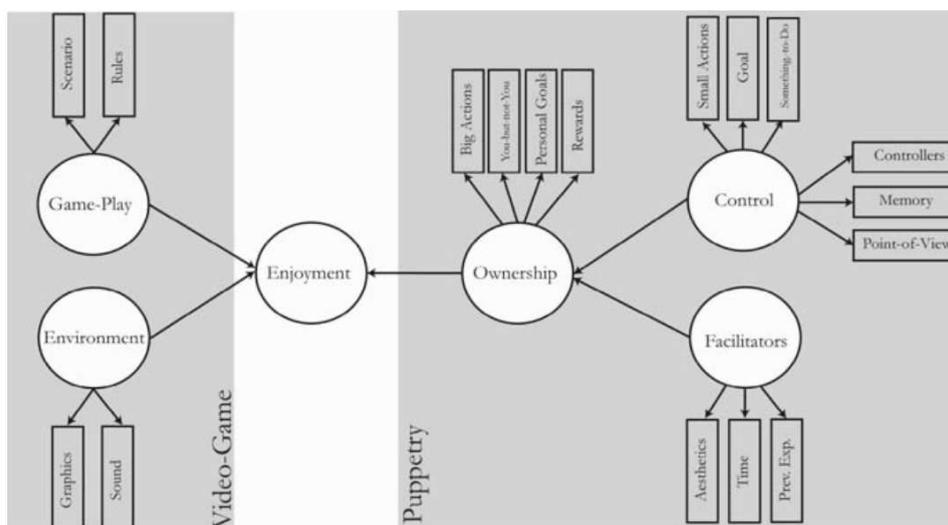
O MDA é classificado como uma abordagem formal e interativa, útil para fins de design e de polimento de um jogo eletrônico. Segundo os autores, essa perspectiva formal permite uma racionalização explícita dos objetivos do projeto ao antecipar como as mudanças no produto irão impactar cada aspecto da implementação dos designs resultantes (HUNICKE, 2004).

Segundo Bastos (2017), que investiga recursos específicos que conferem qualidades de imersão em um jogo eletrônico, baseado em análises de outros títulos que os usuários também consideram imersivos, a imersão foi considerada como qualidade estética em um jogo eletrônico. Assim, o objetivo dos experimentos originais e complementares realizados pelos autores Bastos et al. (2018) buscou determinar indícios

sobre quais linhas gerais de design poderiam ser seguidas para se obter uma experiência imersiva em jogos eletrônicos.

Outras abordagens seguem a teoria de avaliação dos principais elementos da experiência de jogos digitais, proposta por Calvillo (2015) e que resultou na proposição do questionário CEGEQ (*Core Elements of the Gaming Experience Questionnaire*). O CEGEQ contempla uma avaliação dos conjuntos das experiências que são classificadas como necessárias para uma experiência não negativa dentro de uma sessão de jogo. Mesmo que a presença desses elementos ainda não seja suficiente para garantir uma experiência positiva, o projeto torna-se viável ao passo que evita pontos favoráveis a uma experiência negativa Calvillo (2009). O CEGEQ faz parte de um estudo sobre como o jogo influencia a percepção do prazer do usuário, este método contempla uma série de categorias e fatores que estão dentro e fora do próprio jogo como denotado na figura 1.

Figura 1: Elementos do CEGEQ.



Fonte: (CALVILLO 2019)

O *Core Elements of the Gaming Experience* (CEGE) é um modelo abrangente que consiste em diferentes fatores que, juntos, formam a experiência entre um videogame e seu usuário. As duas principais variáveis maiores associadas ao modelo são *Videogame* e *Puppetry*, mas também incluem outras como: *Environment*. *Videogame* é simplesmente o próprio jogo, que é dividido nas variáveis latentes (subjettivas/não mensuráveis) do ambiente e do jogo. Essas variáveis latentes são inferidas e categorizadas em variáveis observáveis; *Environment* inclui gráficos e sons do jogo, enquanto *Gameplay* inclui o cenário e as regras do jogo. (Cavillo, 2019)

O *Puppetry* é a interação do jogador com o videogame e é composto por três variáveis principais: *Control*, *Ownership* e *Facilitators*. *Control* é simplesmente “assumir o controle” do jogo aprendendo a usar e manipular as coisas dentro dele e é composto por três fatores observáveis: *Small Actions* (ações básicas que o jogador pode fazer no jogo), *Goal* (objetivo principal do jogo) , e *Something-to-do* (o jogador precisa sentir que sempre há algo para fazer no jogo). *Ownership* é quando o jogador assume sua ação no jogo como sua e é finalmente recompensado pelo jogo por eles. *Ownership* é composta por quatro fatores observáveis: *Big Actions* (estratégias usadas pelo jogador, compostas de muitas pequenas ações), *you-but-not-you* (o jogador pode participar de ações que não necessariamente faria na vida real), *Personal Goals* (algo não importante para vencer o jogo, mas uma ação concluída por um motivo pessoal) e *Reward* (o jogo precisa fornecer recompensas ao jogador). Por fim, os *Facilitators* são fatores externos que podem afetar o processo de interação entre um videogame e o usuário e é composto por três fatores observáveis: *Aesthetic* (como o jogo é visto pelo jogador), *Time* (o tempo que o jogador está disposto a dedicar ao jogo) e *Previous Experience* (experiências anteriores do jogador podem afetar quanto tempo ele está disposto a jogar e as ações que ele realizará no jogo). Em última análise, as variáveis observáveis são agrupadas nas variáveis maiores (por exemplo, *Gameplay* e *Environment*) e, quando essas variáveis maiores de *Videogame* e *Puppetry* são atendidas, a experiência/prazer final do jogador é alcançada.

A figura 2 apresenta a organização destes elementos em forma de tabela para melhor compreensão.

Figura 2: Categorias do CEGEQ

Puppetry			Video-Game	
Control	Ownership	Facilitators	Game-Play	Environment
Small actions	Big actions	Time	Rules	Graphics
Controllers	Personal goals	Aesthetic value	Scenario	Sound
Memory	You-but-not-you	Prev. experiences	–	–
Point-of-View	Rewards	–	–	–
Goal	–	–	–	–
Something-to-Do	–	–	–	–

Fonte: (CALVILLO 2019)

O modelo CEGE foi operacionalizado e transformado em um questionário padronizado de 38 perguntas (nomeado CEGEQ) que aborda todos os fatores discutidos

anteriormente. Cada pergunta é avaliada em uma escala Likert de 1 a 7 (1 = totalmente falso, 7 = totalmente verdadeiro para esta demonstração). Aqui estão dois exemplos do questionário:

- 25. Eu sabia como manipular o jogo para seguir em frente (marionetes – controle/propriedade)
- 26. Os gráficos eram adequados ao tipo de jogo (videogame – ambiente)

As perguntas são categorizadas nos grandes grupos, em duas diferentes escalas, como mostrado na figura X. Esta abordagem permite uma mensuração separada, podendo ser identificado onde ficam relativos pontos fortes e fracos de acordo com a avaliação do jogo pelos participantes.

Figura 3: Escalas do CEGEQ

Items	Scale 1	Scale 2
1, 4, 5	Enjoyment	–
2, 3	Frustration	–
6–38	CEGE	–
6–12, 38	Puppetry	Control
13–18	Puppetry	Facilitators
19–24	Puppetry	Ownership
25	Puppetry	Control/Ownership
26–31	Video-Game	Environment
32–37	Video-Game	Game-Play

Fonte: (CALVILLO 2019)

As escalas do CEGEQ se traduzir para os seguintes significados, aqui dispostas em tradução livre:

- **Desfrute (*Enjoyment*):** Esta escala mede o prazer geral ou satisfação derivada ao jogar o jogo. Ela abrange elementos como valor de entretenimento, fator de diversão e experiências positivas durante o jogo.
- **Frustração (*Frustration*):** Esta escala avalia o grau de irritação, insatisfação ou aborrecimento experimentado pelos jogadores durante o

jogo. Inclui fatores como picos de dificuldade, desafios injustos ou obstáculos que impedem o progresso.

- **Controle (*Control*):** Esta escala avalia a capacidade de resposta, intuição e eficácia dos controles do jogo. Considera o quão bem os jogadores podem manipular o ambiente do jogo e os personagens para alcançar seus objetivos.
- **Propriedade (*Ownership*):** Esta escala examina o senso de agência, apego e investimento que os jogadores sentem em relação ao mundo do jogo e aos seus avatares ou posses dentro do jogo. Inclui elementos como opções de personalização, sistemas de progressão e autonomia do jogador.
- **Facilitadores (*Facilitators*):** Esta escala foca nos recursos, ferramentas ou mecanismos dentro do jogo que auxiliam ou melhoram a experiência geral de jogo. Engloba aspectos como tutoriais, dicas, assistências ou sistemas de orientação dentro do jogo.
- **Ambiente (*Environment*):** Esta escala avalia os espaços virtuais, configurações e atmosferas criadas dentro do jogo. Inclui elementos como design de mundo, estética dos níveis, ambiente e narrativa ambiental.
- **Jogabilidade (*Gameplay*):** Esta escala engloba as mecânicas principais, dinâmicas e sistemas que definem a experiência interativa do jogo. Inclui elementos como objetivos do jogo, desafios, regras, mecanismos de feedback e progressão do jogador.

4.2. Métodos de avaliação de aprendizado em jogos

O trabalho de Silva (2019) observa que existem diversas técnicas de avaliação de software, dentre elas a Avaliação Heurística que tem se destacado por proporcionar benefícios, tais como: Avaliação rápida, baixo custo financeiro, eficiência, pode ser utilizada em qualquer fase do desenvolvimento do software. No entanto as propostas de heurísticas para avaliação de jogos educacionais apresentam algumas limitações, tais como: descrição técnica ou subjetivas para não especialistas da área de jogos, direcionadas apenas para especialistas de domínio, não avaliam ou avaliam superficialmente aspectos importantes como: a inteligência artificial, história do jogo e agente educacional.

O trabalho de Oliveira et. al. (2019) aponta por meio do protocolo de avaliação proposto em seu trabalho que foi possível realizar uma análise comparativa entre dois protótipos do jogo Expedição Antártica. As duas versões possuem design semelhante com diferenças principais nas interações com os mentores (diálogos) e no processo de fotoidentificação. Ambos os jogos buscam alcançar o mesmo objetivo pedagógico de ensino sobre a ciência cidadã, metodologia científica e identificação de baleias. A partir dos questionários de reação e comparação, foi possível observar que a versão B se sobressai em relação à versão A em quase todos os aspectos levantados, seja relacionado ao desafio ou a aprendizagem, por exemplo. A diferença se mostra maior no questionário de comparação, no qual ambos os grupos já haviam jogado as duas versões. Isso possibilita uma escolha de uso de uma versão, bem como aprimoramento dela (a partir dos feedbacks qualitativos).

Os resultados dos estudos avaliados na revisão de Tsutsumi (2020), de modo geral, sugerem que o uso de jogos como intervenção pode ser um método eficaz para melhorar o desempenho acadêmico de alunos de diversas idades. Nos estudos que utilizaram delineamento de grupo, o desempenho acadêmico dos participantes do grupo experimental (i.e., aquele que foi exposto ao uso do jogo) foi superior ao do grupo controle (i.e., o que não utilizou jogo e continuou sendo exposto ao ensino convencional de sua escola).

Tal resultado contribui para fundamentar as práticas já utilizadas de usar jogos como ferramentas de ensino (cf. Hirsh-Pasek et al., 2008; Kishimoto et al., 2011; Neves et al., 2015). Além disso, a maioria dos estudos da revisão mostrou que, independentemente do conteúdo, alunos expostos aos jogos apresentaram um melhor desempenho acadêmico quando comparados àqueles que continuaram no ensino tradicional. Nos estudos que utilizaram delineamento de caso único, todos os alunos apresentaram desempenho acadêmico superior no pós-teste quando comparados ao pré-teste. Isso indica que o jogo foi uma ferramenta que alterou o desempenho escolar.

4.3. Tecnologias ICC

As Interfaces Cérebro-Computador (ICC) representam uma inovação tecnológica de grande importância nos meios acadêmicos, pois promovem uma conexão direta entre o cérebro humano e dispositivos computacionais. Essa conexão abre portas

para uma série de aplicações, desde o auxílio a pessoas com deficiências físicas até o aprimoramento do aprendizado e da pesquisa científica. De acordo com um estudo conduzido por Lebedev e Nicoletis (2006), as ICCs têm potencial para reabilitação neurológica, permitindo que pacientes com danos cerebrais recuperem habilidades motoras perdidas. Esse avanço não apenas melhora a qualidade de vida desses pacientes, mas também proporciona uma fonte rica de dados para pesquisadores entenderem melhor o funcionamento do cérebro.

Em meio acadêmico, as ICCs têm sido usadas em diversas áreas, desde a neurociência até a psicologia. Trabalhos como o de Congedo, et al. (2008), mostraram que as ICCs são eficazes na análise de estados mentais e emocionais, o que possibilita a detecção e o tratamento de distúrbios psicológicos, como ansiedade e depressão. Além disso, as ICCs têm sido usadas para aprimorar a experiência de aprendizado. Por exemplo, o estudo de Abiri, et al. (2016) demonstrou que as ICCs podem ser empregadas para monitorar a atenção dos alunos, adaptando o conteúdo do ensino de acordo com as necessidades individuais, resultando em uma aprendizagem mais eficaz.

Outro aspecto importante é o papel das ICCs na pesquisa científica. Trabalhos como o de Andersen, et al. (2004) demonstraram que as ICCs possibilitam o controle de próteses robóticas com uma precisão impressionante, abrindo caminho para uma nova geração de tecnologias de assistência e reabilitação. Além disso, as ICCs têm sido aplicadas na exploração das funções cognitivas do cérebro humano. Pesquisas, como a conduzida por Van Gerven e Jensen (2009), mostraram que as ICCs podem ser usadas para decodificar padrões complexos de atividade cerebral, permitindo uma compreensão mais profunda dos processos mentais, como a memória e a tomada de decisão.

Em resumo, as ICCs desempenham um papel fundamental nos meios acadêmicos, pois proporcionam uma ferramenta poderosa para entender e interagir com o cérebro humano. Seu uso não apenas impulsiona a pesquisa científica, mas também oferece benefícios tangíveis, como reabilitação, diagnóstico e aprimoramento do aprendizado. Com o contínuo avanço tecnológico e a crescente compreensão dos processos cerebrais, as ICCs prometem revolucionar ainda mais diversas áreas acadêmicas, oferecendo um novo nível de entendimento e intervenção no cérebro humano.

4.4. Tecnologias RV

A utilização da Realidade Virtual (RV) no ensino é uma abordagem inovadora e imersiva para a educação. A RV proporciona uma experiência de aprendizado com uma proposta mais imersiva, na qual os alunos podem interagir com ambientes e objetos tridimensionais, facilitando a compreensão de conceitos complexos. De acordo com Billinghamurst e Duenser (2012), a RV no ensino melhora a retenção do conhecimento, aumenta a motivação dos alunos e estimula a aprendizagem ativa. Com a RV, é possível simular situações da vida real, permitindo que os alunos experimentem cenários práticos sem nenhum risco. Isso é especialmente útil em áreas como a medicina, onde os alunos podem praticar procedimentos cirúrgicos em um ambiente virtual antes de realizá-los em pacientes reais.

Além disso, a RV oferece a oportunidade de personalizar o aprendizado de acordo com as necessidades individuais dos alunos. Conforme destacado por Wu, Lee e Chang (2013), a RV pode ser adaptada para atender a diferentes estilos de aprendizagem, garantindo uma experiência educacional mais eficaz. Por exemplo, os alunos visuais podem se beneficiar de modelos tridimensionais interativos, enquanto os alunos cinestésicos podem aprender através da manipulação direta de objetos virtuais. Essa personalização promove uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos, tornando o ensino mais eficiente e eficaz.

Além de proporcionar uma experiência de aprendizagem individualizada, a RV no ensino também facilita a colaboração entre os alunos. Através de ambientes virtuais compartilhados, os alunos podem trabalhar juntos em projetos, resolver problemas e discutir ideias, independentemente da localização geográfica. Conforme destacado por Dalgarno e Lee (2010), essa capacidade de colaboração promove o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas, preparando os alunos para o trabalho em equipe no mundo real. Dessa forma, a RV não apenas aprimora o processo de aprendizado, mas também prepara os alunos para os desafios do ambiente profissional.

Outra vantagem do uso da RV no ensino é a capacidade de proporcionar experiências de aprendizado imersivas e emocionalmente envolventes. A RV pode transportar os alunos para diferentes períodos históricos, locais geográficos ou até

mesmo para o interior do corpo humano, permitindo que vivenciem eventos e conceitos de uma maneira que seria impossível através de métodos tradicionais. Conforme destacado por Slater e Sanchez-Vives (2016), essa imersão pode levar a uma maior empatia e compreensão, resultando em uma aprendizagem mais profunda e significativa.

No entanto, apesar de todas as vantagens, a integração bem-sucedida da RV no ensino ainda enfrenta alguns desafios. Questões como custo, acessibilidade e a necessidade de conteúdo educacional de alta qualidade ainda precisam ser abordadas. No entanto, com o avanço contínuo da tecnologia e o aumento do investimento em educação virtual, é provável que a RV desempenhe um papel cada vez mais importante no futuro da aprendizagem.

4.5. Design de lentes

O desenvolvimento de um *game design* requer conhecimento técnico e científico que pode ser aplicado para uma abordagem mais efetiva na teoria de jogos. Com base nisso, a teoria das "lentes" de Schell (2008) no design de jogos fornece um framework para analisar e entender vários aspectos do design de jogos através de diferentes perspectivas ou "lentes". Cada lente representa um ponto de vista ou consideração diferente que os designers podem usar para avaliar seus jogos e tomar decisões informadas ao longo do processo de design. Aqui está uma descrição de algumas das lentes que Schell descreve:

- **Lente da Experiência Essencial:** Esta lente foca nas qualidades emocionais ou experienciais essenciais que o jogo busca evocar nos jogadores. Ela incentiva os designers a considerar os sentimentos que desejam que os jogadores tenham enquanto jogam, como excitação, tensão, alegria ou tristeza.
- **Lente da Tétrade Elemental:** Baseado no modelo de Brenda Laurel (1991), esta lente examina quatro componentes-chave dos jogos: mecânica (regras e sistemas), história (elementos narrativos), estética (design visual e auditivo) e tecnologia (o meio através do qual o jogo é experimentado). Os designers usam esta lente para garantir uma experiência equilibrada e coesa entre esses elementos.

- **Lente do Público-alvo:** Reconhecendo que diferentes jogadores têm preferências e expectativas diferentes, esta lente enfatiza a importância de entender a demografia, preferências e estilos de jogo do público-alvo. Os designers usam esta lente para adaptar seus jogos a públicos específicos e garantir uma experiência satisfatória para seus jogadores.
- **Lente da Compulsão:** Esta lente explora os mecanismos psicológicos que motivam os jogadores a se envolverem e continuarem jogando o jogo. Ela considera fatores como recompensas, sistemas de progressão, loops de feedback e dinâmicas sociais que mantêm os jogadores investidos e retornando para mais.
- **Lente do Escopo:** Esta lente ajuda os designers a gerenciar o escopo de seus projetos, considerando fatores como tempo, orçamento, tamanho da equipe e restrições técnicas. Ela incentiva os designers a tomarem decisões estratégicas sobre quais recursos priorizar e como alocar recursos efetivamente.

Ao aplicar essas lentes, os designers podem obter *insights* mais profundos sobre seus jogos, identificar pontos fortes e fracos e tomar decisões de design informadas para criar experiências mais envolventes para os jogadores.

5. METODOLOGIA

A pesquisa científica, segundo Gil (2002), é “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo gerar respostas aos problemas que são propostos”. Dessa forma, o presente capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que serão utilizados para a realização de cada etapa da pesquisa. Encontra-se subdividido em: tipo de pesquisa, aparatos e locação, amostra, coleta de dados e desenho da pesquisa e riscos.

5.1. Tipo de pesquisa

Estabelecer um comparativo das qualidades observadas em um jogo é um estudo de natureza aplicada e objetivo exploratório (GIL, 2002). Pressupõe-se a hipótese de que, ao comparar qualidades estéticas e técnicas do jogo, ao passo que ele se

demonstre viável para o ensino, pode-se afirmar com determinada precisão que o jogo é efetivo para o ensino através do entretenimento e imersão do usuário. A pesquisa será de campo em ambiente laboral acompanhando os testes dos alunos com o produto proposto.

Figura 4: Metodologia da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A pesquisa quantitativa é uma abordagem sistemática que busca quantificar as relações, variáveis e fenômenos. Ela é especialmente útil para medir opiniões, comportamentos e atitudes por meio de ferramentas estatísticas e matemáticas. A escolha desse tipo de pesquisa se justifica pela necessidade de coletar dados objetivos e mensuráveis sobre a usabilidade do jogo, permitindo uma análise estatística que trará resultados mais precisos e confiáveis. A abordagem quantitativa nos permitirá avaliar aspectos específicos da experiência do usuário de forma mais direta e sistemática, facilitando a identificação de áreas que necessitam de melhoria.

A pesquisa utiliza o Questionário CEGEC como instrumento principal de coleta de dados. Composto por perguntas que abordam aspectos como eficácia, eficiência, satisfação e facilidade de aprendizado, o CEGEC oferece uma estrutura robusta e confiável para a avaliação da usabilidade do jogo em questão. Sua utilização permite uma avaliação abrangente e detalhada da experiência do usuário, proporcionando dados para a identificação de pontos fortes e áreas de melhoria do jogo.

5.2. Aparatos e locação

Para a condução da pesquisa foi utilizado um notebook com sistema operacional Windows 11; Um aparelho EEG com chip Open BCI; Um óculos de RV Oculus Quest 2 ©; Enquanto o jogo foi desenvolvido pela Engine Godot versão 4.0; e a versão do *software* Open BCI sendo 5.1. A coleta e análise de dados foi feita com o Google Formulários, Google Planilhas com add-on Chart Expo™ para geração de gráficos e o software IBM SPSS.

O lócus da pesquisa é um dos laboratórios de pesquisa do Instituto Virtual da Universidade Federal do Ceará, em alternância com o laboratório de aula e pesquisa da sala 5. O ambiente permanece em silêncio durante a execução da pesquisa, com apenas o pesquisador e seu assistente além do participante. O espaço contém uma área de aproximadamente 2 m² livre para o usuário se locomover com o óculos VR. Será oferecido também ao usuário uma cadeira para que ele possa sentar se assim o desejar.

Além disso, para garantir a precisão dos dados coletados, serão utilizados protocolos padronizados para a calibração do equipamento EEG e para a configuração do ambiente de realidade virtual. O pesquisador e seu assistente estarão presentes durante todo o processo para auxiliar os participantes e garantir a integridade dos dados. Ademais, será solicitado aos participantes que relatem qualquer desconforto ou sensação incomum durante a execução do experimento, a fim de garantir uma experiência segura e confortável para todos os envolvidos.

Não é permitida a interferência externa do pesquisador para qualquer solução do desafio proposto durante a pesquisa, porém o usuário pode solicitar a ajuda do pesquisador, caso ele tenha dúvidas sobre o uso do equipamento, ou para relatar um problema no sistema. Para mitigar esses desafios, será adotado uma abordagem criteriosa na seleção de testes ou amostras que melhor se alinhem com os objetivos principais da pesquisa. Amostras de participantes que experimentaram numerosas interrupções ou inconsistências durante os testes são deliberadamente excluídas da análise final, visando garantir a integridade e confiabilidade dos resultados.

5.3. Amostra

A amostra foi composta por alunos que compartilham objetivamente atributos similares, visando garantir a homogeneidade dos dados coletados. Foram selecionados estudantes do curso de Sistemas e Mídias Digitais que estejam cursando ou tenham cursado a disciplina de História do Design no semestre 2023.1. Além disso, a faixa etária dos participantes é entre 18 e 30 anos. A escolha desses critérios é fundamental para garantir que a amostra do participante represente adequadamente o grupo-alvo do jogo em avaliação.

Foi utilizado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para garantir a participação voluntária e o entendimento dos objetivos e procedimentos da pesquisa por parte dos participantes. O TCLE explica claramente os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, bem como os direitos dos participantes, incluindo o direito de participação voluntária e a retirada a qualquer momento sem penalidades.

A aplicação desses critérios na seleção da amostra tem como objetivo garantir que os participantes tenham um nível de familiaridade e conhecimento adequados para avaliar a usabilidade do jogo de forma significativa em visão do público alvo, que são os também alunos do curso. Essa abordagem permitirá que a análise dos dados seja mais precisa e confiável, fornecendo informações para o desenvolvimento futuro do jogo.

5.4. Desenho da Pesquisa

O teste do jogo foi realizado em um ambiente controlado, onde os participantes tiveram a oportunidade de explorar o jogo por um período máximo de 10 minutos ou até que não possuíssem mais desejo de continuar. Durante o teste, os participantes foram convidados a realizar uma atividade simples dentro do jogo: acessar duas salas distintas e temáticas de duas escolas de Design diferentes, e depois identificar dentro de 8 objetos dentro da sala, quais estão trocados. Durante esta fase, foram observados e registrados quaisquer problemas de usabilidade, bem como o tempo necessário para a conclusão de cada atividade.

Após o teste do jogo, os participantes responderam ao Questionário CEGEC.

O questionário CEGEC foi aplicado para avaliar a usabilidade do jogo. Este questionário é composto por perguntas que abordam aspectos como a eficácia, eficiência, satisfação e facilidade de aprendizado do jogo.

Os dados coletados foram analisados utilizando métodos estatísticos, incluindo médias, desvios-padrão e testes de correlação, conforme apropriado, para identificar qualquer correlação ou diferença.

Este estudo foi conduzido de acordo com os princípios éticos da Declaração de Helsinki (WORLD MEDICAL ASSOCIATION, 2013) que estão explícitos no TCLE. Os participantes foram informados sobre o objetivo do estudo, os procedimentos a serem realizados, e seus direitos de participação voluntária e de retirada a qualquer momento sem penalidades.

A privacidade dos participantes será preservada e seus dados serão mantidos confidenciais, respeitando os ditames éticos previstos na Resolução 510/2016, foi garantido o sigilo e o anonimato. Assim, cada sujeito foi nomeado com a letra P de participante de 1 a 18. Foram excluídos da amostra todos aqueles participantes que não se enquadrarem nos critérios de inclusão ou que solicitaram sair do estudo durante qualquer fase de coleta de dados.

Os sujeitos foram informados dos objetivos da pesquisa, dos riscos e dos benefícios da pesquisa bem como da possibilidade de desistir a qualquer momento, tendo seu anonimato preservado, além da garantia da confidencialidade das informações, da privacidade e da proteção de sua identidade, inclusive de sua imagem e voz.

Este estudo não apresentou nenhum custo, risco de dano material, de dano imaterial (integridades física e psíquica, saúde, honra, imagem e privacidade) e de discriminação.

Todos os dados coletados estão protegidos pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, Lei nº 13.709/2018, no qual a pesquisadora se responsabiliza em zelar pela privacidade e confidencialidade dos mesmos e está de acordo com a Resolução nº 510, de 7/04/2016, que trata da ética em pesquisa na área de Humanidades.

Este estudo segue as seguintes etapas:

- i. Criação do protótipo de jogo para o objetivo de pesquisa;
- ii. Teste do protótipo pelos participantes;
- iii. Aplicação do questionário CEGEQ pelos participantes;

A criação do jogo foi através do Game Design elaborado pelo autor da pesquisa, que fica responsável pelo desenvolvimento de uma simulação de exploração de elementos da História do Design. Nesta disciplina, é lecionado sobre os vários movimentos artísticos importantes para a cultura ocidental. Procura-se, em específico, a abordagem sobre os temas Art Nouveau e Art Deco, que são movimentos artísticos consequentes do início do século XIX.

O objetivo principal foi desenvolver um jogo que não apenas entretenha, mas também eduque o jogador sobre os movimentos Art Nouveau e Art Deco. Por meio dessa abordagem, os jogadores poderão mergulhar no contexto histórico desses estilos artísticos enquanto se divertem. É fundamental que o jogo ofereça uma experiência imersiva, possibilitando aos jogadores explorar e interagir com os elementos do design desses movimentos de forma significativa.

A usabilidade do jogo foi avaliada com base no critério satisfatório no questionário CEGEQ. O objetivo é garantir que o jogo seja eficaz como uma aplicação de entretenimento, mas também como uma ferramenta educativa. O jogo deverá cativar os jogadores, mantendo-os engajados ao mesmo tempo em que transmite informações precisas e interessantes sobre o Art Nouveau e o Art Deco. Através de um balanceamento cuidadoso entre entretenimento e educação, o jogo buscou atingir uma pontuação satisfatória no questionário CEGEQ. A análise das respostas do CEGEQ permitiu identificar quais aspectos do jogo estão mais ou menos favoráveis, e podem ser usados como métodos quantitativos para analisar sua eficácia como jogo.

Ressalta-se também que o CEGEQ pode ter uma interpretação pessoal baseada nos almejos do desenvolvedor, para isto foi feito neste estudo uma avaliação de critérios que acompanharão os resultados, classificando-os como satisfatório ou não com o que é almejado neste produto.

Para a abordagem do jogo, foi necessário um cuidadoso planejamento do Game Design, assegurando que o jogo possua um desafio interessante que possa comprovar sua eficácia. A integração desses elementos foi essencial para garantir que o jogo atinja seus objetivos educacionais e de entretenimento.

Além do Game Design, outro elemento crucial que está presente no jogo é a medição da concentração por meio de EEG (eletroencefalografia). Essa ferramenta foi integrada ao jogo para fornecer feedback em tempo real sobre o nível de concentração dos jogadores e também serviu como *input* (meios de interagir) dentro do jogo, já que o

participante acessa as salas temáticas mantendo um alto nível de concentração. Dessa forma, a inclusão do EEG contribuiu com o Game Design, interação, e na coleta de dados para a análise desta pesquisa.

É fundamental ressaltar que o jogo encontra-se em uma fase de protótipo jogável de alta fidelidade. Portanto, essas avaliações iniciais serão fundamentais como base sólida para determinar o prosseguimento do desenvolvimento do jogo, com os resultados obtidos no questionário CEGEQ. O protótipo permite não apenas avaliar a eficácia do jogo como uma aplicação de entretenimento, mas também identificar possíveis áreas de aprimoramento necessárias para garantir que os objetivos educacionais sejam atendidos de forma eficaz. Por fim, foi esperado que o jogo obtivesse uma experiência imersiva e educativa, permitindo aos jogadores explorar e entender melhor os movimentos artísticos do Art Nouveau e do Art Deco.

Ao atender aos critérios do questionário CEGEQ, o jogo pode estar mais apto para ser usado como uma ferramenta eficaz para aprender sobre a história do design, ao mesmo tempo em que oferece uma experiência de entretenimento agradável.

5.5. Riscos

A avaliação de usabilidade representa um componente fundamental para assegurar a eficácia de produtos educativos, particularmente em contextos de ensino. Este processo, contudo, não garante intrinsecamente a efetividade do produto enquanto objeto educativo. Esta é uma questão recorrente em pesquisas que objetivam a criação de um produto educativo. Ademais, é crucial salientar que a mensuração de resultados educativos não deve ser o foco primário, devido à multiplicidade de variáveis que podem surgir. A complexidade inerente a este processo torna a avaliação um desafio, conforme apontado por Spector (2001).

Portanto, é imprescindível uma abordagem holística que considere não apenas a usabilidade, mas também outros fatores que possam impactar a efetividade do produto como um recurso educacional. A compreensão e a aplicação desses princípios podem contribuir para o sucesso de produtos educativos em ambientes de ensino.

6. RESULTADOS

Se encontram nesta seção os resultados obtidos através da pesquisa, incluindo a

proposta do jogo, sua avaliação pelos usuários, adjunto dos dados relevantes para a análise de sua eficácia.

6.1. Produto

O produto desenvolvido é o jogo proposto, ficará caracterizado seu contexto e Game Design, assim como contextualizado nos capítulos anteriores.

6.1.1. Contexto do produto

O jogo tem por objetivo atravessar duas áreas da arte, dentre os movimentos artísticos que são ensinados na cadeira de história do Design, a saber: o Surrealismo; Art Nouveau; Pop Art; Art Deco; entre outros. Imagina-se um contexto em que o jogador possa atravessar diversas experiências dentro de cada arte a fim de ter uma experiência imersiva. Neste jogo duas áreas em específico são aprofundadas: Art Nouveau e Art Déco

6.1.2. Game design do produto

O presente jogo desenvolvido oferece uma experiência interativa e educativa na qual o jogador é desafiado a navegar por duas salas temáticas, cada uma representando um movimento artístico distinto. Cada sala é meticulosamente ornamentada com uma variedade de itens que simbolizam os projetos e características de cada movimento artístico, incluindo, mas não se limitando a, telefones, mesas, vasos e esculturas. Todos esses objetos são manipuláveis pelo usuário, permitindo uma exploração detalhada e interativa do ambiente. No entanto, há um desafio a ser superado: dois dos itens em cada sala estão trocados, introduzindo uma camada de dificuldade e complexidade ao jogo.

O ambiente principal deste jogo é composto por um museu temático destinado a evocar sensações de nostalgia, arte e imaginação. Este espaço central funciona como um ponto de conexão para as diversas fases do jogo.

Cada fase é acessada através de um quadro localizado dentro deste *hub*. Neste protótipo específico, existem duas fases distintas: uma inspirada no estilo art nouveau e

outra no art déco.

A experiência do usuário ocorre em primeira pessoa, através do uso de óculos de realidade virtual (RV). Os controles permitem que o jogador se mova em todas as direções dentro de um ambiente tridimensional. Além disso, os elementos do cenário são apresentados em uma escala ampliada, proporcionando uma sensação de grandiosidade, como demonstrado na figura 5.

Dentro do *hub*, o jogador tem a liberdade de explorar o espaço caminhando livremente. Para acessar uma fase específica, o jogador precisa concentrar-se em um dos quadros presentes no *hub* olhando para eles, ao qual a ICC irá medir sua concentração como *input* para entrar na sala. Esses quadros funcionam como portais que transportam o jogador para as salas temáticas.

As duas salas disponíveis tem tamanho de apenas uma sala extensa e podem ser visualizadas integralmente assim que são acessadas. No entanto, se o jogador perder a concentração enquanto estiver dentro dessas salas, será automaticamente expulso delas.

É fundamental que o jogador mantenha sua concentração durante a interação com o ambiente virtual. Essa capacidade de concentração será registrada como um dado, possibilitando análises posteriores.

Cada sala temática apresenta uma decoração específica relacionada ao estilo artístico que representa. Além disso, há objetos manipuláveis dentro das salas, permitindo que o jogador interaja com eles de diversas maneiras: segurando, lançando, observando e soltando. Essa abordagem confere ao jogo um aspecto de "Sandbox", no qual não há objetivos definidos, deixando ao jogador a liberdade de explorar e interagir com o mundo virtual conforme sua preferência.

Figura 5: Cenário do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

6.1.3. *Design de lentes*

Considerando a integração da tecnologia de eletroencefalograma (EEG), realidade virtual (RV) e história da arte no design de jogos, várias lentes do framework de Schell (2008) seriam particularmente relevantes, além das já citadas lentes da Experiência Emocional e Tétrade Elemental anteriormente:

- Lente da Surpresa: Incorporar elementos de surpresa e novidade é importante ao trabalhar com tecnologias de ponta como EEG e RV. É possível usar essa lente para explorar interações inesperadas, experiências que aproveitem as capacidades únicas dessas tecnologias, como *inputs* exclusivos que não existem em outros jogos.
- Lente do Significado: Dada a inclusão da história da arte, é preferível prestar atenção especial ao significado temático e simbólico dos elementos visuais e narrativos dentro do jogo. Esta lente incentiva os designers a considerar como o conteúdo do jogo pode refletir ou comentar sobre temas relacionados à arte, cultura e experiência humana.
- Lente da Tecnologia: Esta lente se concentra especificamente nas capacidades e restrições das tecnologias envolvidas, como EEG e RV. Os designers precisam entender os aspectos técnicos dessas tecnologias para

integrá-las efetivamente ao jogo e otimizar o desempenho e a experiência do usuário.

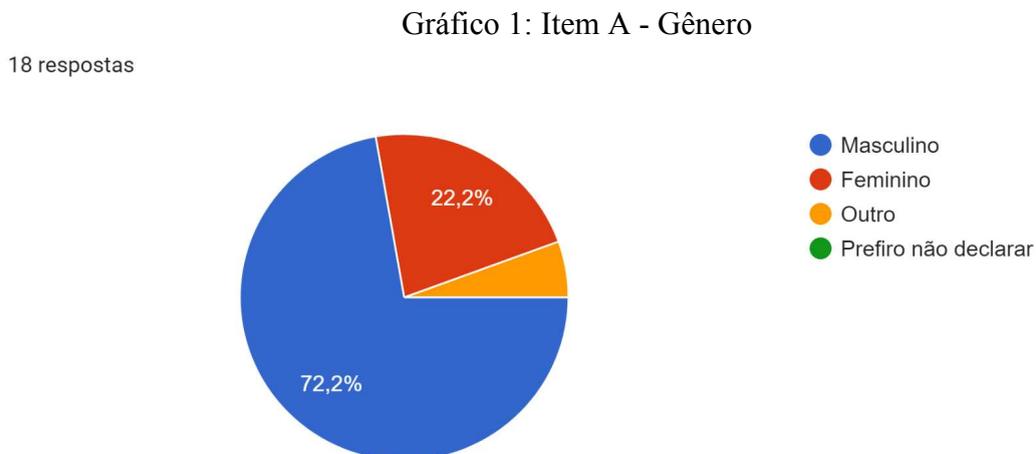
Ao aplicar essas lentes, é possível navegar pelas complexidades da integração do EEG, RV e história da arte no design de jogos, garantindo que a experiência resultante seja tanto tecnicamente robusta quanto tematicamente rica, enquanto também ressoa com o público-alvo pretendido.

6.2. Estudo de caso

Se descreve neste tópico os resultados da pesquisa feita com os participantes, no primeiro momento seus dados pessoais, e por conseguinte as avaliações atribuídas ao produto feito nesta pesquisa.

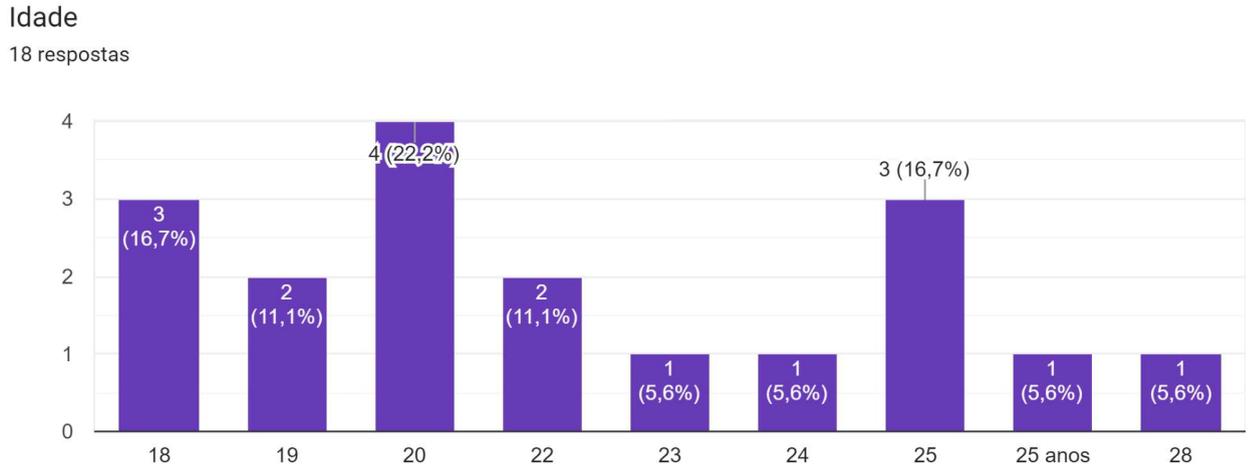
6.2.1. Informações pessoais da amostra

No gráfico 1 e gráfico 2 se encontram os dados pessoais dos 18 participantes que os classificam como o grupo de amostras preferível como discutido na Metodologia, tendo entre 18 e 30 anos de idade que são as idades do público alvo dos alunos de Sistemas e Mídias Digitais. É importante ressaltar que a taxa de 72% de um público masculino se dá pela própria taxa do curso também tende para o público masculino.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 2: Item B - Idade



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

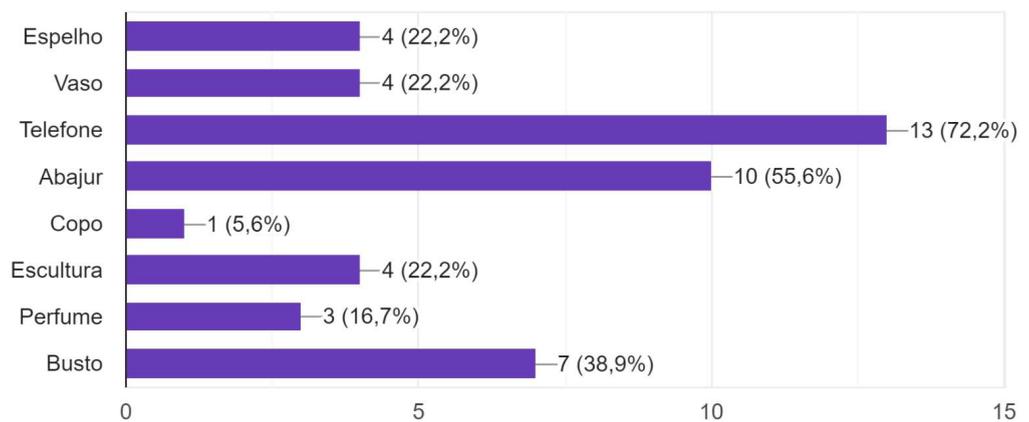
6.2.2. Resultados do desafio proposto

Os participantes deveriam responder quais elementos estavam trocados em ambas as salas, a resposta para todos era a mesma: **Telefone** e **Abajur**. As amostras deveriam marcar duas opções.

Gráfico 3: Objetos não pertencentes

Marque quais objetos você acredita que não pertencia a sala respectiva

18 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Para realizar a análise do desafio proposto dentro do jogo, empregaremos uma escala simples composta por oito perguntas, nas quais o usuário deverá identificar objetos que se desviem do padrão artístico da sala. A resposta ideal para essa questão

consiste na identificação de dois objetos específicos (Telefone e abajur). Na escala de pontuação adotada, se o usuário assinalar apenas esses dois objetos específicos, receberá a nota máxima. No entanto, se ele indicar objetos incorretos além dos específicos, sua pontuação será reduzida. Além disso, não deve-se assinalar nenhum dos outros objetos, apesar de o usuário não saber a quantidade de objetos que de fato podem estar corretos ou incorretos, sendo informado apenas que é necessário marcar pelo menos um dos objetos.

Para interpretar os resultados, estabelecemos os seguintes critérios de pontuação: cada item de objeto é classificado como um item V ou F, isto é, se um objeto foi marcado e era um dos objetos corretos, isso corresponde a um item correto, e se foi deixado de ser marcado quando não pertencia aos itens corretos, isso corresponde a um item correto também.

Para interpretar a pontuação dos itens, estabelecemos os seguintes critérios de pontuação: cada objeto corretamente identificado acrescenta 3 pontos à pontuação total. Se o usuário marcar um dos objetos corretos, receberá 3 pontos, e se marcar ambos, receberá um total de 6 pontos, deixar de marcar itens incorretos também adicionam 1 ponto para cada. Adotamos também uma abordagem subtrativa para cada item marcado incorretamente, diminuindo 1 ponto da pontuação total para cada item incorreto marcado erroneamente, porém no caso dos itens corretos não marcados, a subtração é de 3 pontos.

Idealmente, o usuário deveria assinalar apenas os dois objetos corretos, alcançando um total de 12 pontos. Já se ele marcar apenas objetos errados, sua pontuação será -12. Estes critérios foram adotados para que a escala de respostas sempre varie entre -12 e 12, não deixando a possibilidade do usuário marcar todos ou não marcar nada. Em ambos os casos, o usuário receberá a nota 0 que seria uma média nesta escala. Porém estes coeficientes não foram revelados aos participantes e serão utilizados aqui apenas para criar uma linearidade nas respostas que serão úteis para criar uma correlação com suas concentrações com o coeficiente de correlação de *Pearson*.

Tabela 1: Coeficiente de correlação

Participantes	Pontuação	Concentração (%)
P2	4	91,2
P3	5	96,53

Participantes	Pontuação	Concentração (%)
P4	12	93,14
P5	-2	77,71
P7	6	59,63
P8	6	96,43
P9	11	70,19
P10	11	83,54
P11	-3	54,44
P12	-1	70
P13	4	84,17
P14	10	68,21
P15	9	88,89
P16	12	96,66
P17	12	11,51
P18	4	26,87
Coefficiente de correlação:	0,063	
r²	0,0040	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O coeficiente de correlação de *Pearson*, frequentemente denominado simplesmente como coeficiente de correlação, é uma medida estatística que avalia a relação linear entre duas variáveis quantitativas. Ele é representado por r e varia entre -1 e 1. Se r for próximo de 1, há uma forte correlação positiva entre as variáveis: quando uma aumenta, a outra também tende a aumentar. Se r for próximo de -1, há uma forte correlação negativa: quando uma variável aumenta, a outra tende a diminuir. Se r for próximo de 0, não há uma relação linear entre as variáveis.

O coeficiente de correlação de *Pearson* é amplamente utilizado em diversas áreas, como estatística, economia, psicologia, ciências sociais e muitas outras, para investigar e quantificar relações entre variáveis. Ele fornece uma medida quantitativa da força e direção da relação entre as variáveis, permitindo análises mais precisas e

informadas sobre os dados (PEARSON, 1985).

A linearidade dos resultados propostos em escala de -12 a 12 facilitam a visualização deste coeficiente. A correlação fraca de 0,0040 sugere que não há nenhuma tendência para os valores de concentração diminuírem à medida que o número de perguntas certas aumenta, ou vice-versa. Isso significa que saber o valor de concentração de um participante realmente não fornece muita informação sobre quantas perguntas eles responderam corretamente no teste, e vice-versa neste teste específico.

Porém se indica outras duas interpretações importantes nesta tabela: A primeira é a média da pontuação nestes critérios é 6,25, que é um coeficiente relativamente alto deixando aproximadamente 76% de acertos em média. Porém isso se deve a este critério beneficiar bastante perguntas não marcadas, diferente do coeficiente de relação, não há uma utilidade de interpretação sobre os acertos com esta tabela. A Tabela 2 indica uma melhor interpretação para valores exatos de acertos e erros, classificando quantos acertaram sem errar nada, acertar, mas errando, acertar apenas 1 e não acertar nenhum.

Tabela 2: Percentagem de acertos.

Tipos de acerto	Número de acertos	Porcentagem
Acertaram os objetos sem errar	4	22,22%
Acertaram os objetivos errando	4	22,22%
Acertaram pelo menos 1	7	22,22%
Acertaram nenhum	3	16,66%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Este dado revela que apenas cerca de 22% dos participantes obtiveram um desempenho perfeito, acertando completamente o desafio proposto. Essa constatação assume particular relevância para o design do jogo prototipado, pois evidencia uma relativa dificuldade em alcançar a precisão desejada, ou seja, identificar dois objetos sem cometer nenhum erro. Este cenário sugere que aproximadamente metade dos participantes conseguiram identificar pelo menos os dois objetos do desafio, apesar de possíveis erros cometidos.

É importante ressaltar que mesmo entre os participantes que conseguiram

identificar os dois objetos corretamente, desconsiderando os erros, metade ainda enfrentou um desafio considerável. Essa constatação destaca a complexidade do jogo para a maioria dos usuários.

Particularmente relevante é a comparação desses dados com os que indicam a dificuldade percebida do jogo que será melhor abordada na seção de CEGEQ com a Q17 que indicou que os usuários não acharam o jogo difícil. Essa análise revela uma discrepância entre a percepção dos usuários sobre a facilidade do jogo e seus resultados efetivos, sugerindo que, embora os participantes possam ter percebido o jogo como relativamente fácil, seus desempenhos não refletiram essa percepção.

A percepção da dificuldade dentro do jogo não foi explicitamente comunicada aos usuários, o que sugere a necessidade de uma melhor comunicação sobre os desafios apresentados para alinhar as expectativas dos jogadores com a experiência real do jogo.

6.2.3. Validação de dados

Para a validação de dados, foi feito um modelo estatístico com coeficiente de *Alpha de Cronbach* com todas as 38 questões respondidas referentes ao questionário CEGEQ. O resultado se encontra disposto na Figura 6. Os coeficientes se encontram respectivamente: 0,718 e 0,805.

Figura 6: Índice de confiabilidade.

Resumo de processamento de casos			
		N	%
Casos	Válido	18	100,0
	Excluídos ^a	0	,0
	Total	18	100,0

a. Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento.

Estatísticas de confiabilidade		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach com base em itens padronizados	N de itens
,710	,805	38

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O coeficiente alfa de Cronbach é uma medida estatística utilizada para avaliar a consistência interna de um conjunto de itens em um questionário ou escala. Ele indica o quão bem os itens de uma escala estão correlacionados entre si, refletindo a uniformidade das respostas dos participantes. O valor do coeficiente alfa varia de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam uma maior consistência entre os itens (CRONBACH, 1961).

A análise do alfa de Cronbach realizada no questionário de usabilidade para o jogo resultou em um valor de 0,710, indicando um nível moderado de consistência interna entre os itens. Esse valor sugere que os itens do questionário, projetados para medir vários aspectos de usabilidade, estão medindo de forma confiável os construtos pretendidos. No entanto, uma análise mais aprofundada dos itens do questionário e possíveis ajustes podem ser benéficos para aprimorar a confiabilidade do instrumento.

Após a padronização da base dos itens para o cálculo do alfa de Cronbach, o valor aumentou para 0,805. Esse ajuste sugere que a padronização dos itens resultou em uma melhoria na consistência interna, indicando que a variabilidade nas respostas entre os participantes foi reduzida. O valor mais alto do alfa de Cronbach após a padronização indica que os itens do questionário podem ter exibido inicialmente algum grau de variabilidade em sua escala, que foi mitigado por meio da padronização.

O valor extremamente baixo de significância estatística ($< 0,001$) sugere que as diferenças na usabilidade entre os grupos são altamente improváveis de serem devido ao acaso. Isso fortalece a confiança de que as diferenças observadas são reais e não são resultado de flutuações aleatórias dos dados.

6.2.4. Critérios de avaliação do CEGEQ

Como especificado na metodologia, o CEGEQ agrupa escalas Likert de 1 à 7, para então assim abordar os elementos desejáveis do jogo classificados nos termos que são propostos pelo CEGEQ, sendo por metodologia o 1 o significado “Discordo” e 7, “Concordo”. Para uma interpretação parcial dos resultados, será considerado os valores de acordo com a tabela 3.

Tabela 3: Critérios de avaliação positivos.

Média	Critério
Menor que 3	Muito Insatisfatório
Entre 3 e 3,9	Insatisfatório
Entre 4 e 4,9	Neutro
Entre 5 e 5,9	Satisfatório
Maior ou igual a 6	Muito Satisfatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

É necessário considerar que estes critérios são invertidos para resultados que possuam busca por números menores, sendo assim, não há necessidade de validação de média geral de cada escala, a exemplo: A pergunta “Eu gostei do jogo” tem caráter positivo, logo sua avaliação preferível neste estudo é 7 (a máxima), já a pergunta “Eu fiquei frustrado com o jogo” tem caráter negativo, então é preferível a avaliação mínima: 1. A tabela 4 apresenta as médias em critérios para avaliações negativas:

Tabela 4: Critérios de avaliação negativos.

Média	Critério
Menor que 3	Muito Satisfatório
Entre 3 e 3,9	Satisfatório
Entre 4 e 4,9	Neutro
Entre 5 e 5,9	Insatisfatório
Maior ou igual a 6	Muito Insatisfatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

6.3. CEGEQ

Se configura nesta sessão as escalas do CEGEQ com suas respectivas questões, sendo demonstrado suas questões com a anotação “Q” mais o número respectivo na ordem do questionário.

6.3.1. *Enjoyment*

O gráfico 4 apresenta os dados respectivos da escala *Enjoyment* (Satisfação em tradução livre). Seguidos da tabela 5 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala, sendo esta com média total 6,17. Esta escala tem apenas questões de caráter positivo tendo resultado Muito Satisfatório.

Gráfico 4: Resultados da escala Satisfação.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 5: Valores da escala Satisfação.

Enjoyment	Q1	Q4	Q5
Máximo	7	7	7
Mínimo	5	4	3
Média	6,33	6,28	5,89
Mediana	7	6,5	6
Desvio Padrão	0,84	0,89	1,28
Amplitude	2	3	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O teste de usabilidade revelou resultados indicando níveis elevados de

diversão e satisfação entre os participantes. Com uma média de pontuação de 6,33 para a Q1, 6,28 para a Q4 e 5,89 para a Q5.

Notavelmente, a avaliação consistentemente alta para diversão (Q1) e gostar do jogo (Q4), sugere uma recepção e engajamento favoráveis. Embora a pontuação para a disposição em jogar novamente o jogo (Q5) tenha ficado um pouco atrás, ainda atestou um interesse significativo em futuras experiências de jogo. Esses achados destacam o potencial do jogo para cativar e reter jogadores, prometendo uma experiência de usuário envolvente.

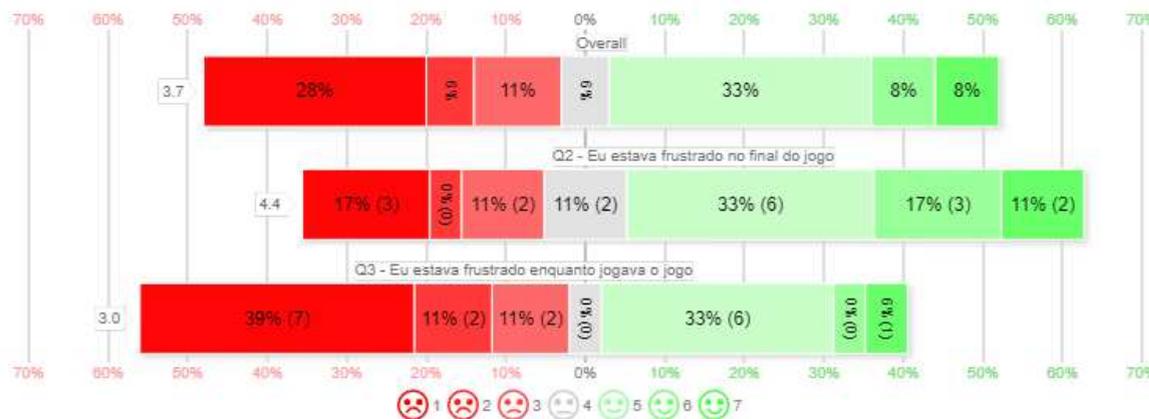
Além disso, os resultados apontam para áreas específicas que podem ser aprimoradas para otimizar ainda mais a experiência do usuário. Por exemplo, enquanto a pontuação média para a disposição em jogar novamente o jogo (Q5) foi um pouco menor em comparação com as outras questões, isso pode sugerir a necessidade de introduzir novos elementos no jogo ou expandir sua jogabilidade para aumentar o apelo para múltiplas sessões de jogo.

Como observação geral, destaca-se um desempenho notavelmente positivo nesta categoria, sugerindo uma excelente adaptação do jogador ao protótipo. Esses resultados indicam que os participantes conseguiram aproveitar bem a experiência de jogo. Isso ressalta a eficácia do design geral do jogo e a capacidade dos jogadores de se envolverem com o protótipo apresentado.

6.3.2. Frustration

O gráfico 5 apresenta os dados respectivos da escala *Frustration* (Frustração em tradução livre). Seguidos da tabela 6 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala. Considerando que todas as perguntas possuem caráter negativo, a média geral 3,69 resulta no critério Satisfatório.

Gráfico 5: Resultados da escala Frustração.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 6: Valores da escala Frustração.

Frustration	Q2	Q3
Máximo	7	7
Mínimo	1	1
Média	4,39	3,00
Mediana	5	2,5
Desvio Padrão	1,91	2,03
Amplitude	6	6

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os resultados do teste de usabilidade do jogo indicam uma recepção mista entre os participantes, especialmente no que diz respeito aos sentimentos de frustração durante e após o jogo. Com uma pontuação média de 4,39 para a Q2, indicando frustração ao final do jogo, e uma média significativamente menor de 3,00 para a Q3, refletindo frustração durante o jogo, é evidente que certos aspectos da experiência do jogo podem ter apresentado desafios ou obstáculos para o aproveitamento dos usuários. Esses resultados sugerem que existem áreas dentro da experiência do jogo que requerem atenção e refinamento para aliviar a frustração e melhorar a satisfação geral do usuário.

Embora a frustração seja uma emoção comum nos jogos, níveis excessivamente altos podem prejudicar o aproveitamento e o engajamento geral. O nível moderado de frustração relatado ao final do jogo (Q2) indica que pode haver elementos

específicos, como picos de dificuldade ou objetivos pouco claros, que precisam ser abordados para garantir uma conclusão mais suave e satisfatória da experiência de jogo. Além disso, a pontuação média mais baixa para a frustração durante o jogo (Q3) implica que pode haver problemas recorrentes ou falhas de design ao longo do jogo que prejudicam o aproveitamento e o fluxo do jogador.

Durante a análise dos vídeos dos participantes, um padrão de frustração se destacou: eles frequentemente expressavam dificuldade em manipular todos os objetos do cenário. Essa dificuldade emergente foi identificada como um erro perceptível no protótipo, pois limitava a liberdade dos usuários de interagir plenamente com o ambiente.

A incapacidade dos participantes em manipular todos os objetos do cenário foi um aspecto notável observado durante a revisão dos vídeos. Esse fenômeno revelou-se como uma falha evidente no design do protótipo, uma vez que restringia a capacidade dos usuários de se envolverem de maneira mais completa com o cenário apresentado o que pode ter impactado na avaliação desta escala.

A análise abrangente da categoria Frustração aponta para a necessidade de uma elaboração mais aprofundada do protótipo, se destacando como um dos aspectos menos favoráveis avaliados neste teste específico. Esses resultados ressaltam a importância de revisar cuidadosamente os elementos do jogo que causaram frustração nos participantes, visando aprimorar a experiência do usuário como um todo. Identificar e abordar esses pontos problemáticos pode ser crucial para garantir que o protótipo atenda às expectativas dos jogadores e ofereça uma experiência satisfatória no geral.

6.3.3. *Control*

O gráfico 6 apresenta os dados respectivos da escala *Control* (Controle em tradução livre). Seguidos da tabela 7 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala para os elementos positivos, seguido da tabela 8 que apresenta os valores para os elementos de caráter negativo. Sendo respectivamente as médias: 5,52 Satisfatório, e 1,67 Muito Satisfatório.

Gráfico 6: Resultados da escala Controle.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 7: Valores da escala Controle (positivos).

Control	Q6	Q7	Q8	Q9	Q11	Q38	Q25
Máximo	7	7	7	7	7	7	7
Mínimo	1	1	3	4	3	3	2
Média	5,11	4,06	5,94	6,33	6,33	5,56	5,28
Mediana	5,5	3,5	6,5	7	7	6	6
Desvio Padrão	1,71	1,70	1,39	0,91	1,19	1,42	1,78
Amplitude	6	6	4	3	4	4	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 8: Valores da escala Controle (negativos)

Frustration	Q10	Q12
Máximo	4	3
Mínimo	1	1
Média	1,67	1,67
Mediana	1	2
Desvio Padrão	1,03	0,69
Amplitude	3	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os resultados do teste de usabilidade para a categoria Controle oferecem uma análise abrangente da experiência do jogador, iluminando aspectos sutis da interação e imersão dentro do ambiente do jogo. Apesar da pontuação média relativamente favorável de 5,11 para Q6, que indica um senso geral de controle, é crucial aprofundar-se nos momentos e contextos específicos em que os usuários se sentiram capacitados ou limitados. Compreender essas dinâmicas podem informar melhorias direcionadas para garantir que os jogadores se sintam consistentemente empoderados e envolvidos ao longo do uso do jogo.

A pontuação média de 4,06 para Q7 sinaliza uma discrepância significativa entre as expectativas do usuário e a responsividade dos controles. Essa discrepância pode decorrer de uma variedade de fatores, principalmente aqueles ligados às tecnologias de entrada neste estudo. Como todas as entradas de jogo são feitas por meios não usuais de jogos (RV e principalmente ICC) isto indica que pode também haver uma falta de adaptação ou reconhecimento por parte dos participantes com estas tecnologias. Ao abordar essas questões, se pode aprimorar a fluidez e a intuitividade das ações do jogador, visando promover assim uma experiência de jogo mais imersiva e satisfatória.

Em contraste, a pontuação positiva de 5,94 para Q8 destaca a importância de criar esquemas de controle memoráveis e intuitivos. A capacidade dos participantes de lembrar ações do controle sugere um nível de consistência e coerência nas mecânicas do jogo, contribuindo para um senso de domínio e proficiência. A partir dessa base, o protótipo pode aprimorar ainda mais o feedback do controle e os mecanismos de feedback para reforçar a aprendizagem do jogador e o desenvolvimento de habilidades de

forma orgânica.

A pontuação altamente satisfatória de 6,33 para Q9 destaca o papel crítico do design de interface do usuário na facilitação de experiências de jogo sem interrupções. A capacidade dos participantes de acessar informações essenciais sem esforço fala da eficácia do layout visual e da apresentação do jogo. Alavancando essa percepção, o protótipo pode continuar priorizando a clareza, a visibilidade e os elementos de interface de usuário amigáveis para otimizar o envolvimento e a imersão do jogador.

Das médias moderadamente altas de 5,56 para Q25 e 5,28 para Q38 sugerem um nível razoável de agência do jogador e familiaridade com as mecânicas do jogo. No entanto, aprimorar a acessibilidade e a descoberta das ações disponíveis pode capacitar ainda mais os jogadores a explorar e experimentar dentro do mundo do jogo, promovendo um senso de criatividade e autonomia.

Para os itens de caráter negativo com média 1,67 para ambas as Q10 e Q12 indicam aspectos positivos. O fato de os participantes terem atribuído notas baixas para o ponto de vista do jogo (Q10) e para os momentos de inatividade (Q12) sugere que esses aspectos não prejudicaram significativamente a experiência de jogo. É sempre crucial abordar essas questões para garantir que o fluxo e o envolvimento do jogador permaneçam consistentes.

Em resumo, as percepções obtidas da categoria Controle do teste de usabilidade oferecem orientações que buscavam otimizar a experiência do jogador. Ao aprimorar iterativamente as mecânicas de controle, o design de interface e os sistemas de orientação do jogador, os resultados indicaram que o protótipo foi capaz de criar uma experiência de jogo mais imersiva, intuitiva e agradável que ressoa com jogadores de todos os níveis de habilidade e preferências.

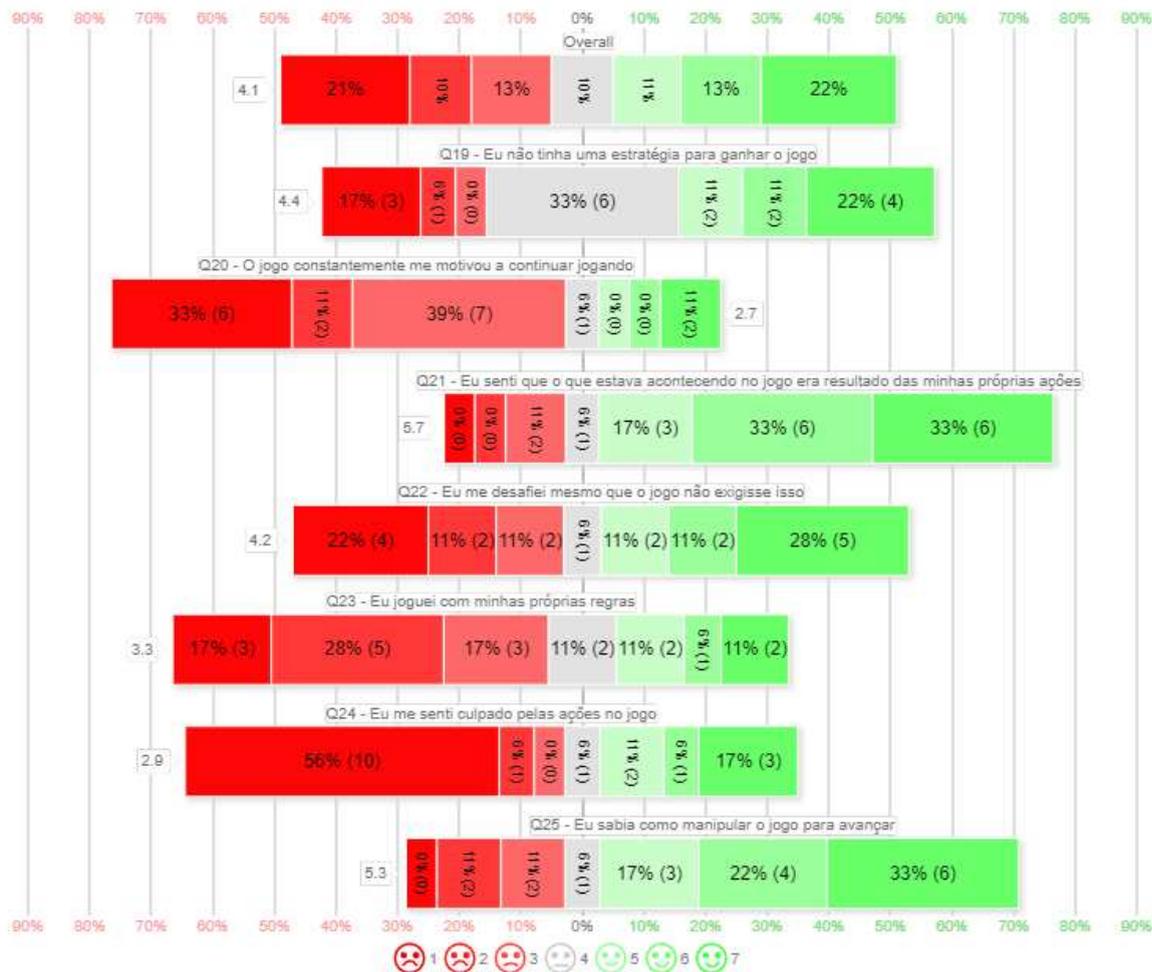
Entretanto, é essencial destacar a questão Q7 como uma área de preocupação claramente identificável para futuros testes de controle de jogo, uma vez que este aspecto pode estar ligado às tecnologias utilizadas neste teste, como o ICC e a RV, já que são entradas incomuns dentro do contexto dos jogos.

6.3.4. Ownership

O gráfico 7 apresenta os dados respectivos da escala *Ownership* (Propriedade em tradução livre). Seguidos da tabela 9 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala. Com média 4,24, Neutro para as perguntas positivas, e 3,67,

satisfatório para as negativas.

Gráfico 7: Resultados da escala Propriedade.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 9: Resultados da escala Propriedade (positivos).

Ownership	Q20	Q21	Q22	Q23	Q25
Máximo	7	7	7	7	7
Mínimo	1	3	1	1	2
Média	2,72	5,72	4,17	3,33	5,28
Mediana	3	6	4,5	3	6
Desvio Padrão	1,84	1,32	2,43	1,97	1,78
Amplitude	6	4	6	6	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 10: Resultados da escala Propriedade (negativos).

Ownership	Q19	Q24
Máximo	7	7
Mínimo	1	1
Média	4,39	2,94
Mediana	4	1
Desvio Padrão	2,09	2,51
Amplitude	6	6

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os resultados do teste de usabilidade do jogo na categoria Ownership oferecem observações mais detalhadas sobre o senso de agência e engajamento dos jogadores dentro do mundo do jogo. Embora alguns aspectos tenham recebido pontuações relativamente altas, como Q21, onde os jogadores sentiram uma forte conexão com os eventos desdobrados no jogo e os atribuíram às suas próprias ações, outros revelaram áreas para melhoria. Por exemplo, Q20 indica que o jogo teve dificuldade em motivar consistentemente os jogadores a continuar jogando, com uma pontuação média notavelmente mais baixa. Isso sugere que, embora os jogadores possam ter sentido um senso de propriedade sobre suas ações, faltou motivação sustentada para persistir em suas empreitadas de jogo, destacando uma possível lacuna na capacidade do jogo de fornecer excitação contínua e incentivos.

Da mesma forma, Q22 e Q23 sugerem que os jogadores estavam menos inclinados a se desafiar ou impor suas próprias regras na experiência de jogo, afetando potencialmente seu senso geral de propriedade e investimento. As pontuações médias mais baixas para essas perguntas implicam que os jogadores podem ter sido mais passivos em sua abordagem ao jogo, confiando na estrutura fornecida em vez de buscar desafios ativamente ou afirmar sua própria agência. Isso pode indicar a necessidade de o jogo oferecer mais oportunidades para os jogadores personalizarem sua experiência ou fornecer incentivos mais claros para desafios auto impostos.

É crucial salientar que a ausência do sentimento de liberdade por parte do jogador é um dos elementos que podem prejudicar consideravelmente a experiência do

usuário e o engajamento geral do jogador. De acordo com Schell (2016) a liberdade de escolha e a sensação de controle são fundamentais para criar uma conexão emocional com o jogo. No entanto, é importante ressaltar que, no estado atual do protótipo, podem faltar mecânicas que poderiam elevar a experiência do jogo para além do comum. Essas lacunas podem indicar uma direção clara para o desenvolvimento futuro do protótipo.

Entre esses desafios, houve pontos fortes identificados nos resultados do teste. Q25 destaca a proficiência dos jogadores em entender como manipular o jogo para progredir, indicando uma sólida compreensão de suas mecânicas e objetivos. Isso sugere que, embora os jogadores possam não ter se sentido tão inclinados a se desafiar, eles ainda eram hábeis em navegar pelo mundo do jogo e alcançar o desafio proposto.

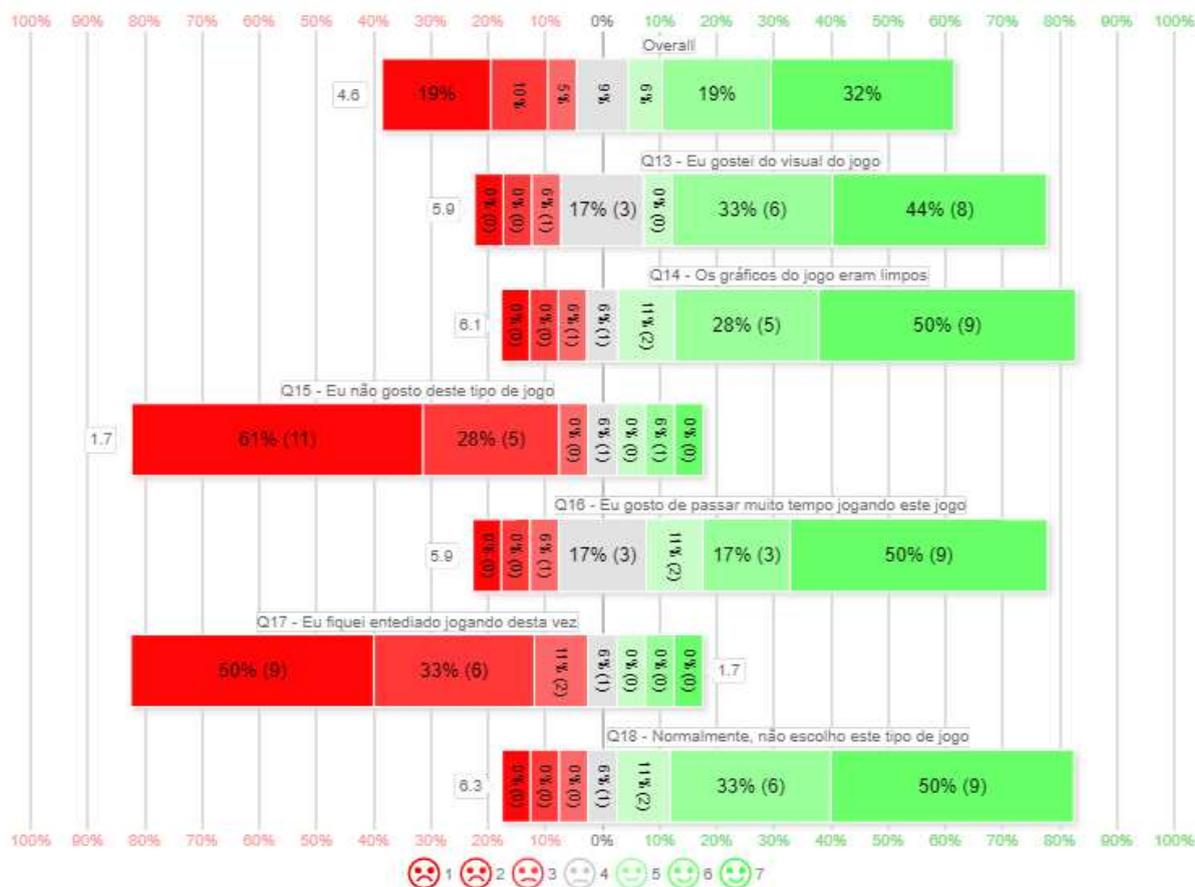
As questões Q19 e Q24 eram de caráter negativo e receberam pontuações satisfatórias, mas estas duas questões apresentam avaliações que não se alinham perfeitamente aos padrões estabelecidos por este protótipo. Por exemplo, a Q19 aborda o aspecto estratégico, que o jogo não enfatiza, requerendo apenas conhecimento prévio do jogador. Da mesma forma, a Q21 refere-se à moralidade, um elemento que o jogo não aborda de forma alguma. Esses aspectos tornam essas duas questões menos pertinentes para a abordagem geral do produto e seus objetivos.

A avaliação geral da categoria Ownership revelou-se favorável, uma vez que os critérios estabelecidos foram alcançados conforme o esperado. É importante observar que os aspectos não atendidos podem ser atribuídos à natureza prototípica do jogo, o que, nesta análise, é considerado um aspecto positivo.

6.3.5. *Facilitators*

O gráfico 8 apresenta os dados respectivos da escala *Facilitators* (Facilitadores em tradução livre). Seguidos da tabela 11 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala. As escalas ficaram com média 5,98 Satisfatório para as perguntas de caráter positivo e 3,24 Satisfatório para as de caráter negativo.

Gráfico 8: Resultados da escala Facilitadores.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 11: Valores da escala Facilitadores (positivo).

Facilitators	Q13	Q14	Q16
Máximo	7	7	7
Mínimo	3	3	3
Média	5,94	6,11	5,89
Mediana	6	6,5	6,5
Desvio Padrão	1,30	1,18	1,37
Amplitude	4	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 12: Valores da escala Facilitadores (negativo).

Facilitators	Q15	Q18	Q17
Máximo	6	7	7
Mínimo	1	4	1
Média	1,72	6,28	1,72
Mediana	1	6,5	1,5
Desvio Padrão	1,32	0,89	0,89
Amplitude	5	3	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os resultados do teste de usabilidade do jogo na categoria Facilitators refletem um feedback positivo sobre vários aspectos da apresentação e apelo do jogo. Os participantes geralmente apreciavam a estética visual do jogo, como evidenciado pelas altas pontuações médias para Q13 e Q14. Ao qual apontam uma recepção positiva para a aparência geral do jogo que podem ser interpretados como gráficos visualmente atraentes ou bem executados. Essa recepção positiva contribui para a atratividade e imersão geral da experiência de jogo.

Além disso, a pontuação média para Q16 sugere que os participantes estavam inclinados a passar uma quantidade significativa de tempo jogando o jogo, indicando um alto nível de envolvimento e prazer. Essa disposição para investir tempo no jogo fala da capacidade do jogo de cativar e entreter os jogadores, destacando uma possível eficácia em fornecer uma experiência envolvente e gratificante.

Para as perguntas de caráter negativo como a Q15, os participantes expressaram um sentimento notavelmente positivo em relação ao tipo de jogo apresentado nesta categoria, com uma classificação média de 1,72. Isso sugere uma forte afinidade pelo tipo de jogo entre os usuários, indicando potencial para engajamento e diversão.

Para a Q17 emergiu uma tendência interessante em relação ao nível de envolvimento durante o jogo. Abordando o aspecto crucial do engajamento do usuário, esta questão visa determinar em que medida os participantes experimentaram tédio durante as sessões de jogo. A consistência na pontuação média de 1,72 ecoa os resultados da questão anterior, reafirmando a notável ausência de tédio entre os participantes. Esse

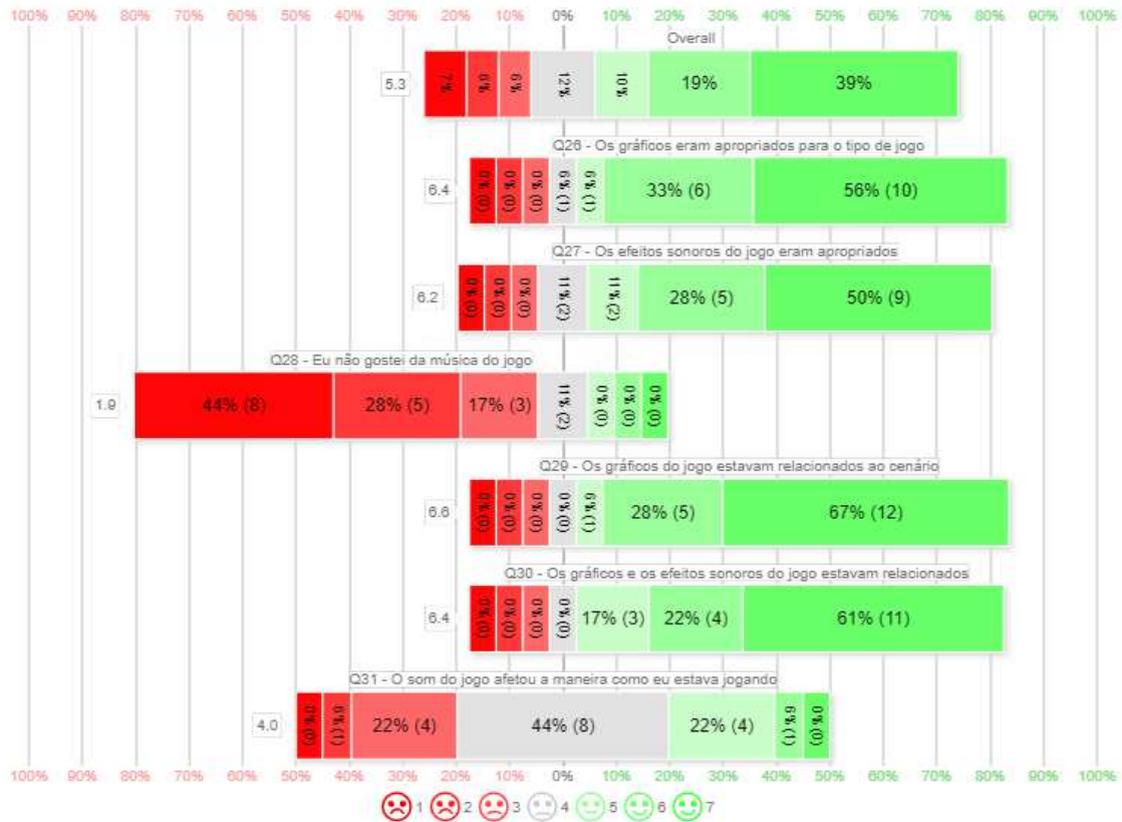
resultado destaca a capacidade do jogo de sustentar o interesse dos usuários, promovendo experiências de jogo imersivas.

Aprofundando-se nas percepções dos participantes a Q18 explora suas preferências de jogo típicas e se o jogo atual se alinha com suas inclinações. A pontuação média de 6,28, indicativa de uma propensão para gêneros de jogo alternativos. É notável que jogos educativos geralmente não recebem a mesma atenção e engajamento dos alunos, mesmo quando inseridos em ambientes educacionais. Isso ocorre devido à prevalência dos jogos de entretenimento puro, que frequentemente eclipsam os jogos com propósitos educativos. O sentimento subjacente ainda é surpreendentemente positivo, pois os participantes, mesmo não inclinados a este tipo específico de jogo, ainda encontraram mérito e diversão em sua experiência de jogo como observado nos demais resultados. Essa revelação é particularmente importante, pois destaca o potencial do jogo em atrair públicos além de seu demográfico convencional, ampliando assim seu alcance.

6.3.6. *Environment*

O gráfico 9 apresenta os dados respectivos da escala *Environment* (Ambiente em tradução livre). Seguidos da tabela 13 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala. Esta escala também apresenta resultados que não necessariamente devem pender para números maiores, porém com apenas uma questão negativa. Com isto a média para positivas foi 5,92 Com critério Satisfatório, e a negativa fica com 1,67.

Gráfico 9: Resultados da escala Ambiente.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 13: Valores da escala Ambiente (positivos)

Environment	Q26	Q27	Q29	Q30	Q31
Máximo	7	7	7	7	6
Mínimo	4	4	5	5	2
Média	6,39	6,17	6,61	6,44	4
Mediana	7	6,5	7	7	4
Desvio Padrão	0,85	1,04	0,61	0,78	0,97
Amplitude	3	3	2	2	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 14: Valores da escala Ambiente (negativo)

Environment	Q28
Máximo	4
Mínimo	1
Média	1,94
Mediana	2
Desvio Padrão	1,06
Amplitude	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na categoria Environment estão os diversos componentes que contribuem para a atmosfera geral e imersão da experiência de jogo. O feedback dos participantes sobre aspectos como gráficos e efeitos sonoros ofereceram uma compreensão abrangente de como esses elementos moldam sua percepção e aproveitamento do jogo.

A alta pontuação média de 6,39 para Q26, indica que os participantes consideraram os gráficos apropriados para o tipo de jogo. Isso sugere que os elementos visuais transmitiram efetivamente a estética e o estilo pretendidos, contribuindo para a atmosfera geral do mundo do jogo. Da mesma forma, o feedback positivo sobre os efeitos sonoros, refletido na pontuação de 6,17 para Q27, destaca o papel do protótipo em aprimorar a dimensão auditiva da experiência de jogo.

Os participantes observaram uma forte correlação entre os gráficos e o cenário do jogo, como evidenciado pela alta pontuação média de 6,61 para Q29. Isso indica que os elementos visuais não eram apenas esteticamente agradáveis, mas também relevantes e coerentes dentro do contexto da narrativa e ambiente do jogo. Além disso, a estreita relação entre gráficos e efeitos sonoros, conforme indicado pela pontuação de 6,44 para Q30, sugere que esses elementos funcionam em conjunto para criar uma experiência audiovisual coesa e imersiva para os jogadores.

No entanto, é importante considerar o feedback sobre o impacto do som na jogabilidade, conforme refletido na pontuação de 4,00 para Q31. Embora os participantes reconheçam a influência do som em sua experiência de jogo, este aspecto recebeu uma classificação ligeiramente menor em comparação com outros fatores desta escala. Isso destaca a necessidade de se aprimorar ainda mais a integração dos efeitos sonoros para

garantir que eles aprimorem a jogabilidade sem se tornarem distrativos ou intrusivos.

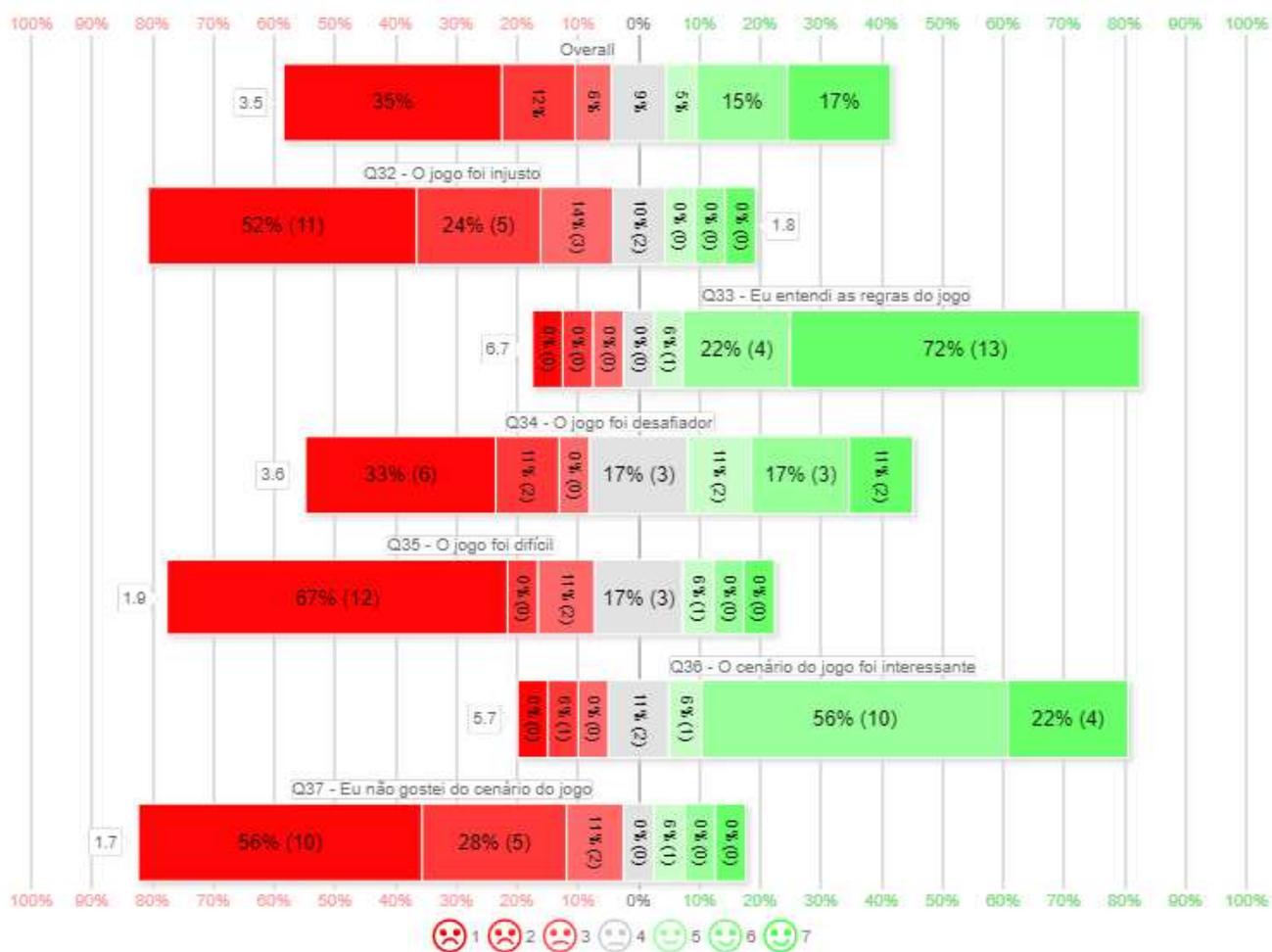
Conforme evidenciado pela pontuação de 1,67 para a pergunta Q28, o único critério negativo desta escala. Isso sugere que o aspecto auditivo do jogo atendeu aos padrões desejados, ficando dentro das expectativas dos usuários. No entanto, é importante ressaltar que os efeitos sonoros no protótipo foram percebidos como simplificados e pouco elaborados. Este aspecto decorre do fato de que o protótipo não atribuiu uma ênfase ao componente sonoro, limitando-se a uma música ambiente e alguns efeitos de interação com determinados objetos. Surpreendentemente, a reação dos usuários não foi negativa, alcançando no máximo uma avaliação mediana. Além disso, é relevante considerar o contexto do protótipo, que se caracteriza mais como um desafio breve do que um jogo extenso com múltiplos efeitos sonoros. Nesse sentido, o impacto do áudio é reduzido, dadas as circunstâncias específicas em que o protótipo se insere.

Em resumo, a categoria Environment do teste de usabilidade se classificou como positiva em um âmbito mais geral sobre sua importância de elementos coesos e imersivos na promoção do envolvimento e aproveitamento do jogador.

6.3.7. *Gameplay*

O gráfico 10 apresenta os dados respectivos da escala *Gameplay* (Jogabilidade em tradução livre). Seguidos da tabela 15 que apresenta os elementos estatísticos base dos resultados desta escala. Com média 5,31, Satisfatório para as perguntas positivas, e 1,76 para perguntas negativas.

Gráfico 10: Resultados da escala Jogabilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo ChartExpo (2024)

Tabela 15: Valores da escala Jogabilidade (positivos)

Game-Play	Q33	Q34	Q36
Máximo	7	7	7
Mínimo	5	1	2
Média	6,67	3,56	5,72
Mediana	7	4	6
Desvio Padrão	0,59	2,31	1,27
Amplitude	2	6	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 16: Valores da escala Jogabilidade (negativo)

Game-Play	Q32	Q35	Q37
Máximo	4	5	5
Mínimo	1	1	1
Média	1,61	1,94	1,72
Mediana	1	1	1
Desvio Padrão	0,98	1,43	1,07
Amplitude	3	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Agora, os resultados focados no aspecto da jogabilidade (Gameplay), iniciando pelos medidores positivos. Um dos aspectos fundamentais da usabilidade de um jogo é a clareza de suas regras indicadas pela Q33. Uma alta pontuação média de 6,67 sugere que a maioria dos participantes achou as regras do jogo compreensíveis. Isso indica que o jogo comunicou efetivamente suas mecânicas e objetivos aos jogadores, levando a uma experiência de jogo suave e agradável.

Um cenário de jogo cativante pode aumentar significativamente a experiência geral de jogo ao imergir os jogadores em uma narrativa ou ambiente envolvente. Com uma pontuação média de 5,72 para a Q36, parece que o cenário deste jogo conseguiu capturar o interesse da maioria dos participantes. Essa resposta positiva sugere que o ambiente do jogo ressoa bem com os jogadores, contribuindo para seu aproveitamento e investimento na jogabilidade.

A Q34 pode ter algumas implicações mais reflexivas sobre esta avaliação. Embora algum grau de desafio possa adicionar emoção e profundidade a um jogo, uma experiência excessivamente difícil ou fácil pode afastar os jogadores. Com uma pontuação média de 3,56, parece que o nível de desafio neste jogo ficou aquém das expectativas para muitos participantes. Isso indica geralmente uma necessidade potencial de ajustes na curva de dificuldade do jogo para melhor acomodar uma variedade mais ampla de níveis de habilidade e preferências dos jogadores. Porém é preciso se considerar que neste nível de protótipo havia apenas um único desafio que dependia de conhecimento prévio, este ponto pode ser melhor refletido na construção do jogo como

produto completo, optando por criar mais desafios diversos com o mesmo estímulo e design utilizados.

Agora nos aspectos negativos, começamos discutindo a percepção de injustiça (Q32) como um aspecto crucial da jogabilidade que influencia a satisfação e o engajamento dos jogadores. Uma pontuação média notavelmente baixa de 1,61 nesta categoria sugere que os participantes perceberam o jogo como justo. Isso pode demonstrar que o desafio proposto foi equilibrado e estava nivelado com o conhecimento dos participantes, e que foi evitado aspectos negativos como mecânicas desequilibradas, vantagens injustas para certos jogadores ou aplicação inconsistente de regras. Abordar essas preocupações é essencial para fomentar uma experiência de jogo mais positiva e manter a confiança dos jogadores, logo o desafio proposto de escolher objetos com base no conhecimento prévio se demonstra equilibrado como desafio funcional do *gameloop* principal deste jogo.

Similar ao nível de desafio, a dificuldade geral do jogo é um fator-chave na determinação do aproveitamento e engajamento dos jogadores. É buscado no aspecto da Q35 um valor mais ameno, isso porque um jogo muito difícil é diferente de um jogo desafiador. Com uma pontuação média de 1,94, apontam que muitos participantes acharam o jogo dentro de um espectro de dificuldade mais fácil. Isso pode em alguns casos levar à frustração e desânimo entre os jogadores, impactando sua disposição para continuar jogando, porém no geral se o jogo é efetivo em outros aspectos, a dificuldade fácil fornece mais engajamento. Porém pode ser necessário querer abranger um público que gostaria de ter mais desafios, para isto ajustes nas configurações de dificuldade do jogo ou no sistema de progressão podem ser necessários para alcançar um melhor equilíbrio entre desafio e acessibilidade.

Apesar da resposta geral positiva ao cenário do jogo, uma pontuação média notável de 1,72 sugere que os participantes se identificaram com o ambiente do jogo. Possivelmente pelo grande apelo artístico e gráfico do jogo, já que ele tem como ponto principal o ensino de escolas artísticas.

Em conclusão, enquanto o jogo demonstra pontos fortes em áreas como clareza das regras e interesse no cenário, existem oportunidades de melhoria em aspectos como nível de desafio e dificuldade. Abordar essas áreas de preocupação por meio de ajustes e refinamentos direcionados pode ajudar a melhorar a usabilidade e o aproveitamento geral do jogo, fomentando uma experiência mais positiva para os jogadores. No geral, a categoria Gameplay se sobressai como umas das mais bem

avaliadas do teste.

6.4. Comparando escalas

A análise das escalas e a comparação de seus resultados serão conduzidas por meio de uma métrica expressa em porcentagem. Para tal, os valores atribuídos serão interpretados da seguinte maneira: inicialmente, serão somados todos os valores positivos das respostas, que variam de 1 a 7 na escala. Em seguida, essa soma será subtraída da totalidade dos valores correspondentes às respostas negativas do questionário. Tal procedimento resultará em uma métrica que pode oscilar dentro de uma faixa numérica determinada pela soma das questões, levando em consideração tanto os aspectos positivos quanto negativos avaliados. Posteriormente, essa métrica será convertida em uma porcentagem do intervalo compreendido entre o valor máximo e mínimo possível de pontuação.

Após isso será feita uma classificação de acordo com estes critérios com base na Tabela 17, utilizando um instrumento avaliativo similar aos dos resultados parciais.

Tabela 17: Critérios de média de porcentagem.

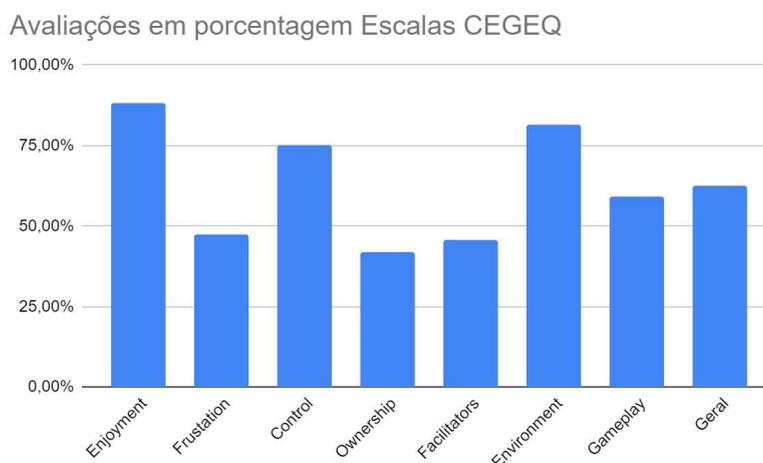
Média	Critério
Menor ou igual a 20%	Muito Insatisfatório
Entre 21% e 40%	Insatisfatório
Entre 41% e 60%	Neutro
Entre 61% e 80%	Satisfatório
Maior ou igual 81%	Muito Satisfatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Para ilustrar, consideramos a escala de Avaliação do Gameplay. Esta escala é composta por três perguntas com conotação positiva e três com conotação negativa, em que cada item é avaliado em uma escala de 1 a 7. Para alcançar o máximo teórico de avaliação positiva, a pontuação ideal seria 7 em todas as questões positivas, resultando em um total de 21 pontos. Por outro lado, a pontuação ideal para as questões negativas seria 1 em todas, totalizando 3 pontos. Ao subtrairmos os pontos das questões negativas

do total, obtemos 19, que representa a pontuação máxima alcançável na escala de Avaliação do Gameplay. Assim, se essa pontuação de 19 for alcançada, a avaliação da experiência de gameplay seria considerada totalmente satisfatória, correspondendo a um aproveitamento de 100%. Por outro lado, se um jogador atribui pontuações 6 para as questões positivas e 2 para as questões negativas, sua pontuação final seria de 12. Isso representaria aproximadamente 63,1% da pontuação máxima possível na escala de Avaliação do Gameplay, indicando uma avaliação de critério Neutro em relação aos aspectos positivos e negativos do jogo.

Gráfico 11: Porcentagem das escalas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 18: Resultados de critérios das escalas em porcentagens

Escala	Porcentagem	Critério
Enjoyment	88,09%	Muito Satisfatório
Frustration	47,22%	Neutro
Control	75,05%	Satisfatório
Ownership	42,08%	Neutro
Facilitators	45,67%	Neutro
Environment	81,37%	Muito Satisfatório
Gameplay	59,25%	Neutro
Total	62,68%	Satisfatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A representação visual denotada no gráfico 11 serve como uma demonstração dos valores agregados resultantes da avaliação efetuada, estabelecida sobre os critérios previamente delineados. Juntamente com os critérios da tabela 18 se oferece uma visão panorâmica das avaliações cumulativas abarcando esses critérios. Ao empregar um critério global, constata-se que, segundo esta avaliação, o indicador sugere que o jogo em questão alcançou seus objetivos de forma satisfatória, especialmente no que tange à usabilidade do sistema CEGEQ.

É imperativo ressaltar que, apesar do jogo não alcançar o patamar menor que 42% em nenhum dos critérios, ele se manteve em proximidade a um nível insatisfatório em alguns deles. Este ponto enfatiza a necessidade de um olhar crítico mais aprofundado nesses pontos, uma vez que o jogo não atingiu os padrões desejados em termos de percentagem, embora tenha se aproximado consideravelmente de um limiar de inadequação.

A discussão e análise de dados realizados proporcionaram um discernimento mais profundo acerca dos aspectos positivos e negativos do jogo em análise. Destacam-se como áreas de preocupação os critérios de *Frustration*, *Ownership* e *Facilitators*, que se revelaram como pontos críticos a serem abordados e melhorados.

Por outro lado, é possível observar que determinados critérios, como o *Enjoyment* e o *Environment*, foram avaliados de forma satisfatória, destacando-se como elementos bem executados dentro do contexto da experiência proporcionada pelo jogo.

O próximo passo é aplicar estes resultados adjunto dos níveis de concentração do usuário para identificarmos padrões úteis da análise do protótipo.

6.5. Concentração

A medição de concentração é feita através do aparelho de ondas cerebrais que contém eletrodos que se conectam ao redor da cabeça do usuário, dois eletrodos especificamente monitoram as atividades de concentração que estão na posição frontal da testa do usuário como demonstrado na figura X.

Estas ondas quando estão em um estado maior de amplitude podem ser definidas como concentração. Na interface do aplicativo da ICC há um valor que o aplicador pode definir como concentrado de 1 à 100. Para este estudo foi utilizado o valor 50.

Os resultados preliminares da concentração revelaram que, em média, os participantes mantiveram uma concentração de 73% ao longo de um período de 10 minutos durante o jogo, como indicado na tabela 19. A tabela demonstra o participantes com a legenda “P” mais um identificador arbitrário para ligar o número do mesmo participante ao longo deste estudo, garantido seu anonimato, adjunto do tempo total do seu teste, os classificadores de tempo concentrado e não concentrado, e finalizando com uma porcentagem com base nestes valores. Isso sugere que a maior parte dos participantes, permaneceu concentrada enquanto realizava as atividades do jogo.

O tempo total foi calculado a partir da duração total do jogo, com um breve intervalo de aproximadamente um minuto no início do teste. Este intervalo foi destinado a calibrar a Interface Cérebro-Computador (ICC) enquanto o usuário configurava o equipamento e verificava se o mesmo estava funcionando de acordo com os objetivos estabelecidos.

Tabela 19: Valores de concentração

	Data	Tempo Total	Tempo concentrado	total Tempo desconcentrado	Concentrado %
P1	2023-11-24	--	--	--	--
P2	2023-11-24	08:20	07:36	00:44	91,20%
P3	2023-11-24	07:42	07:26	00:16	96,53%
P4	2023-11-24	06:48	06:20	00:28	93,14%
P5	2023-11-24	10:28	08:08	02:20	77,71%
P6	2023-11-24	--	--	--	--
P7	2023-11-27	18:00	10:44	07:16	59,63%
P8	2023-11-27	06:32	06:18	00:14	96,43%
P9	2023-11-27	12:18	08:38	03:40	70,19%
P10	2023-11-27	18:38	15:34	03:04	83,54%
P11	2023-11-27	11:16	06:08	05:08	54,44%
P12	2023-11-27	09:20	06:32	02:48	70%
P13	2023-11-27	08:00	06:44	01:16	84,17%
P14	2023-12-01	10:48	07:22	03:26	68,21%
P15	2023-12-01	08:06	07:12	00:54	88,89%
P16	2023-12-01	11:58	11:34	00:24	96,66%

P17	2023-12-01	10:08	01:10	08:58	11,51%
P18	2023-12-01	04:28	01:12	03:16	26,87%
Média:					73,07%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na tabela, é relevante observar que os usuários P1 e P6 foram excluídos da análise devido ao processamento incorreto das ondas cerebrais por parte do equipamento ICC. Isso resultou em erros de leitura e inconsistências durante a execução do projeto. Apenas os testes nos quais não foram detectados erros inicialmente durante o teste foram considerados. É importante salientar que essa exclusão não invalida os demais testes realizados por esses participantes, exceto no que diz respeito ao tempo de concentração. Na análise dos resultados, serão considerados apenas os testes que foram completados com sucesso.

6.6. Relação entre concentração e dados

Tabela 20: Correlação de concentração e CEGEQ

Participantes	Pontuação	Concentração %
P2	4	91,2
P3	5	96,53
P4	12	93,14
P5	-2	77,71
P7	6	59,63
P8	6	96,43
P9	11	70,19
P10	11	83,54
P11	-3	54,44
P12	-1	70
P13	4	84,17
P14	10	68,21
P15	9	88,89
P16	12	96,66
P17	12	11,51

Participantes	Pontuação	Concentração %
P18	4	26,87

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Foi utilizado este método para avaliar a correlação entre as perguntas e as médias gerais dos participantes (apenas os válidos, ou seja que não foram retirados na análise de concentração) como descrito na tabela 20, resultando no coeficiente de correlação de Pearson (r) de 0,0605. Isto indica uma correlação muito fraca entre o nível de concentração dos usuários em um jogo e as avaliações de um questionário sobre o mesmo jogo.

Em termos práticos, isso sugere que não há uma relação linear significativa entre o nível de concentração dos usuários durante o jogo e as respostas dadas no questionário de avaliação. Em outras palavras, o nível de concentração dos usuários não parece influenciar de forma substancial as respostas que eles fornecem no questionário.

Essa baixa correlação pode ser interpretada de diversas maneiras. Por exemplo, pode indicar que outros fatores além do nível de concentração têm um impacto maior nas percepções dos usuários sobre o jogo, ou pode sugerir que o questionário não captura adequadamente as nuances da experiência de jogo que influenciam a concentração dos usuários.

É importante ter em mente que, embora a correlação seja baixa, isso não significa necessariamente que não exista nenhuma relação entre as variáveis. Pode haver outros tipos de relações não lineares ou influências indiretas que não são capturadas pelo coeficiente de correlação de *Pearson*.

7. DISCUSSÃO

Apresenta-se neste capítulo uma abordagem da análise dos dados e comparação com outros estudos que apontam a validação ou não destes resultados obtidos, se discorrendo pelos tópicos: Desafio proposto; Resultados do CEGEQ; e Concentração.

7.1. Desafio proposto

No jogo desenvolvido, observou-se que os jogadores conseguiram completar

os desafios propostos pelo jogo, em grande parte devido ao seu conhecimento prévio. Isso está alinhado com as descobertas de Yang et. al. (2021) com seu estudo intitulado “A relação entre conhecimento prévio, acesso a suportes de aprendizagem, resultados de aprendizagem e desempenho no jogo em jogos educacionais”. O estudo descobriu que os alunos, independentemente do grau de conhecimento prévio, tendiam a acessar suportes que abordavam diretamente a solução dos níveis do jogo (suportes relacionados ao jogo) em vez daqueles que apresentavam conteúdo (suportes relacionados ao conteúdo e híbridos). Isso sugere que o conhecimento prévio dos jogadores desempenhou um papel significativo em sua capacidade de passar nos testes propostos pelo jogo.

Brandse & Tomimatsu (2014) examinam como o desafio é projetado nos jogos. Com base no sistema paralítico proposto por Stenros, o estudo abordou o design do desafio de duas maneiras: primeiro, analisou como o desafio é projetado pelos criadores do jogo e, em seguida, observou como os jogadores abordam os jogos com seus próprios desafios. Isso sugere que o design do desafio é uma componente importante para a maioria dos jogos e que entender como o desafio é projetado é importante para pesquisas futuras sobre desafios nos jogos. Assim como este estudo abordou com o resultado do desafio proposto ter sido conquistado pela a maioria dos participantes, sugerindo uma tendência semelhante na experiência do jogador. Isso reforça a importância de considerar o contexto específico e os objetivos de cada jogo ao interpretar e aplicar os resultados da avaliação do desafio no design do jogo.

Além disso, o jogo foi projetado com uma abordagem de desafio justo como avaliado pelos próprios alunos, garantindo que todos os jogadores sentiram que estavam no controle de suas ações. Schell (2008) denota a importância desta abordagem (desafio justo) como crucial para manter o engajamento e a motivação do jogador, pois fornece um nível de dificuldade equilibrado que não é nem muito fácil nem muito difícil. O design do jogo aproveitou efetivamente o conhecimento prévio dos jogadores, ao mesmo tempo que proporciona um desafio justo e envolvente, demonstrando o potencial do design de jogos para melhorar os resultados de aprendizagem em um ambiente de jogo.

7.2. Resultados do CEGEQ

Como mencionado, o uso do CEGEQ em estudos de jogos visa fornecer informações sobre as experiências dos jogadores, apesar de o uso destas informações serem de caráter flexível perante o desenvolvedor, já que o questionário em si não

oferece uma métrica própria.

Sheng et al. (2015) utilizou uma abordagem semelhante com o CEGEQ para avaliar a eficácia dos jogos sérios na educação científica revelando um aumento do interesse no uso de jogos sérios na educação científica durante 2002-2013, com alguns jogos de aventura/*role-playing* (jogos em que o jogador toma a persona do objeto jogável como si mesmo) sendo o tipo mais popular entre os jogos sérios usados nos estudos empíricos revisados. Isso está alinhado com as descobertas da avaliação CEGEQ deste estudo, que aplica uma abordagem *role-playing* resultando em uma boa avaliação de satisfação dos participantes.

No entanto, é importante notar que, embora o CEGEQ forneça informações relevantes, o contexto e as especificidades de cada jogo podem influenciar os resultados almejados pelo desenvolvedor. E por isto, embora a avaliação CEGEQ deste estudo indique um critério satisfatório, ela deve ser interpretada no contexto do design específico e dos objetivos do seu jogo.

Com base nisto se evidencia que os resultados do CEGEQ para este estudo indicam uma experiência de jogo geralmente satisfatória. A pontuação mais alta foi observada na categoria Satisfação, com uma classificação de 88,09%, que é considerada muito satisfatória. Cavillo (2008) define que esta escala quando bem avaliada sugere que os jogadores acharam o jogo altamente agradável, o que é um aspecto crucial para a retenção e engajamento do jogador.

As categorias Controle e Ambiente também receberam pontuações altas, com classificações de 75,05% e 81,37%, respectivamente. Essas pontuações são satisfatórias e muito satisfatórias, indicando que os jogadores sentiram o que Cavillo (2008) definiria como um bom senso de controle sobre suas ações no jogo e acharam o ambiente do jogo imersivo e envolvente. No entanto, a categoria Frustração recebeu uma classificação neutra de 47,22%, sugerindo que o jogo pode ter elementos que podem potencialmente frustrar os jogadores.

As categorias Propriedade, Facilitadores e Jogabilidade receberam classificações neutras de 42,08%, 45,67% e 59,25%, respectivamente. Essas pontuações sugerem que pode haver espaço para melhoria nessas áreas para melhorar a experiência geral do jogador. A pontuação total do CEGEQ segundo os critérios deste estudo foi de 62,68%, que é considerada satisfatória. Isso indica que, no geral, os jogadores tiveram uma experiência satisfatória. No entanto, as classificações neutras em algumas categorias sugerem áreas potenciais de melhoria para melhorar a experiência geral do jogo.

7.3. Concentração

Sobre a concentração, o principal resultado deste estudo revelou nenhuma significância relativa entre níveis positivos de avaliação e a concentração dos jogadores. Esta descoberta é significativa porque pode desafiar uma ideia convencional de que a concentração está diretamente correlacionada com uma melhor experiência do usuário nos jogos. Sugere que fatores além da concentração podem desempenhar um papel mais crucial na formação da experiência do usuário. Por exemplo, elementos como design de jogo, narrativa, estética, nível de dificuldade e autonomia do jogador podem ter um impacto mais substancial na experiência do usuário como avaliados pelo CEGEQ, principalmente quando significa o quesito de satisfação com o jogo.

Além disso, isto poderia influenciar como os jogos são projetados e desenvolvidos. Se a concentração não leva necessariamente a uma melhor experiência do usuário, os desenvolvedores de jogos podem mudar seu foco para outros aspectos do jogo que contribuem mais para a experiência do usuário. Isso pode levar à criação de jogos mais envolventes e agradáveis que atendem a uma gama mais ampla de jogadores com diferentes estilos cognitivos e preferências.

Isto também pode ter implicações para o uso de jogos em contextos educacionais ou terapêuticos. Se a concentração não é um determinante chave da experiência do usuário, educadores e terapeutas podem precisar reconsiderar como incorporam jogos em sua prática e como medem a eficácia das intervenções baseadas em jogos. Isso pode levar a estratégias educacionais e terapêuticas mais eficazes e inclusivas.

Mondéjar et. al. (2014) analisou as ondas de EEG durante o uso de um videogame desenvolvido. O jogo implementou mecânicas específicas (estímulos) que promoveram o treinamento de habilidades cognitivas como memória de curto prazo, atenção e concentração. O estudo envolveu crianças saudáveis entre 7 e 12 anos que jogaram o jogo por uma média de 19,2 minutos. A questão de pesquisa para o trabalho referiu-se a como mecânicas específicas envolvidas em videogames de plataforma ativam ondas de EEG de acordo com os processos cognitivos mencionados acima. Este estudo reforça algumas das ideias mencionadas, no qual a concentração não está diretamente ligada à satisfação dos usuários.

8. CONCLUSÃO

Este estudo apresentou o desenvolvimento e a avaliação de um protótipo de jogo educativo que integra as tecnologias de VR e EEG. Ao qual o jogo foi produzido, teve seus testes planejados, e foi avaliado, com o objetivo de ensinar a História do Design, com foco específico nos movimentos Art Déco e Art Nouveau. Através de uma série de testes envolvendo 18 participantes, o jogo demonstrou ser uma ferramenta eficaz no quesito de usabilidade.

A avaliação do jogo foi realizada utilizando o CEGEQ. Os resultados mostraram uma avaliação satisfatória em termos de satisfação e controle, indicando que os jogadores se sentiram engajados e no controle de suas ações no jogo. No entanto, as escalas de propriedade, facilitadores e frustração apresentaram resultados neutros, sugerindo áreas potenciais de melhoria.

Um dos achados mais interessantes do estudo foi que a concentração dos jogadores não estava relacionada à avaliação de usabilidade. Isso desafia a suposição comum de que a concentração é um fator crucial para uma boa experiência do usuário em jogos. Este resultado abre novas possibilidades para pesquisas futuras, que podem explorar outros fatores que influenciam a experiência do usuário em jogos educativos.

Além disso, a integração das tecnologias VR e EEG no jogo proporcionou uma experiência imersiva e interativa para os jogadores. A tecnologia VR permitiu aos jogadores explorar os movimentos Art Déco e Art Nouveau de uma maneira visualmente rica e envolvente, enquanto a tecnologia EEG permitiu uma avaliação objetiva da concentração dos jogadores durante o jogo.

No entanto, apesar dos resultados geralmente positivos, o estudo também revelou algumas limitações. Por exemplo, a amostra de 18 participantes pode não ser representativa da população geral de jogadores. Além disso, a avaliação baseada no CEGEQ, embora abrangente, pode não capturar todos os aspectos da experiência do jogador.

Para trabalhos futuros, é sugerido a realização de estudos com uma amostra maior de participantes para validar ainda mais os resultados deste estudo. Além disso, seria interessante explorar como diferentes elementos de design de jogo podem influenciar a experiência do usuário, além da concentração. Por fim, a integração de outras tecnologias emergentes, como a Realidade Aumentada (AR), também pode ser uma área promissora para futuras pesquisas em jogos educativos. Além disso, seria útil

investigar mais a fundo por que a concentração não está relacionada à avaliação de usabilidade e quais outros fatores podem estar em jogo. Isso poderia levar a uma compreensão mais profunda da experiência do jogador e a melhorias no design de jogos educativos. No geral, este estudo contribui para uma compreensão mais matizada da relação entre concentração e experiência do usuário em jogos, que pode ter implicações de longo alcance tanto para o design de jogos quanto para o uso de jogos em vários contextos.

Para futuras pesquisas, recomenda-se a realização de estudos longitudinais para investigar os efeitos a longo prazo do jogo na percepção visual e no conhecimento sobre os movimentos artísticos. Além disso, é importante explorar a aplicação do jogo em diferentes contextos educacionais e populacionais, a fim de determinar sua eficácia e versatilidade.

As descobertas sugerem que o jogo pode prosseguir para uma etapa de completude, propondo ir mais a fundo em sua proposta de ser uma ferramenta para educadores e desenvolvedores de jogos interessados em promover a aprendizagem por meio de experiências interativas e imersivas.

REFERÊNCIAS

- ABIRI, Reza & Zhao, Xiaopeng & Jiang, Yang. **A Real Time EEG-Based Neurofeedback platform for Attention Training**. 2016.
- ALEXANDRU, Iulia-Andreea. **The impact of sound immersion on a user's ability to complete a task in a virtual learning environment**. 2023.
- AMORIM, P. **Immersive virtual reality for upper limb rehabilitation: comparing hand and controller interaction**. *Virtual Reality*, p. 1–15, 12 2022.
- ANASTASIADIS, T.; LAMPROPOULOS, G.; SIAKAS, K. **Digital game-based learning and serious games in education**. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (ijasre)*, v. 4, n. 12, p. 139–144, 2018.
- ANDERSEN, R.A., Musallam, S., & Pesaran, B. **Selecting the signals for a brain-machine interface**. *Current Opinion in Neurobiology*, 14(6), 720-726. 2004.
- BASTOS, A. S.; GOMES, R. F.; SANTOS, C. C. D.; MAIA, J. G. R. **Assessing the experience of immersion in electronic games**. In: IEEE. 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). [S.l.], 2017. p. 146–154.
- BASTOS, A. S.; GOMES, R. F.; SANTOS, C. C. dos; MAIA, J. G. R. **Synesthesia: A study on immersive features of electronic games**. *SBC Journal on Interactive Systems*, v. 9, n. 2, p.38–51, 2018.
- BILLINGHURST, M., & DUENSER, A. **Augmented Reality in the Classroom**. *Computer*, 45(7), 56–63. 2012.
- BRENDA, Laurel. **Computers as theatre**. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., USA. 1991.
- BRANDSE, M., & TOMIMATSU, K. **Challenge Design and Categorization in Video Game Design**. In DUXU 2014: Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Diverse Interaction Platforms and Environments (pp. 669-677). Springer 2014.
- CALVILLO-GÁMEZ, E. H.; CAIRNS, P.; COX, A. L. **Assessing the core elements of the gaming experience**. In: Game user experience evaluation. [S.l.]: Springer, 2015. p. 37–62.
- CONGEDO, M., LULEY, L., & JUTTEN, C. **A new generation of brain-computer interface based on Riemannian geometry**. ArXiv preprint arXiv:0810.5053. 2008.
- CRONBACH, Lee J. **"Coefficient alpha and the internal structure of tests."** *Psychometrika* 16.3: 297-334. 1951.
- DALGARNO, B., & LEE, M. J. W. **What are the learning affordances of 3-D virtual environments?** *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32.

2010.

DJAOUTI, D.; ALVARES, J.; JESSEL, J.-P. **Classifying serious games: the g/p/s model.** Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches, 2011.

EKIN, C. C., POLAT, E., & HOPCAN, S. **Drawing the big picture of games in education: A topic modeling-based review of past 55 years.** Computers & Education, 194, 104700. doi:10.1016/j.compedu.2022.104700. 2023

FINGELKURTS, A.A., & FINGELKURTS, A.A. **Quantitative Electroencephalogram (qEEG) as a Natural and Non-Invasive Window into Living Brain and Mind in the Functional Continuum of Healthy and Pathological Conditions.** Appl. Sci., 12, 95602. This review presents the utility of non-invasive qEEG in understanding brain and mind in both healthy and pathological conditions. 2022

FU, H.-L.; FANG, P.-H.; CHI, C.-Y.; KUO, C.-t.; LIU, M.-H.; HSU, H. M.; HSIEH, C.-H.; LIANG, S.-F.; HSIEH, S.; YANG, C.-T. **Application of brain-computer interface and virtual reality in advancing cultural experience.** In: 2020 IEEE International Conference on Visual Communications and Image Processing (VCIP). [S.l.: s.n.], 2020. p. 351–354.

GAMEZ, E. C. **On the core elements of the experience of playing video games.** Tese (Doutorado) — UCL (University College London), 2009.

GIL, A. C. et al. **Como elaborar projetos de pesquisa.** [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.

GRAND VIEW RESEARCH. **Virtual Reality Market Size | Industry Growth Analysis Report, 2022.** Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market>>.

HENDERSON, D. **Games: Making learning fun.** Annual Review of Nursing Education, v. 3, p. 165–183, 01 2005.

HIRSCH, A. R. **Nostalgia: a neuropsychiatric understanding.** Advances in Consumer Research, Association for Consumer Research, v. 19, n. 1, p. 390–395, 1992.

HUANG, W. D. **Online Learning Engagement System (OLES) Design Framework for Postsecondary Online Learning Environments: A Synthesis on Affordances from Game-Based Learning, Social Media-Enabled Learning, and Open Learning.** In V. Wang (Ed.), Handbook of Research on Teaching and Learning in K-20 Education (pp. 182-200). IGI Global. 2020

HUIZINGA, J. **Homo ludens: proeve eener bepaling van het spel-element der cultuur.** [S.l.]: Amsterdam University Press, 2008.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. Mda: **A formal approach to game**

design and game research. In: SAN JOSE, CA. Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI. [S.l.], 2004. v. 4, n. 1, p. 1722.

LEBEDEV, M.A., & NICOLELIS, M.A.L. **Brain–machine interfaces: past, present and future.** Trends in Neurosciences, 29(9), 536-546. 2006.

MAIA, J. G. R. CRABGE: **Uma arquitetura para motores gráficos flexíveis, expansíveis e portáteis para aplicações de realidade virtual,**”. [S.l.]: Departamento de Computação, Universidade Federal do Ceará, 2005.

MAIA, J. G. R.; VIDAL, C. A. Crabge: **Um motor gráfico customizável, expansível e portátil para aplicações de realidade virtual.** In: Proceedings of the VI Symposium on Virtual Reality. [S.l.]: SBC/Faculdades COC, 2003. p. 3–14.

MONDÉJAR, T., HERVÁS, R., JOHNSON, E., GUTIÉRREZ-LÓPEZ-FRANCA, C., & LATORRE, J. M. **Analyzing EEG waves to support the design of serious games for cognitive training.** Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 10, 2161–21741. 2019

MONTGOMERY, DOUGLAS C., and ELIZABETH A. Peck. **"Introduction to linear regression analysis."** John Wiley & Sons 2018.

PAN, X.; ZHANG, Z.; QU, J.; ZHAO, C.; LI, Y. **Enjoy driving from thought in a virtual city.** In: 2017 36th Chinese Control Conference (CCC). [S.l.: s.n.], 2017. p. 11034–11040

PEARSON, K. **Note on regression and inheritance in the case of two parents.** Proceedings of the Royal Society of London, 58, 240-242. 1895.

PREISZ, E. **Game Developer.** 2012. Disponível em:
<<https://www.gamedeveloper.com/business/waterfall-game-development-done-right>>. Acesso em 01/12/2022.

RIZZO, A., & KIM, G. J. **A SWOT analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy.** Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 14(2), 119-146. 2005.

SANCHEZ-VIVES, M., SLATER, M. **From presence to consciousness through virtual reality.** *Nat Rev Neurosci* 6, 332–339. 2005.
<<https://doi.org/10.1038/nrn1651>>

SCHELL, J. **The Art of Game Design: A book of lenses.** [S.l.]: CRC press, 2008.

CHENG, M., CHEN, J., CHU, S., & CHEN, S. 2015. **The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013.** Journal of Computers in Education, 2, 353–375. 2015

SHERMAN, W. R., & CRAIG, A. B. **Understanding virtual reality: Interface, application, and design.** Morgan Kaufmann. 2002.

SLATER, M., & SANCHEZ-VIVES, M. V. **Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality.** *Frontiers in Robotics and AI*, 3. 2016.

SPECTOR, J. Michael. **An overview of progress and problems in educational technology.** *Interactive educational multimedia: IEM*, p. 27-37, 2001.

VAN GERVEN, M., & JENSEN, O. **Attention modulations of posterior alpha as a control signal for two-dimensional brain–computer interfaces.** *Journal of Neuroscience Methods*, 179(1), 78-84. 2009.

WORLD MEDICAL ASSOCIATION. **WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.** Adopted by the 18th WMA General Assembly, Helsinki, Finland, June 1964 and amended by the 64th WMA General Assembly, Fortaleza, Brazil, October 2013.

WU, H.-K., LEE, S. W.-Y., & CHANG, H.-Y. **Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education.** *Computers & Education*, 62, 41–49. 2013.

YANG, X., RAHIMI, S., SHUTE, V., KUBA, R., SMITH, G., & ALONSO-FERNÁNDEZ, C. **The relationship among prior knowledge, accessing learning supports, learning outcomes, and game performance in educational games.** *Educational Technology Research and Development*, 69, 1055-1075. 2021.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

QUESTIONARIO VIA GOOGLE FORMS

DADOS DA INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

TEMA DA PESQUISA: Desenvolvimento e avaliação de um jogo para auxiliar o ensino de história do design utilizando realidade virtual e interface cérebro-computador

OBJETIVO DA PESQUISA: Avaliar um jogo educativo desenvolvido para auxiliar o ensino de conceitos da disciplina de História do Design, por meio do estímulo à imersão e à concentração utilizando, de forma integrada, às tecnologias de realidade virtual e interface cérebro-computador.

IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR: Lucas Severo Melo

IDENTIFICAÇÃO DO ORIENTADOR: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho

PERÍODO DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO: 2023.2

1) Dados :

Nome: _____.

Sexo:

Masculino

Feminino

Outro

Prefiro não declarar

Idade: _____.

2) Marque quais objetos você acredita que não pertenciam a sala respectiva:

Espelho

Vaso

Telefone

Abajur

Copo

- Escultura
- Perfume
- Busto

CEGEQ

Por favor assinale as seguintes declarações que melhor reflete a sua experiência neste jogo:

- 3)** Eu gostei de jogar o jogo:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 4)** Fiquei frustrado no final do jogo:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 5)** Fiquei frustrado enquanto jogava o jogo:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 6)** Eu gostei do jogo:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 7)** Eu jogaria este jogo novamente:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 8)** Eu estava no controle do jogo:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 9)** Os controles responderam como eu esperava:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 10)** Eu me lembro das ações que os controles executaram:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

- 11)** Eu conseguia ver na tela tudo o que precisava durante o jogo:
Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

12)O ponto de vista do jogo que eu tinha estragou minha jogabilidade:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

13)Eu sabia o que deveria fazer para ganhar o jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

14)Houve momentos em que eu não estava fazendo nada no jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

15)Eu gostei da aparência do jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

16)Os gráficos do jogo eram simples:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

17)Eu não gosto desse tipo de jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

18)Eu gosto de passar muito tempo jogando este jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

19)Eu fiquei entediado jogando desta vez:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

20)Eu geralmente não escolho esse tipo de jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

21)Eu não tinha uma estratégia para ganhar o jogo:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

22)O jogo me mantinha constantemente motivado a continuar jogando:

Discordo ()1 ()2 ()3 ()4 ()5 ()6 ()7 Concordo

23) Eu senti que o que estava acontecendo no jogo era por minha própria conta:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

24) Eu me desafiei mesmo que o jogo não exigisse:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

25) Eu joguei com minhas próprias regras:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

26) Eu me senti culpado pelas ações no jogo:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

27) Eu sabia como manipular o jogo para avançar:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

28) Os gráficos eram apropriados para o tipo de jogo:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

29) Os efeitos sonoros do jogo eram apropriados:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

30) Eu não gostei da música do jogo:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

31) Os gráficos do jogo estavam relacionados ao cenário:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

32) Os gráficos e os efeitos sonoros do jogo estavam relacionados:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

33) O som do jogo afetou a maneira como eu jogava:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

34) O jogo foi injusto:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

35)Eu entendi as regras do jogo:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

36)O jogo foi desafiador:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

37)O jogo foi difícil:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

38)O cenário do jogo era interessante:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

39)Eu não gostei do cenário do jogo:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

40)Eu sabia todas as ações que podiam ser executadas no jogo:

Discordo 1 2 3 4 5 6 7 Concordo

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado pelo Mestrando Lucas Severo Melo, a participar da pesquisa intitulada “**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO PARA ENSINO DE FUNDAMENTOS DA HISTÓRIA DO DESIGN UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL E INTERFACE CÉREBRO-COMPUTADOR**”. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. A pesquisa pretende fazer uma avaliação de usabilidade de um jogo que utiliza tecnologias VR (realidade virtual) e EEG (eletroencefalograma). Sua participação é voluntária e se dará por meio de uma simples usagem dos dispositivos ao qual o jogo é executado (óculos de realidade virtual e aparelho EEG) seguido de preenchimento de questionário. A pesquisa não apresenta nenhum risco para a saúde do participante. Se o/a Sr (a) aceitar participar, as respostas obtidas por esta pesquisa poderão contribuir para melhorar o protótipo de jogo para eventualmente o mesmo ser aplicado com melhor usabilidade. Se depois de consentir a sua participação o/a Sr. (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O/a Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração referente a esta pesquisa. Entretanto, caso o/a Sr. (a) tenha alguma despesa decorrente desta pesquisa será totalmente ressarcido/a pelo/a pesquisador/a responsável. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a sua identidade não será divulgada, uma vez que será guardada em sigilo.

Endereço d(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

Nome: Lucas Severo Melo

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Av. Humberto Monte, s/n - Campus do Pici

Telefones para contato: 984213110

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua

Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, ____ anos, RG: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, ____/____/____.

Nome do participante da pesquisa

Data: ____/____/____.

Assinatura

Nome do pesquisador

Data: ____/____/____.

Assinatura

Nome da testemunha
(se o voluntário não souber ler)

Data: ____/____/____.

Assinatura

Nome do profissional que aplicou
o TCLE

Data: ____/____/____.

Assinatura