

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE DESENHO E TECNOLOGIA
CURSO DE DESIGN

JOÃO VICTOR MARINHO FIGUEIREDO

**O CALDEIRÃO MÁGICO: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCATIVO EM
REALIDADE VIRTUAL**

São Luís - MA

Maio de 2018

JOÃO VICTOR MARINHO FIGUEIREDO

**O CALDEIRÃO MÁGICO: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCATIVO EM
REALIDADE VIRTUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao
Curso de Design da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção do Grau de
Bacharel em Design.

Orientador: Prof^o. Me. Alexandro Pereira Soares

São Luís - MA

Maio de 2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Marinho Figueiredo, João Victor.

O Caldeirão Mágico: Desenvolvimento de um jogo educativo em realidade virtual / João Victor Marinho Figueiredo. - 2018.

55 f.

Orientador(a): Alexandro Pereira Soares.

Monografia (Graduação) - Curso de Design, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Design de jogos. 2. Jogos educativos. 3. Realidade virtual. I. Pereira Soares, Alexandro. II. Título.

JOÃO VICTOR MARINHO FIGUEIREDO

**O CALDEIRÃO MÁGICO: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCATIVO EM
REALIDADE VIRTUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao
Curso de Design da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção do Grau de
Bacharel em Design.

Orientador: Prof^o. Me. Alexandro Pereira Soares

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Professor Me. Alexandro Pereira Soares

Professora Dra. Inez Maria Leite da Silva

Professor Me. André Leonardo Demaison Medeiros Maia

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo apoio e suporte que me deram até este dia, em especial à minha mãe pela educação, amor, perseverança e resiliência e ao meu pai por todos os ensinamentos, pelo companheirismo, pela compreensão e carinho. Faço um agradecimento especial aos meus avós, por estarem sempre por perto dando incentivo, conhecimento e carinho. Dedico esta vitória a todos meus irmãos, que são muito inteligentes e estão trilhando o mesmo caminho da educação, que este seja apenas o primeiro de muitos outros diplomas.

Agradeço à minha incrível namorada Steffane por ser esta pessoa radiante, pela motivação e apoio, por estar ao meu lado nos momentos mais tensos dessa jornada. Por ser uma das principais fontes de alegria e amor nos últimos anos.

Em especial aos professores da minha banca examinadora, Prof. André Demaison, Prof^a Inez Silva e Prof. Aleksandro Soares, pela paciência e compreensão.

Agradeço a todos os integrantes do NCA pelo ótimo convívio e disposição de trocar experiências e ideias. Agradeço aos meus amigos Petterson Diniz pelo auxílio na implementação do protótipo e aos professores Anselmo Paiva e Geraldo Braz pelas orientações e por ceder o laboratório para que eu pudesse desenvolver este trabalho.

Por fim, agradeço aos recentes e excelentes amigos da UNA-SUS UFMA, obrigado Priscila, Paola, Thálya, Stephanie, Steffi, Luís, Isabelle, Karol, Mizraim, Cadidja e Deysianne, a equipe mais aguerrida que já conheci.

RESUMO

As tecnologias relacionadas à realidade virtual vêm se desenvolvendo e popularizando bastante nos últimos anos e com elas a sua utilização em diversas áreas, dentre as quais, a educação. Existe um grande potencial na utilização da realidade virtual como ferramenta de apresentação de recursos didáticos, pois esta possibilita a imersão em ambientes simulados, onde o usuário pode visualizar e interagir com objetos virtuais, tais recursos geram possibilidades infinitas na apresentação de conceitos. É possível simular, por exemplo, uma viagem entre galáxias, ou um mergulho nas profundezas oceânicas, sem sair de sala de aula. Para este trabalho, buscou-se desenvolver uma proposta de jogo educativo para crianças em fase de alfabetização, no intuito de criar um recurso didático que contribua com o ensino de forma mais lúdica.

Palavras-chave: Design de jogos, Jogos educativos, Realidade virtual.

ABSTRACT

The technologies related to virtual reality have been developing and popularizing a lot in recent years and with them their use in several areas, among them, education. There is a great potential in the use of virtual reality as a tool for presenting didactic resources, since this allows the immersion in simulated environments, where the user can visualize and interact with virtual objects, such resources generate infinite possibilities in the presentation of concepts. It is possible to simulate, for example, a journey between galaxies, or a dip in the ocean depths, without leaving the classroom. For this work, we tried to develop a proposal of educational game for children in the literacy phase, in order to create a didactic resource that contributes to teaching in a more playful way.

Keywords: Game design, Educational games, Virtual reality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo geral	9
2.2	Objetivos específicos	9
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS	10
3.1	Design de jogos virtuais	10
3.2	Design de interfaces	11
3.3	Realidade virtual	12
3.3.1	Os Quatro Elementos-Chave da Realidade Virtual	13
3.3.2	Dispositivos de realidade virtual	13
3.3.3	Aplicações em realidade virtual	14
3.4	Jogos educativos	15
3.4.1	Jogos educativos e alfabetização	16
3.4.2	Jogos educativos digitais	17
3.4.3	Jogos educativos em RV	18
4	MÉTODOS E TÉCNICAS	22
4.1	Storyboarding	23
4.2	Prototipagem	24
4.3	Avaliação heurística	27
5	O CALDEIRÃO MÁGICO	31
5.1	Inspiração do conceito	31
5.2	Sistema de RV utilizado	32
5.3	A proposta de jogo	33
6	Storyboard	39
6.1	Avaliação do storyboard	41

7	O protótipo	43
7.1	Testes com o protótipo.....	46
8	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Sistema de RV.....	14
Figura 2 – Criança fazendo uso do NICE	19
Figura 3 – Virtual Plaground	20
Figura 4 – Fluxograma de produção de um jogo	23
Figura 5 – Jogo da memória letras	32
Figura 6 – Sistema HTC Vive.....	33
Figura 7 – Arte conceitual do ambiente virtual	34
Figura 8 – Arte conceitual do menu de início.....	35
Figura 9 - Sílabas espalhadas	35
Figura 10 – Deslocamento no jogo	36
Figura 11 – Colocando sílabas no caldeirão	36
Figura 12 – Quadro de palavras	37
Figura 13 – Palavra construída	37
Figura 14 – Interação errada	38
Figura 15 – Estrutura da tarefa.....	39
Figura 16 - Storyboard	40
Figura 17 – Modelagem tridimensional.....	43
Figura 18 – Comparação entre cenário high poly e low poly	44
Figura 19, 20, 21, 22, 23 e 24 – Imagens ingame do protótipo.....	45
Figura 25 – Imagens ingame do protótipo.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de protótipo, suas principais características, vantagens e desvantagens....	25
Quadro 2 – Heurísticas de ensino-aprendizagem e de usabilidade de softwares.....	29

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, o desenvolvimento tecnológico tem proporcionado à humanidade eminentes avanços em diversas áreas de conhecimento. No contexto educacional o surgimento de novas tecnologias que auxiliem os processos didáticos é positivo, favorecendo tanto o aprendizado quanto o ensino.

Podemos apontar a realidade virtual (RV) como uma das ferramentas com maiores potencialidades dentro desta área, principalmente por sua capacidade de promover imersão em ambiente virtuais, transportando o usuário a qualquer cenário imaginável.

Nos últimos anos a RV tem ganhado força com repercussão constante em diversas mídias, fazendo-se quase onipresente em feiras de tecnologia, exposições de diversas áreas, congressos, entre outros. Boa parte desta visibilidade se deve a recentes avanços em aparatos tecnológicos deste tipo de sistema, que permitem a criação de aplicações cada vez mais sofisticadas. É notável, também, os grandes investimentos financeiros destinados a produtos relacionados à RV, tanto para produção de *hardwares*, quanto para aplicações, provenientes principalmente de empresas de tecnologia e entretenimento. A pesquisa intitulada VR Data Network, que é parte do estudo Virtual Consumer, realizado entre os anos de 2012 e 2017 pela Superdata, aponta que o número de empresas que trabalham com RV aumentou em 40% no ano de 2016. Empresas como Facebook, Samsung, Google, Microsoft, Sony, HTC, entraram nestes nichos de mercado recentemente e possuem produtos como óculos de RV, sensores de movimento, controles, entre outros periféricos que permitem a imersão e interação com este tipo de sistema. A pesquisa aponta ainda que o investimento no ramo tem crescido desde 2012 chegando a superar 2 bilhões de dólares em 2017, com produtos destinados principalmente ao setor de entretenimento e empresarial (SUPERDATA, 2017).

Com a crescente demanda por parte do mercado e de consumidores destes produtos, torna-se fundamental a preocupação com a qualidade das aplicações desenvolvidas para RV, prezando pela eficiência e eficácia dos sistemas, e principalmente com a satisfação do usuário. Desta forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação em RV, que consiste em um jogo educativo para crianças em processo de alfabetização, intitulada O Caldeirão Mágico, com base em métodos, técnicas e ferramentas comuns ao design de jogos virtuais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma proposta de um jogo educativo em realidade virtual, destinado às crianças do ensino fundamental, fazendo uso de métodos e abordagens oriundos do design.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico sobre os temas que tangem o desenvolvimento de jogos educativos em RV.
- Levantar os principais requisitos de projeto e necessidades do usuário em questão.
- Identificar os métodos ou abordagens de design que possam contribuir no processo de criação de interfaces para jogos educativos em RV.
- Elaborar um protótipo do jogo.
- Realizar um pré-teste junto a especialistas nos temas abordados, para avaliar o protótipo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo tem como objetivo aprofundar as questões relacionadas à elaboração de jogo educativo em RV, bem como promover a compreensão de certos requisitos específicos deste tipo de aplicação, para que seja possível a criação de um produto que proporcione boas experiências e atenda as demandas dos usuários.

3.1 Design de jogos virtuais

Os primeiros jogos virtuais surgiram na década de 1940, desde então a mídia vem se expandido de forma que, na atualidade, já se configura como um dos maiores mercados voltados ao entretenimento, com faturamento de 36 bilhões no mercado norte americano, somente no ano de 2017 (SUPERDATA, 2017). Os avanços tecnológicos levaram os jogos digitais, que originalmente possuíam seus próprios consoles, para outras plataformas como: celulares, televisores digitais, computadores, tornando a mídia portátil e muito mais acessível.

O design de games é uma área do conhecimento que envolve a compreensão e o desenvolvimento de jogos, com objetivo de proporcionar ao usuário experiências agradáveis de forma lúdica.

Para Killi et al. (2012), os elementos básicos de um jogo são: mecânica, história, estética e tecnologia, afirma ainda que uma das tarefas principais de um designer de jogos é balancear estes quatro elementos de forma que se crie uma experiência atraente ao usuário.

Em relação a aplicação do design como uma das competências na criação de jogos Perry et al. (2007, p. 2) dizem que “as atividades que se agrupam sob design são as relacionadas ao projeto, à concepção e à avaliação. Sendo estas atividades tão complexas, o design precisa de um método para atingir as (altas) expectativas que nele são depositadas”.

Outro ponto central dentro da prática do game designer é a observação do perfil dos jogadores, como afirma Sato (2010, p. 76):

O foco no jogador não deve ser desprezado pelo game designer desde o início do processo criativo. É a partir de um perfil de jogador que as características básicas do jogo recebem particularidades como contexto sociocultural do jogo, grau de dificuldade, progressão (relacionado ao fator aprendizado do jogador), tempo de duração da partida, controles, possibilidades estratégicas; compreensão acerca de todo o universo do jogo.

A atuação do game designer é estratégica e permeia todas as etapas de produção de um jogo, mas seus esforços são mais necessários na definição de um conceito, como afirma Sato (2010, p. 76), ao se debruçar sobre o projeto o game designer acaba “determinando toda a mecânica do jogo; seu funcionamento, seu propósito, seu espaço. Em outras palavras, está

realizando a primeira etapa do game design. Esta etapa se compõe em determinar e estruturar o funcionamento do jogo, visando um jogador específico”.

3.2 Design de interfaces

O termo interface possui um amplo espectro de significações, com aplicações diferenciadas nas mais diversas áreas do conhecimento, entretanto iremos nos ater a conceitos relacionados a sistemas computacionais, sendo este o foco do presente trabalho.

No dicionário de língua portuguesa Michaelis (2018), tem-se interface no âmbito da informática definida como: “ponto no qual um sistema da computação termina e outro começa”, ou ainda, “parte do programa que permite a transmissão de dados para outro programa”, e amplia a definição com a expressão interface com o usuário: “conjunto de componentes utilizados pelo usuário que possibilitam sua comunicação com um computador” e com a expressão interface gráfica com usuário: “interface entre o sistema operacional ou programa e o usuário, que lhe permite utilizar listas de menus e ícones para eleger comandos, iniciar programas, ver lista de arquivos, entre outros”.

Leite (1998, p. 29) afirma que:

Interface é tanto um meio para a interação usuário-sistema, quanto uma ferramenta que oferece os instrumentos para este processo comunicativo. Desta forma a interface é um sistema de comunicação. Quando se considera a aplicação como máquina(s) virtual(is), a interface pode ser considerada ainda como um ambiente virtual para ações.

A interface possui componentes de software e hardware. Os componentes de hardware compreendem os dispositivos com os quais os usuários realizam as atividades motoras e perceptivas. Entre eles estão a tela, o teclado, o mouse e vários outros. O software da interface é a parte do sistema que implementa os processos computacionais necessários para controle dos dispositivos de hardware, para a construção dos dispositivos virtuais (os widgets) com os quais o usuário também pode interagir, para a geração dos diversos símbolos e mensagens que representam as informações do sistema e para a interpretação dos comandos dos usuários.

No caso do presente trabalho, a interface que se propõe elaborar refere-se tanto ao ambiente virtual, denominada como interface gráfica do usuário ou interface *Ingame*, compreendendo todos os elementos gráficos que se apresentam ao usuário dentro da aplicação, quanto a interface *outgame*, ou seja, quais equipamentos serão necessários para o funcionamento da aplicação, identificar suas vantagens e desvantagens junto aos requisitos de projeto previamente levantados. Os tipos de interfaces de RV e suas possibilidades de aplicação serão melhor descritas nos capítulos subsequentes.

As interfaces computacionais estão dentro do campo de estudo definido como interação humano-computador (IHC) e como afirma Santa Rosa e Moraes (2010, p. 12) “o principal

objetivo da área de IHC é o projeto e desenvolvimento de sistemas com propósito de melhorar a eficácia e proporcionar a satisfação ao usuário”. Entretanto cabe ressaltar que a eficácia de uma interface não está limitada à interação imediata do usuário com este, mas sim de uma convergência de fatores, pois como aponta Nielsen (1994) os fatores humanos e ergonômicos são mais abrangentes do que a simples interação do homem com o computador, pois, fatores como faixa etária, nível de conhecimento do usuário, tipo de aplicação e entre outros, podem influenciar na qualidade da interface.

Por meio desta fala, pode-se identificar que o contexto de uso, bem como as características do usuário são determinantes no funcionamento da interface. Neste ponto introduz-se o conceito de usabilidade. Trata-se de uma característica fundamental ao bom funcionamento de uma interface computacional, pois conforme apontam, Santa Rosa e Moraes (2010, p. 14):

Usabilidade é a capacidade de um produto ou sistema, em termos funcionais-humanos, de ser usado com facilidade e eficácia por um segmento específico de usuários, fornecendo-lhes treinamento e suporte específico, visando a execução de um elenco específico de tarefas, no contexto de cenários ambientais específicos.

Em relação à construção de sistemas pautados na usabilidade Cybis (2015, p. 15) diz que o projeto “depende da análise cuidadosa dos diversos componentes de seu contexto de uso e da participação ativa do usuário nas decisões de projeto de interface”. Paradoxalmente, afirma que a maior dificuldade de se projetar uma interface é “o fato delas constituírem, fundamentalmente, sistemas abertos dos quais os usuários são agentes ativos, atores de comportamento não determinístico”.

3.3 Realidade virtual

Inicialmente, faz-se necessário definir o que é RV para melhor compreensão de seus atributos e finalidades, de forma que, posteriormente, seja possível identificar com maior clareza os elementos fundamentais da interface gráfica do usuário deste tipo de sistema.

Existe uma certa dificuldade em definir o que é RV devido, principalmente, a existência de inúmeros periféricos que podem ser combinados das mais diversas formas para compor este tipo de sistema, além disso, há também outros tipos de interfaces humano-computador que possuem atributos similares, como a realidade misturada (RM), a realidade aumentada (RA) e a telepresença.

Desta forma, alguns autores buscam a definição de RV junto a sua funcionalidade, como Burdea e Coiffet (2003), que a descrevem como um tipo de simulação em que computação gráfica é usada para criar um mundo com aparência realista. Entretanto, este

mundo sintético não é estático, mas responde às entradas dos usuários (gestos, comandos verbais, etc.). Em concordância com esta ideia Kirner et al. (2007, p. 7) afirmam que:

A Realidade Virtual (RV) é uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. O sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato, audição, etc. também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário.

Para Tori e Kirner (2006, p. 6), “a grande vantagem deste tipo de interface está no fato de que as habilidades e conhecimentos intuitivos do usuário poderem ser utilizados para manipulação dos objetos virtuais”. Apontam ainda que:

A possibilidade de o usuário interagir com o ambiente virtual, tridimensional e realista em tempo-real, vendo as cenas sendo alteradas como resposta aos seus comandos, característica dominante nos videogames atuais, tornam a interação mais rica e natural propiciando maior engajamento e eficiência.

A partir das definições supracitadas, é possível extrair alguns elementos que parecem ser essenciais para as aplicações em RV, como, a imersão, interação, mundo virtual, tridimensionalidade, *feedback* sensorial. Cada uma destas características serão melhor destrinchadas a seguir.

3.3.1 Os Quatro Elementos-Chave da Realidade Virtual

Sherman e Craig (2002) destacam quatro características que consideram fundamentais nos sistemas de RV, são elas:

1. **Mundo virtual** - dentro de um sistema de RV, trata-se de um ambiente idealizado pelos desenvolvedores de uma aplicação, que se torna observável e experimentável através de uma simulação computacional.
2. **Imersão** - é a sensação de estar presente no mundo virtual. No caso da RV, a imersão não é apenas mental, mas também física.
3. **Feedback sensorial** - o estímulo dos sentidos de forma sintética por meio de aparatos tecnológicos, promovem a imersão física.
4. **Interação** - característica que possibilita ao usuário alterar estados no ambiente virtual, movimentando-se, manipulando objetos, executando tarefas.

3.3.2 Dispositivos de realidade virtual

Para interfacear a imersão/interação do usuário com o ambiente virtual, existe uma variedade de dispositivos que são comumente usados em conjunto com intuito de promover o

maior número de *feedbacks* sensoriais ao usuário de forma a tornar a experiência mais intensa (Figura1). Burdea e Coiffet (2003) apontam alguns destes dispositivos e suas funções:

- Head Mounted Display (HMD): óculos com lentes que permitem a imersão visual;
- Sistemas de áudio binaural: promovem a sensação de profundidade em relação a sons;
- *Displays* hápticos: possibilitam o feedback tátil ao usuário;
- Leitores de movimento, aceleração, eletromagnéticos, neurais, etc.: fazem leitura dos mais diversos aspectos físicos e biomecânicos relacionados ao usuário e ao ambiente real em volta dele e transpõem estas informações para o ambiente virtual.

Figura 1- Sistema de RV



Fonte: <https://pt.linkedin.com/pulse/realidade-virtual-e-aumentada-di%C3%A0go-henrique-figueiredo>

3.3.3 Aplicações em realidade virtual

Burdea e Coiffet (2003), apontam diversas finalidades ao uso de sistemas de RV que vão desde simulações de uso militar, educação, arte, arquitetura, indústria, entretenimento ou até mesmo na medicina. Por vezes todas estas áreas citadas anteriormente necessitam fazer simulações que permitam testar tanto a viabilidade, quanto à eficácia e a eficiência de projetos. A RV neste caso possibilita a realização de testes em ambientes controlados, com bastante realismo e com custos bastante reduzidos, de forma individual ou em grupo.

Em relação à utilização de aplicações em RV no âmbito da educação, ressalta-se o caráter intuitivo da RV, devido principalmente às analogias que este tipo de interface faz com

o mundo físico, possibilitando ao usuário manipular o ambiente virtual com base em sua experiência do real, Cardoso et al. (2007, p. 5) constatam que:

Dessa forma, a Realidade Virtual tem potencial para propiciar uma educação como processo de exploração, descoberta, observação e construção de uma nova visão do conhecimento, oferecendo ao aprendiz a oportunidade de melhor compreensão do objeto de estudo. Essa tecnologia, portanto, tem potencial de colaborar no processo cognitivo do aprendiz, proporcionando não apenas a teoria, mas também a experimentação prática do conteúdo em questão.

Alguns autores como (Burdea e Coiffet, 2003; Sherman e Craig, 2002; Tori e Kirner, 2006), avaliaram de forma intensiva a aplicação de RV com fins educativos. Os resultados obtidos nestes estudos apontam ganhos, se tratando de aprendizagem, superiores a diversas outras formas de interação mediadas por computadores com objetivos educacionais. Cardoso et al. (2007, p 5) listaram as principais vantagens da utilização de RV com fins educativos, levantadas em sua pesquisa:

- Motiva os estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de 1ª pessoa vivenciada pelos mesmos;
- Possui grande poderio de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídias;
- Permite visualização de detalhes de objetos;
- Permite visualização de objetos que estão a grandes distâncias, como um planeta ou um satélite;
- Permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa;
- Permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica;
- Exige que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização, pois requer interação;
- Encoraja a criatividade, catalisando a experimentação;
- Provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações;
- Ensina habilidades computacionais e de domínio de periféricos.

3.4 Jogos educativos

Como falado anteriormente, a aplicação proposta neste trabalho consiste em um jogo educativo para crianças em fase de alfabetização. Surgiram, então, diversas dúvidas quanto a este tema, algumas delas foram: Qual a importância de jogos e brincadeiras na educação

infantil? O que é necessário para um jogo ser considerado educativo? Quais são os cuidados que se deve ter ao se projetar um jogo infantil? Como desenvolver este tipo de jogo para sistemas de RV? Este capítulo destina-se a responder essas perguntas.

Segundo Macedo et al. (2009, p.13) “brincar é fundamental para o nosso desenvolvimento. É a principal atividade das crianças quando não estão dedicadas às suas necessidades de sobrevivência (repouso, alimentação, etc.). Todas as crianças brincam se não estão cansadas, doentes ou impedidas”.

E ainda, “o jogar é um dos sucedâneos mais importantes do brincar. O jogar é o brincar em um contexto de regras e objetivos, diferencia-se de jogar bem, ou seja, da qualidade e do efeito das decisões ou dos riscos”.

Para Lopes (2005, p. 23) “é muito mais fácil e eficiente aprender por meio de jogos, e isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo”.

Conforme indica Panosso et al. (2015), um jogo educativo deve apresentar planejamento e um método igual a qualquer outra prática disciplinar, a atividade deve possuir uma razão didática evidente, coerência nas estratégias e deve ser apropriado ao aprendiz em questão.

Para manter o projeto em consonância com a prática pedagógica, optou-se por envolver participantes da área na fase de testes do protótipo gerado aqui.

3.4.1 Jogos educativos e alfabetização

Aguiar (1999), em seu livro, *Jogos para Ensino de Conceitos: Leitura e Escrita na Pré-Escola*, dá uma definição interessante para este trabalho, pois se destina ao público da aplicação aqui proposta:

Durante o 1º grau a ênfase recai em processos verbais, principalmente palavras, símbolos e códigos. No nível pré-escolar há um acordo entre os estudiosos quanto a se ensinar conceitos por intermédio de atividades lúdicas, mediadas pela linguagem oral, gestual (motora), e por objetos e figuras. Há também um consenso quanto ao fato de que na pré-escola e nos primeiros anos da escola de 1º grau constituem a época por excelência para a aquisição de repertórios conceituais considerados básicos ou pré-requisitos para aquisições acadêmicas posteriores. O jogo é reconhecido como meio de fornecer à criança um ambiente agradável, motivador, planejado e enriquecido, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades. Na idade pré-escolar, mediante a brincadeira, a fantasia, a criança adquire a maior parte de seus repertórios cognitivos, emocionais e sociais. (AGUIAR, 1999, p. 35).

Em concordância com o que foi posto por Aguiar (1999), Rodrigues (2013) também propõe que o processo de alfabetização deve incluir o ensino de conceitos e vai além da simples

codificação e decodificação de palavras e que esse processo deve englobar até mesmo o desenvolvimento de coordenação motora:

A alfabetização é um processo que vai além de decodificação de palavras e memorização de símbolos. Requer um conjunto de estruturas de pensamentos e habilidades psicomotoras que possibilita a compreensão de natureza conceitual e das formas de representação gráfica da linguagem. A criança precisa desenvolver coordenação motora ampla, esquema corporal, coordenação visomotora, discriminação visual e auditiva e também orientação tempo-espacial. Quando brinca, a criança tem oportunidade de desenvolver todas essas habilidades de forma criativa e divertida, tornando o aprender mais prazeroso e feliz (RODRIGUES, 2013, p. 20).

Em conformidade com estas afirmações é possível identificar os jogos como ferramentas que podem abranger vários dos aspectos desejáveis para o ensino do funcionamento do sistema linguístico para crianças.

O jogo é uma importante ferramenta no processo de aprendizagem lúdica na alfabetização. Durante o jogo, a criança toma decisões, resolve seus conflitos, vence desafios, descobre novas alternativas e cria novas possibilidades de invenções. Para isso, necessita do meio físico e social, onde poderá construir seu pensamento e adquirir novos conhecimentos de forma lúdica, onde há o prazer a aprendizagem.

Os jogos proporcionam a imaginação às crianças, sendo assim, elas criam situações e resoluções para os problemas. São capazes de lidar com dificuldades, com o medo, dor, perda, conceitos de bem e mal, que são reflexos do meio em que vivem. (RODRIGUES, 2013, p. 40).

Destaca-se, desta forma, o poder dos jogos no contexto do ensino da língua, promovendo o desenvolvimento holístico de diversas competências, além de aumentar o engajamento dos aprendizes e professores. O uso de jogos em RV pode ter um alcance ainda maior, pois possibilita a implementação de qualquer coisa que se possa imaginar sem que seja necessário sair da sala de aula, permite a apresentação e simulação de conceitos complexos e a interação com eles.

Como o jogo aqui proposto se destina a crianças em fase de alfabetização, com base no que o Plano Nacional de Alfabetização no Tempo Certo propõe, no Brasil, o ideal é que as crianças sejam alfabetizadas na faixa etária entre 6 e 8 anos (GOMES, 2018, p. 3). Desta forma, o jogo se destina às crianças do ensino fundamental entre 6 e 8 anos de idade, de ambos gêneros.

3.4.2 Jogos educativos digitais

Atualmente, o entretenimento com jogos digitais é uma atividade corriqueira no cotidiano de crianças e adolescentes que estão inseridos na cultura tecnológica, e neste mesmo contexto, a escola tem perdido sua centralidade no papel de educar as novas gerações, conforme afirma Tavares (2005). Há ainda, um papel social dentro da cultura dos videogames, pois implicam em modificações nas relações familiares, religiosas, práticas escolares e na organização escolar, como explica também Tavares (2005). Neste contexto muitos estudiosos

das áreas relacionadas ao ensino, vêm tentando inserir os jogos digitais ao contexto da sala de aula, unindo a capacidade que estes têm de manter a atenção dos jovens com temas da estrutura curricular.

Assim como os jogos e brincadeiras tradicionais, os jogos digitais também podem ser adaptados ao contexto escolar, possuem certas restrições, pois estão limitados à programação predeterminada, entretanto, possibilitam muitas oportunidades, com elementos que instigam a criança, como a possibilidade de participar de um mundo imaginário:

Os jogos educativos digitais são elaborados para divertir os alunos e aumentar a chance na aprendizagem de conceitos, conteúdos e habilidades embutidas no jogo. Um jogo educativo computadorizado pode propiciar ao aluno um ambiente de aprendizagem rico e complexo. Alguns pesquisadores denominam esses jogos de “micromundos”, porque fornecem um mundo imaginário a ser explorado e no qual os alunos podem aprender.

As características que tornaram os jogos educativos digitais intrinsecamente motivadores são o desafio, a fantasia e a curiosidade. Os jogos podem fornecer alguns resultados educativos não previstos e que são tão importantes quanto os previamente determinados. Podem oferecer oportunidades para o aluno usar lógica, raciocínio e habilidades de organização para resolver problemas de maneira mais interessante do que seriam expostos em um exercício comum. Um jogo simples pode ensinar várias habilidades e conceitos, propiciando o desenvolvimento de novas habilidades cognitivas. (FALKEMBACH ET AL., 2006, p. 2).

Um bom motivo para inserção de jogos digitais e novas tecnologias no contexto do ensino-aprendizagem é o fato de jovens e crianças já serem usuários de aparatos tecnológicos como computadores, celulares, entre outros, além de regularmente utilizarem jogos digitais como forma de lazer. Para Perry et al. (2007, p. 3): “esta visão da pertinência do uso de jogos eletrônicos como ferramentas educacionais pode ser corroborada pelo fato de a geração atual de jogadores ter nascido na Era da Tecnologia da Informação, o que acarretou diversas mudanças”.

3.4.3 Jogos educativos em RV

O uso da RV, no contexto dos jogos educativos digitais, amplia ainda mais o engajamento do participante por ser multissensorial e interativo. Torna possível atividades complexas como simular experimentos laboratoriais, telepresença em lugares inóspitos, fácil representação de qualquer objeto ou conceito em três dimensões, entre outras.

A exemplo de uma aplicação educativa desenvolvida para RV, Sherman e Craig (2002) citam o Ambiente Narrativo Imersivo Construtor-Colaborativo (*Narrative-based, Immersive, Constructionist/Colaborative Environment - NICE*), que é um mundo virtual interativo onde crianças podem explorar e participar da construção do mesmo, de forma colaborativa.

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Ambientes Computacionais Interativos em conjunto com o Laboratório de Visualização Eletrônica da universidade de Illinois em Chicago. A aplicação foi construída utilizando o sistema de caverna (CAVE), onde há projeção do ambiente virtual no mundo real. Roussos et al. (1999), autores do projeto, explicam que a CAVE é um sistema de RV para várias pessoas, do tamanho de um quarto, composto por três paredes e um piso. Os usuários que entram na CAVE usam óculos estereoscópicos especiais, que permitem a visualização simultânea do mundo real e virtual, usam também um dispositivo denominado de varinha que permite a interação com objetos virtuais (Figura 2).

Figura 2 – Criança fazendo uso do NICE



Fonte: Roussos et al. (1999).

Roussos et al. (1999) descrevem que o NICE foi originalmente concebido como um ambiente para crianças pequenas aprenderem sobre os efeitos da luz solar e das chuvas nas plantas, o crescimento "espontâneo" de ervas daninhas, a capacidade de reciclar vegetação morta e outros conceitos ecológicos simples, que fazem parte do ciclo de vida de um jardim. O jardim NICE fornece a seus usuários ferramentas que permitem sua exploração de múltiplas perspectivas. Além de plantar, cultivar e colher verduras e flores, as crianças têm a capacidade, por exemplo, de escalar objetos, fazer com que o tempo passe mais rápido ou mais devagar e experimentar em primeira mão os efeitos da luz do sol e da chuva controlando as variáveis ambientais que os causam. NICE pode ser identificado como um jogo educativo, pois promove a exploração, descoberta, construção do ambiente e colaboração entre indivíduos, de forma lúdica.

Segundo os autores uma variedade de técnicas foi empregada para a coleta de dados, tanto no computador, quanto por meio de observação, entrevistas e questionários. Através da interpretação dos dados coletados a equipe afirma que o projeto NICE teve uma série de resultados positivos. Havia evidência de que o ambiente proporcionava um forte senso de presença e imersão. Na frente tecnológica, o projeto NICE impulsionou o desenvolvimento dos

sistemas de RV. Apontam que a principal problema encontrado foi que a ludicidade do ambiente acabou sobrepujando o objetivo instrucional da aplicação.

Outro exemplo de jogo educativo em RV é o Virtual Playground (Figura 3), desenvolvido por Roussos et al. (2006), para crianças na faixa etária entre 8 e 12 anos com objetivo de compreender o valor do uso da RV como ferramenta educacional no ensino de matemática. A proposta do jogo é desafiar os usuários a solucionarem problemas aritméticos de frações no ambiente virtual. Foram criados dois ambientes um imersivo e outro não imersivo como intuito de comparar o desempenho das crianças nos dois ambientes. A parte do projeto desenvolvido para RV, também foi construído no sistema CAVE.

Figura 3 – Virtual Plaground



Fonte: Roussos et al. (2006).

Neste projeto os autores afirmam que os resultados dos estudos são inconclusivos, que existe uma certa dificuldade em compreender os elementos que compõem a complexa relação entre o aprendiz, o ambiente virtual e os objetivos da aprendizagem, e tirar disso evidências mais concretas dos processos cognitivos envolvidos. No entanto afirmam que o uso de RV como destinada à aprendizagem ainda apresenta um grande potencial e afirmam que o surgimento de novos estudos na área é bastante importante (ROUSSOS ET AL., 2006).

Portanto, jogos são ferramentas essenciais de ensino e aprendizagem, principalmente nos primeiros anos de vida. Autores da área da pedagogia e educação como Kishimoto (1994), Lopes (2003), Macedo et al. (2005), propõem certos cuidados e funcionalidades que são desejáveis na elaboração de brincadeiras e jogos com fins de ensino. Alguns destes quesitos foram identificados e listados a seguir:

- Evitar dinâmicas que representem a possibilidade de constrangimento ou humilhação;
- Valorizar o esforço pessoal dos alunos, apreciando de maneira positiva seu empenho e conquistas;

- Promover prazer funcional, as tarefas ou atividades não são meios para outros fins, são fins em si mesmos;
- Implicar alguma dificuldade, maior ou menor, que requeira superação, instigando o participante a prestar mais atenção, repetir, considerar algo com mais força;
- Criar possibilidades ou dispor delas: as atividades do jogo devem ser necessárias e possíveis, devem ser compreensíveis e realizáveis pelo sujeito;
- Possuir dimensão simbólica, as narrativas devem fazer sentido para as crianças, devem ser uma projeção de seus desejos e valores, expressando suas possibilidades cognitivas, seus modos de assimilar ou incorporar o mundo, a cultura em que vivem;
- Trabalhar o raciocínio lógico;
- Propiciar a compreensão de conceitos.

Interessante como pré-requisito para aplicação, devido o caráter multissensorial dos sistemas de RV:

- Exercitar a percepção de figura e fundo, para o processo de alfabetização, essa habilidade é de extrema importância, pois inicialmente a criança separa as partes de uma palavra, seja em letras ou sílabas para depois uní-las ao conjunto, frases e texto.
- Trabalhar a discriminação auditiva, este também é um pré-requisito para a alfabetização, pois a criança precisa discriminar os fonemas, muitos dos quais são extremamente semelhantes, para poder ler e escrever.

4 MÉTODOS E TÉCNICAS

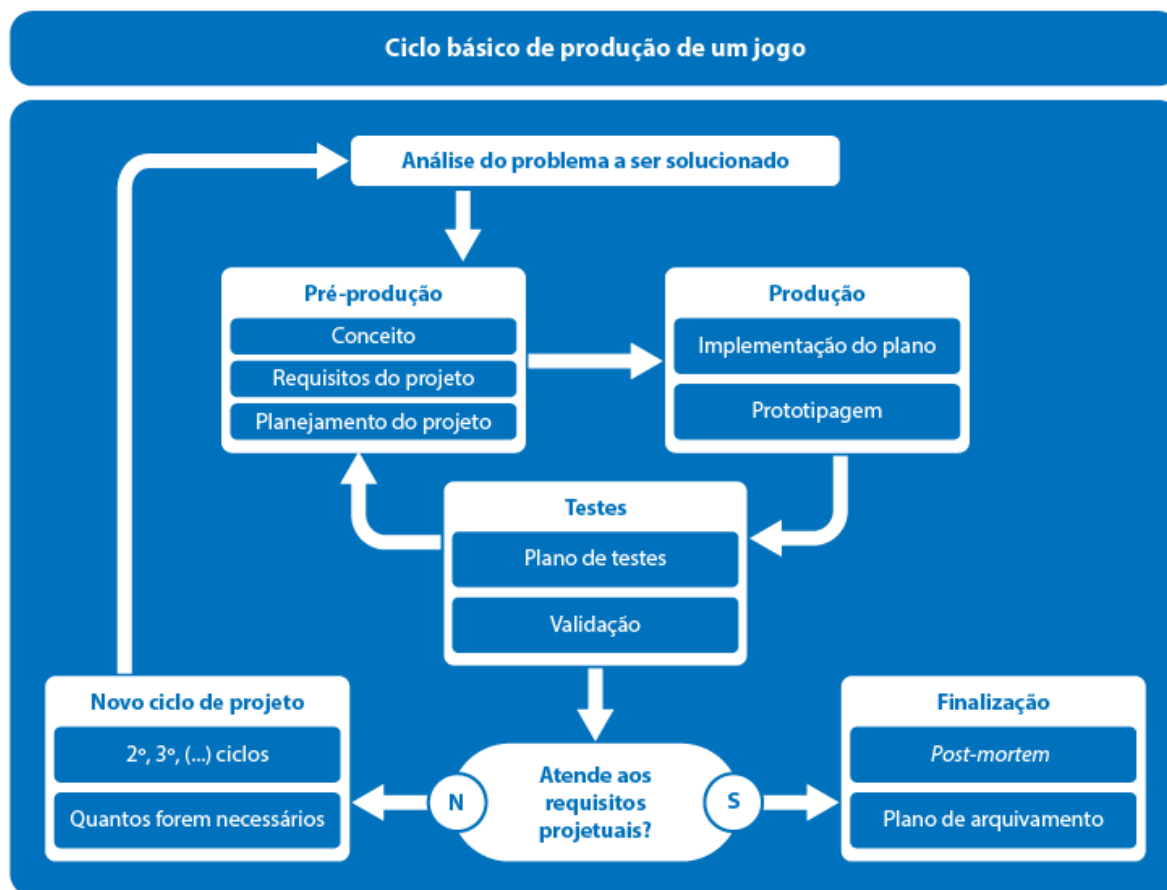
Para o referente trabalho, realizou-se um levantamento de técnicas e métodos que norteassem o desenvolvimento das etapas do trabalho. Estas ferramentas foram escolhidas com base nas necessidades projetuais observadas, assim como as limitações referentes aos prazos, custos, materiais e equipe envolvidos no projeto.

Seguindo os princípios supracitados, utilizou-se, como arcabouço metodológico para este trabalho, a estrutura de projeto proposta por Chandler (2009) em seu *Manual de Produção de Jogos Digitais*, que se destina à produção de jogos em um contexto mercadológico, entretanto adaptável a equipes e prazos de tamanhos variáveis, o que são características desejáveis a este projeto.

Chandler (2009) propõe que a produção de um jogo compreenda sucessivas etapas de análise, concepção e testes, onde, a cada ciclo seja possível produzir um *feedback* para a etapa subsequente. Esta lógica de projeto é bastante utilizada em outras atividades relacionadas ao desenvolvimento de *softwares*, por ser considerada uma forma ágil de trabalho. Cybis (2015), referindo-se aos ciclos de vida da engenharia de usabilidade, que funcionam de forma similar, mostra que, “a estratégia consiste em iniciar cada ciclo pela identificação e refinamento contínuo do conhecimento sobre o contexto de uso do sistema e das exigências em termos de usabilidade da interface”. Um ponto fundamental nesta lógica de projeto é que os ciclos giram em torno da produção de protótipos testáveis, de forma que estes servem tanto como ferramenta de criação, quanto de testes das hipóteses imaginadas.

Os ciclos estão divididos nas etapas de pré-produção, produção, testes e finalização. A pré-produção é essencialmente uma etapa de planejamento do jogo, onde será desenvolvido o conceito e elencados os requisitos projetuais, esta etapa pode ser subdividida em: elaboração do conceito do jogo, levantamento dos requisitos projetuais e plano da produção. Na segunda etapa, a produção, configura-se o que foi definido na etapa anterior, aqui é onde se desenvolvem os *assets* e códigos para o primeiro protótipo jogável. A partir do protótipo gerado, será iniciada a terceira etapa, que consiste em testar o que foi produzido, estes testes irão avaliar se o jogo atende as necessidades de projeto, além do seu funcionamento e usabilidade. A última etapa, a finalização, consiste na análise dos resultados, na elaboração de um *post mortem* e o arquivamento do material produzido. A Figura 4, a seguir, apresenta uma ideia geral do funcionamento dos ciclos de produção dentro da lógica proposta.

Figura 4 – Fluxograma de produção de um jogo



Fonte: adaptado de Chandler (2009).

Como o objetivo deste trabalho não é produzir um jogo por completo, será realizado um ciclo de produção com o intuito de nortear apenas a definição de um conceito para o jogo e testar se este atende aos requisitos esperados.

Juntamente à estrutura de projeto, recorreu-se a outros métodos e técnicas como suporte para desenvolvimento dos materiais exigidos em cada etapa, foram estas: levantamento e análise de referencial teórico e trabalhos relacionados; *storyboarding*; prototipagem e avaliação heurística.

A seguir, serão apresentadas algumas características destes métodos e técnicas, o motivo de seu uso e também como estas foram utilizadas dentro do processo de produção do jogo.

4.1 Storyboarding

O *storyboard* ou narrativa gráfica, é uma técnica amplamente utilizada na concepção de diversos produtos midiáticos, como no cinema e na animação. O uso de *storyboard* é uma

das principais ferramentas de pré-produção utilizadas nestes tipos de projeto, pois ajuda a organizar a narrativa em uma sequência lógica (HART, 1999).

Fischer e Scaletsky (2009) informam que no design o *storyboard* é “um elemento de geração - simulação de idéias e de comunicação com os outros ‘atores’ envolvidos no projeto”. Dentro da área de engenharia de *softwares*, em concordância com a sua aplicação no design, trata-se de uma técnica que auxilia a concepção de interfaces. Para Cybis (2015, p.181) o *storyboard* aplicado ao design de interfaces é “uma representação das interações entre usuários e o sistema em seu ambiente de trabalho”. Quanto ao seu emprego ele afirma que “ela corresponde ao detalhamento de um cenário especificado para o sistema, consistindo em uma sequência de desenhos representando não só o esboço de telas, mas também os elementos do contexto (usuário, equipamentos, móveis, colegas e etc)”.

Em relação a aplicação desta técnica, optou-se por utilizar as recomendações de Cybis (2015), Babich (2017), que reunidas resultaram na seguinte estrutura base para desenvolvimento do presente trabalho:

- Criar uma narrativa gráfica representando a utilização da ferramenta que se pretende criar apresentando personagens que caracterizem os usuários, o esboço das telas, o contexto de uso e a interação dos personagens com a interface a partir da utilização de elementos imagéticos e textuais.
- Os storyboards devem ser apresentados à usuários e especialistas no âmbito de reuniões, para serem validados.
- Durante as reuniões de validação deve-se anotar as observações de cada validador e estas podem ser coladas junto aos pontos de interesse na narrativa. Estas observações devem ajudar a definir o escopo do que será desenvolvido no projeto.
- Após a definição do escopo do projeto, com base no que foi definido nas reuniões de validação, o material bruto que foi gerado deve ser refinado, passando para uma etapa de prototipagem.

4.2 Prototipagem

O protótipo, no contexto de produtos digitais, é uma simulação da interação final entre o usuário e a interface, ou seja, é uma representação da interface que não é estática, já tem a intenção de avaliar a eficácia e eficiência da interação, diferentemente de um esboço ou mockup, por exemplo (BABICH, 2017).

O protótipo de interface de usuário pode ser visto, também, como uma hipótese, uma solução de design que se considera para um problema específico (PERNICE, 2016). A maneira mais direta de testar essa hipótese é observar os usuários trabalhando com ela. Sob esta perspectiva o principal objetivo na construção de um protótipo é testar ideias do produto antes de pô-las em prática, desenvolver um produto sem testá-lo pode consumir recursos e tempo, sem garantia alguma de funcionamento do mesmo (WALKER ET AL, 2002).

A prototipagem pode ser empregada para simular e testar vários aspectos práticos de um sistema, pode-se utilizá-la em diversas etapas de desenvolvimento. É essencial que estes testes apresentem complexidade de produção reduzida, desta forma os protótipos podem ser classificados quanto a fidelidade que possuem com o produto final (PERNICE, 2016).

As denominações de protótipos quanto a sua complexidade variam entre alta e baixa fidelidade. Para Babich (2017) os protótipos de baixa fidelidade (lo-fi) são uma maneira rápida e fácil de traduzir conceitos de design de alto nível em artefatos tangíveis e testáveis. O primeiro e mais importante papel dos protótipos lo-fi é verificar e testar a funcionalidade, em vez da aparência visual do produto. Continua ainda com a definição de protótipos de alta fidelidade (hi-fi), funcionam da forma mais semelhante possível ao produto real que será lançado. As equipes geralmente criam protótipos de alta fidelidade quando têm uma sólida compreensão do que vão construir.

O autor elenca algumas características de ambos tipos de protótipo (Quadro 1), além de alguns prós e contras encontrados no uso de cada um:

Quadro 1 - Tipos de protótipo, suas principais características, vantagens e desvantagens

	Baixa fidelidade	Alta fidelidade
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Apenas alguns dos atributos visuais do produto final são apresentados (como formas de elementos, hierarquia visual básica, etc.). • Apenas os principais elementos do conteúdo estão incluídos. • O protótipo pode ser simulado por uma pessoa. Durante uma sessão de teste, uma pessoa em particular que esteja familiarizada com o design age como um computador e altera manualmente o estado do design em tempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Design realista e detalhado - todos os elementos de interface, espaçamento e gráficos são parecidos com um aplicativo ou site real. • Uso conteúdo real ou semelhante ao real. • Protótipos são altamente realistas em suas interações.

Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • A vantagem clara da prototipagem de baixa fidelidade é seu custo extremamente baixo. • É possível criar um protótipo de papel lo-fi em apenas cinco a dez minutos. Isso permite que as equipes de produto explorem ideias diferentes sem muito esforço. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os protótipos de alta fidelidade geralmente se parecem com produtos reais para os usuários. Isso significa que, durante as sessões de teste de usabilidade, os participantes do teste terão mais chances de se comportar naturalmente - como se estivessem interagindo com o produto real. • Esse tipo de protótipo também é bom para demonstrações para as partes interessadas. Ele dá aos clientes e potenciais investidores uma ideia clara de como um produto deve funcionar. Um excelente protótipo de alta fidelidade deixa as pessoas empolgadas com o seu design de uma forma que um protótipo lo-fi não consegue.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Com um protótipo lo-fi, pode não ser claro testar os participantes sobre o que deve funcionar e o que não está. Um protótipo de baixa fidelidade requer muita imaginação do usuário, limitando o resultado do teste do usuário. • É impossível transmitir animações complexas ou transições usando esse tipo de protótipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em comparação com protótipos de baixa fidelidade, a criação de protótipos de alta fidelidade implica custos mais altos, tanto temporários quanto financeiros.

Fonte: <https://theblog.adobe.com/prototyping-difference-low-fidelity-high-fidelity-prototypes-use/>

Existem inúmeras técnicas de prototipagem de interface, para os protótipos de baixa fidelidade, indica-se o uso de materiais mais baratos e fáceis de se obter como papel, ou a utilização de ferramentas que não necessitem de programação, pode-se citar como as mais populares a prototipagem em papel e a wireframes clicáveis. Já para os protótipos de alta fidelidade utilizam-se ferramentas bem próximas das que serão utilizadas para o sistema final, como, por exemplo, *softwares* específicos de prototipagem e a prototipagem codificada, que já utiliza programação para implementar o protótipo.

Devido à complexidade da interface proposta, que se trata de um ambiente tridimensional altamente imersivo e interativo, os protótipos de baixa fidelidade exigiriam do

usuário um nível de abstração muito grande, como apontado anteriormente, desta forma optou-se pelo desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade, possibilitando, assim, que os testes preliminares revelem de forma mais precisa as impressões dos usuários quanto a proposta do jogo.

Neste projeto a utilização de protótipo tem um foco central. Conforme a metodologia proposta, cada ciclo de projeto gira em torno da produção de um protótipo. A ideia é que se gere um protótipo de alta fidelidade para ser testado junto aos usuários, de forma que seja possível analisar se os objetivos propostos são válidos e foram alcançados, se o jogo de fato atende os objetivos educacionais, se o sistema de RV escolhido é eficiente para interação com o usuário.

4.3 Avaliação heurística

A avaliação heurística consiste em um método de inspeção de usabilidade. Para Vieira e Baranauska (2003, p. 168), este método terá “um efeito significativo na interface final somente se for usado durante os ciclos de vida do projeto”, ou seja, esta ferramenta deve ser aplicada, preferencialmente, no decorrer dos estágios de desenvolvimento do jogo, com objetivo principal de antecipar possíveis problemas em etapas posteriores.

A avaliação heurística tem como proposição ser um método avaliativo mais rápido, barato e fácil de ser aplicado (VIEIRA e BARAUSKA, 2003, p. 168). O método envolve um número reduzido de avaliadores que devem examinar a interface e julgar sua conformidade com princípios de usabilidade reconhecidos, as “heurísticas” (NIELSEN, 1995).

Quanto a forma de aplicação da avaliação heurística, Prates e Barbosa (2003, p. 28) fazem alguns apontamentos, afirmando que o método “não envolve usuários, e deve ser realizado por avaliadores especialistas, tais especialistas podem ser gerentes de projeto ou contratantes, equipe de marketing ou ainda profissionais que possuam expertise nos temas abordados”. No caso deste trabalho, devido as especificidades das heurísticas propostas, é interessante que se envolvam profissionais das áreas de design, computação e educação. Em geral, recomenda-se que 3 a 5 especialistas realizem uma avaliação heurística. Antes de se aplicar a técnica deve-se realizar uma preparação com atenção para os seguintes quesitos:

- Elaboração de protótipo da interface;
- Proposição de hipóteses a respeito do perfil dos usuários;
- Identificação do cenário da tarefa.

As autoras Prates e Barbosa (2003, p. 28) indicam, também, que a avaliação deve ser realizada conforme os seguintes procedimentos:

1. Sessões de avaliação: devem ser realizadas sessões de avaliação curtas (1 a 2 horas) e individuais, para que um avaliador não seja influenciado pela opinião de outros. Durante cada sessão de avaliação, o avaliador percorre a interface diversas vezes, inspecionando os diversos elementos de interface e comparando-os com a lista de heurísticas de usabilidade, onde este deve:

- julgar a conformidade da interface com um determinado conjunto de princípios (“heurísticas”) de usabilidade;
- anotar os problemas encontrados e sua localização;
- julgar a gravidade destes problemas;
- gerar um relatório individual com o resultado de sua avaliação e comentários adicionais.

2. Consolidação da avaliação: deve-se ter uma etapa de consolidação onde cada avaliador tem acesso aos relatórios individuais de todos os avaliadores, e pode expressar seu julgamento sobre os problemas apontados pelos outros avaliadores. Ao final desta etapa, deve-se gerar um relatório unificado e consolidado sobre todos os problemas encontrados.

3. Seleção dos problemas que devem ser corrigidos: esta etapa deve ser realizada junto ao cliente ou ao gerente de projeto. Trata-se de uma análise de custo/benefício das correções aos problemas encontrados na etapa anterior. Esta análise deve levar em conta não apenas a gravidade dos problemas, mas também os prazos e o orçamento do projeto, bem como a capacitação da equipe de desenvolvimento.

As heurísticas mais comumente utilizadas para avaliar sistemas computacionais são as dez heurísticas de Nielsen e Molich (1990). Entretanto o jogo aqui proposto não se destina apenas à execução de uma tarefa específica, mas também possui aspectos que envolvem aprendizagem, desta forma, estas heurísticas clássicas, que não possuem características de avaliação de quesitos de aprendizagem, não se apresentam como as mais adequadas para avaliação do jogo. Alguns autores como Prates e Barbosa (2003), Coelho e Santoro (2002), defendem que utilizar os métodos de avaliação de IHC, aplicando-os diretamente em sistemas educacionais seria insuficiente. Desta forma Coelho e Santoro (2002), baseados nos trabalhos de Preece e Squires (1999), propuseram uma série de trinta e três heurísticas, que são um apanhado que envolve tanto heurísticas de ensino-aprendizagem, quanto as de usabilidade de software. Porém como muitas das heurísticas apontadas pelos autores buscam avaliar

componentes que o sistema não apresenta, fez-se uma seleção das heurísticas mais relevantes para avaliação da interface, apresentadas na Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Heurísticas de ensino-aprendizagem e de usabilidade de softwares.

Heurísticas de Ensino-Aprendizagem	
1	Preocupe-se com as experiências e contextos que fazem o estudante ter vontade e ser capaz de aprender (prontidão).
2	Estruture a instrução para que ela possa ser facilmente captada pelo estudante.
3	Planeje a instrução para facilitar a extrapolação e/ou preencher as lacunas (indo além da informação dada).
4	Evite abordagens baseadas em análise de meios-fins que impõem uma carga de memória de trabalho pesada.
5	Aumente a possibilidade de memorização da instrução utilizando informação tanto auditiva como visual.
6	Elimine a carga da memória de trabalho associada com ter que integrar mentalmente diversas fontes de informação.
Heurísticas de Usabilidade de Software	
7	Deve-se sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de resposta dentro de um tempo razoável.
8	Deve-se falar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares, ao invés de termos orientados ao sistema. Ele deve seguir as convenções do mundo real, fazendo a informação aparecer em uma ordem lógica e natural.
9	Ofereça ao usuário uma forma de abandonar um estado não desejado sem ter que atravessar um diálogo extenso. O sistema deve suportar desfazer e refazer.
10	Evite que os usuários tenham que perguntar a si mesmo se palavras, situações e ações diferentes têm o mesmo significado. O sistema deve seguir as convenções da plataforma.
11	Evite que a aplicação contenha informação que é irrelevante ou raramente necessária.
12	As aplicações devem tentar antecipar as vontades e necessidades do usuário.

Fonte: adaptado de Coelho e Santoro (2002).

As heurísticas aqui apresentadas também foram levadas em consideração durante a fase de configuração do jogo.

Este método tem como proposta apenas levantar os problemas mais imediatos na interação do usuário com a interface, não os avalia qualitativamente, nem fornece parâmetros de como solucioná-los. No entanto, como este trabalho envolve apenas um ciclo inicial de produção de um jogo, a avaliação heurística como uma ferramenta de levantamento dos problemas, é positiva, pois trata-se de um método rápido e de baixo custo, como apontado anteriormente.

5 O CALDEIRÃO MÁGICO

A ideia do Caldeirão Mágico surgiu inicialmente durante a disciplina de Projeto Integrado do curso de Design da Universidade Federal do Maranhão, entretanto a ideia não foi executada.

O conceito inicial do jogo foi desenvolvido a partir da análise das informações obtidas que estão apresentadas neste trabalho na forma do levantamento bibliográfico, que englobou os temas de design de jogos, jogos educativos, RV e, também, na análise de outros jogos educativos baseados em RV. Fez-se uma pesquisa quanto a jogos físicos voltados à alfabetização já existentes, buscando adaptá-los para o ambiente da RV.

Como já informado na metodologia, este trabalho envolverá técnicas de concepção, prototipagem e avaliação do protótipo, configurando um ciclo de desenvolvimento, tornando a ideia do produto mais palpável.

5.1 Inspiração do conceito

Primeiramente, buscou-se definir como seria o jogo, quais seriam seus objetivos e regras. Fez-se um levantamento quanto aos jogos e brincadeiras que envolvem competências de leitura e escrita identificando suas dinâmicas e principais elementos, buscou-se principalmente aqueles que fossem direcionados às crianças na faixa etária proposta, entre 6 e 8 anos. Alguns dos jogos levantados foram: *jogo da força*, *caça-palavras*, *palavras-cruzadas*, *jogo da memória* (entre palavras e imagens), *jogo das sílabas*.

Como pré-requisitos o jogo deveria apresentar simplicidade (sem regras que necessitassem de muitas explicações, pois a interação com o ambiente virtual já apresenta uma carga informacional grande), ser bastante utilizado em salas de aula primárias (deve ser um jogo popular de forma que a maioria das crianças possuam alguma familiaridade e entendam seu funcionamento), que apresentem bastante recurso imagético e que não seja necessário digitar informações (evitar elaboração de interface do usuário muito robusta e complicada, permitindo interação mais intuitiva).

Dentre os jogos levantados, foi selecionado o “jogo da memória letras” como proposto por Antunes (2011, p. 61), o jogo consiste em um conjunto de cartas que fazem correlação entre figuras de objetos, animais, personagens, etc., com seus respectivos nomes, com destaque na separação silábica ou letras iniciais (Figura 5). As crianças devem identificar a figura e seu nome, as letras e sílabas que o compõem.

Figura 5 – Jogo da memória letras

Nº 26	Gr. 01 – D	Inteligência Linguística
Habilidade Alfabetização	Nome Jogo da memória Letras	Outras estimulações Percepção visual Vocabulário
<p>Preparação:</p> <p>Peças de cartolina ou papel-cartão e cada peça constituída por três cartões: um com a letra ou sílaba inicial que indica o nome do objeto, outro com a palavra e a figura do objeto e outro apenas com a figura.</p> <p>Utilização:</p> <p>A tarefa dos alunos, divididos em grupo ou não, é montar o quebra-cabeça nomeando os elementos da figura, formando pares que obedecem a correspondência figura/palavra ou, em etapa posterior, figura/palavra/letra.</p> <p>(Existem análogos no comércio / Q.I. e inúmeros outros.)</p>		

Fonte: Antunes (2011, p. 61).

Outro jogo que serviu como referência foi o “caça-palavras”, a inspiração que se buscou neste jogo foi a lógica de tentar encontrar palavras entre letras ou sílabas misturadas.

Traduzindo a mecânica destes jogos para o mundo da RV, pode-se representar conceitos de forma tridimensional, espalhar as letras ou sílabas ao longo do mundo virtual, os objetos podem emitir sons, possuir movimentação própria, tudo isso com uma estética de desenho animado, de forma a tornar o jogo ainda mais atraente às crianças.

5.2 Sistema de RV utilizado

Dentre os hardwares de RV acessíveis no mercado, destacam-se o Óculos Rift do Facebook, o Vive da HTC, o Gear VR da Samsung e o Playstation VR da Sony. Entre esses foi escolhido o console da HTC (Figura 6), pois este possui uma tecnologia de sensores que mapeiam o ambiente e captam movimento, dando ao usuário um deslocamento mais livre e natural, permitindo excelente imersão e interação. Este equipamento funciona instalado em um computador que roda a aplicação e processa as entradas e saídas de informação do sistema.

Figura 6 – Sistema HTC Vive

Fonte: <https://www.pcmag.com/review/343390/htc-vive>

O sistema possui um capacete de RV com resolução de 1200 X 1080 pixels e taxa de exibição de 90 quadros por segundo o que permite a visualização de imagens em excelente resolução e com ajuste ótico adequado ao olho humano. Na parte frontal do capacete estão instalados vários sensores que fazem a comunicação com os outros acessórios. No capacete há entrada para fones de ouvido com saída de áudio em alta definição.

Possui também dois controles com sensores que possibilitam a interação no mundo virtual, os controles possuem dois botões de ação e dois de configuração, os botões de ação podem ser configurados para acionar as mais variadas funções nas aplicações, como agarrar, pressionar, acionar, atirar, etc.

O último componente do sistema são duas estações que rastreiam o ambiente e determinam a posição do capacete e dos controles, de forma que dentro do raio de leitura das estações qualquer movimento captado é simulado no ambiente virtual.

Este aparato permitiu a implementação das ideias geradas neste projeto, atendendo a vários dos requisitos levantados e as necessidades do usuário.

5.3 A proposta de jogo

Para o âmbito da RV é desejável que a interação com o ambiente virtual se dê de forma natural e a mais intuitiva possível (BURDEA e COIFFET, 2003), portanto a proposta é que a interface gráfica do usuário apresente interação direta com objetos tridimensionais, sem analogias como mostradores, botões ou barras de progresso, por exemplo. O usuário deverá

explorar os elementos fazendo contato direto com eles no mundo virtual, ou seja, uma das propostas é incentivar que o usuário explore e aprenda sobre o uso da interface através da curiosidade e interesse. Desta forma, para esta primeira onda projetual, buscou-se deixar a interação mais crua, sem apresentar mecânicas ou dinâmicas para aumentar o engajamento. O objetivo é que a interação seja tranquila, sem exercer estresse no usuário demandando realização de tarefas em espaços de tempo curtos ou necessidade de repetir um desafio até que este seja superado.

Devido à grande quantidade de equipamentos e complexidade dos sistemas que devem ser manuseados é recomendável que sempre haja um instrutor capacitado para auxiliar o usuário na interação com o sistema. Este instrutor pode ser um professor ou técnico que saiba interagir com sistemas em RV.

Em relação ao mundo virtual onde se passa o jogo, propõe-se que este seja tranquilo e lúdico para evitar que seja gerado algum tipo de constrangimento no usuário. Definiu-se que a ambientação do jogo se dará em um bosque, com clima matinal e ensolarado, apresentando cores e sons naturais, uma espécie de clareira onde o elemento central é o caldeirão (Figura 7). Como o usuário perde contato visual com o mundo real, pois enxerga apenas o ambiente virtual, definiu-se que o jogador terá um lugar fixo na aplicação, podendo realizar o deslocamento em grandes distâncias através dos controles, o instrutor deve demonstrar ao usuário como os controles funcionam e aconselhar o jogador para que este não realize movimentos bruscos ou perigosos.

Figura 7 – Arte conceitual do ambiente virtual



Fonte: acervo do autor.

A tela inicial da aplicação apresenta o logotipo do jogo e um botão de iniciar (Figura 8), ao clicar no botão o jogador dá início à partida.

Figura 8 – Arte conceitual do menu de início



Fonte: acervo do autor.

O jogo pode ser descrito como um caça-palavras tridimensional e interativo. Consiste juntar sílabas que estão espalhadas pelo ambiente virtual, na forma de bolinhas, e coloca-las dentro do caldeirão, lá dentro as sílabas se misturam e formam uma palavra. Entretanto as sílabas devem ser colocadas em ordem lógica e sequencial, buscando formar alguma das palavras indicadas pelo jogo (Figura 9).

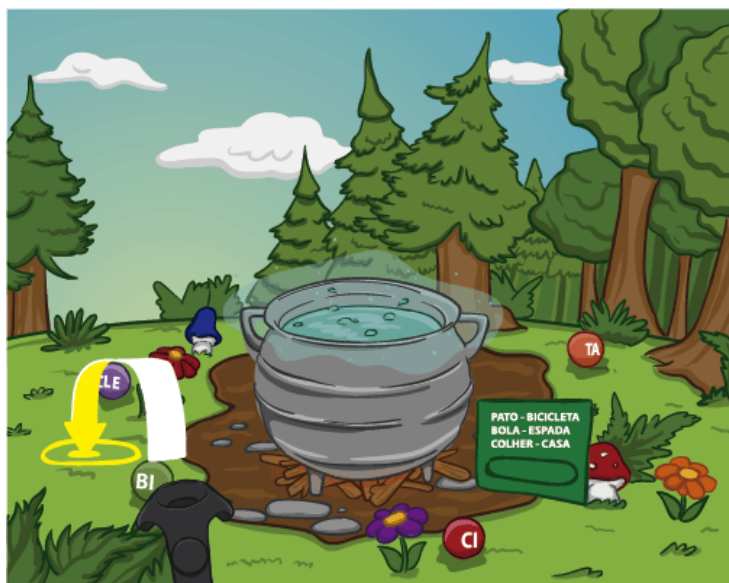
Figura 9 – Palavras indicadas



Fonte: acervo do autor.

Para que o jogador possa se deslocar por todo ambiente, foi pensado em uma forma de movimentação por meio dos controles, quando acionada a função irá apresentar um apontador que indicará a posição para onde o jogador será deslocado (Figura 10).

Figura 10 – Deslocamento no jogo



Fonte: acervo do autor.

Para pegar as bolinhas o usuário deve encostar o controle em uma delas e pressionar o botão de ação que fica na parte frontal dos controles, desta forma a sílaba é selecionada, para colocá-la no caldeirão o jogador deve se deslocar até o mesmo e despejar o objeto dentro (Figura 11).

Figura 11 – Colocando sílabas no caldeirão



Fonte: acervo do autor.

Devido ao fato de haver muitas sílabas, é possível formar um número indefinido de palavras, até mesmo algumas que expressem conceitos difíceis de se representar ou indesejados, desta forma, propôs-se a criação de um quadro que determine as palavras que podem ser formadas dentro do jogo. No quadro há também uma caixa de diálogo que informa ao jogador quais sílabas já foram colocadas dentro do caldeirão (Figura 12).

Figura 12 – Quadro de palavras



Fonte: acervo do autor.

Caso as sílabas colocadas formem alguma das palavras sugeridas no quadro de palavras, sairá de dentro do caldeirão o objeto referente a palavra construída e será apresentada uma mensagem de congratulação (Figura 13). O objeto que o jogador adquirir permanece no ambiente. O jogador pode interagir com eles e colecioná-los.

Figura 13 – Palavra construída



Fonte: acervo do autor.

Se o jogador colocar as sílabas em ordem incorreta, a barra que indica as sílabas que já foram colocadas dentro do caldeirão, será limpa e o jogo apresentará uma mensagem sonora de erro que estimule o jogador a tentar novamente (Figura 14).

Figura 14 – Interação incorreta



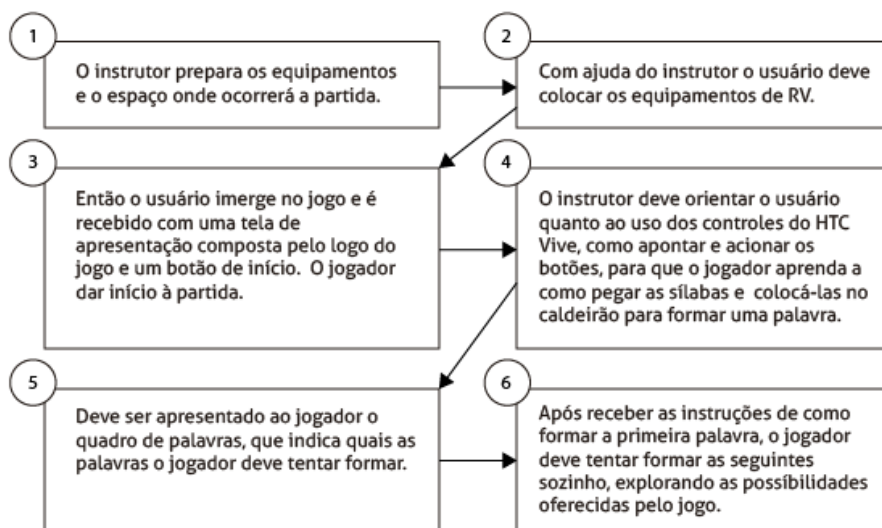
Fonte: acervo do autor.

Estas ideias geradas acerca da mecânica de funcionamento do jogo foram reunidas e estruturadas na forma de um *storyboard*. O *storyboard* foi apresentado a especialistas que avaliaram se as ideias têm coerência com os objetivos propostos e se os requisitos foram devidamente contemplados.

6 STORYBOARD

Para elaboração do *storyboard*, fez-se inicialmente um esquema imaginando os elementos que estão presentes no contexto de uso, bem como as etapas de preparação, os indivíduos envolvidos e como eles devem interagir entre si. Este esquema imaginado está representado a seguir de forma sequencial (Figura 15).

Figura 15 – Estrutura da tarefa



Fonte: acervo do autor.

Com base no esquema apresentado na Figura 15, buscou-se ilustrar as etapas que haviam sido descritas. Os desenhos que compõem o *storyboard* foram esboçados inicialmente a mão, com lápis e papel. Após definidas, as ilustrações foram arte-finalizadas no *software* Adobe Illustrator, o programa permite a ilustração vetorial bidimensional em diversos estilos artísticos. As ilustrações do *storyboard* apresentam um estilo “cartunesco” como referência ao ambiente virtual que foi planejado para o jogo, para que os avaliadores possam ter uma impressão prévia do cenário (Figura 16).

Figura 16 - Storyboard

Storyboard

Contexto de uso do Caldeirão Mágico

Este storyboard tem como objetivo apresentar o funcionamento do jogo o Caldeirão Mágico, que tem como mecânica básica a junção de sílabas para formar palavras. O jogo é destinado às crianças em fase de alfabetização e é baseado em realidade virtual (RV). A plataforma utilizada é o HTC Vive, que é composta por óculos de RV, dois joysticks e fones de ouvido. É recomendável que haja um instrutor que conheça o sistema para auxiliar na interação. Os indivíduos que compõe o contexto de uso estão representados na forma de personagens. Veja a seguir as etapas imaginadas de como o jogo deve funcionar:

1 Inicia-se a atividade com o instrutor ajudando o usuário a colocar os equipamentos de RV.

2 Então o usuário imerge no jogo e é recebido com uma tela de apresentação composta pelo logo do jogo e um botão de início. O jogador deve apontar e pressionar o gatilho do controle sobre o botão de jogar.

3 O instrutor deve orientar o usuário quanto ao uso dos controles do HTC Vive, como apontar e acionar os botões.

4 O jogo é ambientado em um bosque virtual onde, no seu centro, encontra-se um caldeirão e por todo cenário estão espalhadas bolinhas contendo sílabas. O jogo consiste em colocar essas bolas dentro do caldeirão na ordem correta, de forma a gerar uma palavra.

5 Para se deslocar no ambiente e se aproximar das bolinhas o jogador deve utilizar a ferramenta disponibilizada pelo controle, que consiste em apontar a direção e realizar o deslocamento.

6 Um quadro próximo ao caldeirão apresentará quais as palavras que podem ser formadas e também o status das sílabas que já foram colocadas no caldeirão.

7 Para selecionar uma das bolinhas o jogador deve apontar o controle e pressionar o gatilho, para colocar a bolinha selecionada no caldeirão basta arrastá-la para dentro.

8 Caso o jogador acerte a ordem das sílabas e forme uma palavra, será apresentada uma mensagem de congratulação e surgirá de dentro do caldeirão um objeto correspondente a palavra formada, com o qual ele poderá interagir.

9 Caso as sílabas colocadas em sequência não apresentem nenhuma similaridade com as palavras existentes no jogo, a caixa de sílabas será limpa e as bolinhas ressurgirão em seus respectivos lugares para que o jogador possa iniciar uma nova tentativa.

Botão de deslocamento

Botão de interação com objetos

O controle do HTC Vive tem dois botões que permitem interação com o ambiente virtual, um de movimentação e outro para pegar objetos.

Fonte: acervo do autor.

6.1 Avaliação do storyboard

O *storyboard* foi apresentado a cinco avaliadores especialistas nas áreas de interesse do jogo proposto, um mestre especialista em ergonomia e usabilidade (primeiro avaliador, chamado aqui de E1); um mestre especialista em design gráfico (segundo avaliador, E2); uma designer doutora com ênfase em educação (terceira avaliadora, E3); uma doutora em pedagogia com especialização em ensino de língua portuguesa na educação fundamental (quarta avaliadora, E4) e um doutor em ciência da computação com ênfase em análise de imagens e computação gráfica (quinto avaliador, E5).

A avaliação se deu na forma de entrevistas abertas como proposto por Boni e Quaresma (2005), onde “a técnica de entrevistas abertas atende principalmente finalidades exploratórias, é bastante utilizada para o detalhamento de questões e formulação mais precisas dos conceitos relacionados”, quanto a estruturação deste tipo de entrevista as autoras apontam que “o entrevistador introduz o tema e o entrevistado tem liberdade para discorrer sobre o tema sugerido. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão”. Optou-se por esta técnica com objetivo de permitir que os avaliadores discorressem livremente sobre suas impressões em relação às ideias apresentadas no material, já que estes têm um conhecimento mais aprofundado sobre determinados aspectos que envolvem o jogo. Cada avaliador foi entrevistado separadamente para que as colocações de cada um não influenciassem nas percepções dos outros.

As reuniões se iniciavam com a entrega do *storyboard* aos avaliadores, para que estes visualizassem e lessem cada quadro com atenção, foi perguntado a todos quais foram as impressões gerais acerca do material apresentado, como forma a instigar o início da conversa. Todos se mostraram dispostos a conversar e fizeram perguntas e apontamentos sobre a proposta do jogo, as conversas foram gravadas na forma de áudio através de um celular.

Em geral todos os avaliadores conseguiram compreender bem a proposta do jogo através do *storyboard*, todos afirmaram que o jogo apresenta uma dinâmica interessante, consideraram que a ideia de jogo está adequada ao público em questão e que a interface imaginada aparentemente não apresenta grandes problemas.

Na primeira reunião, E1 fez perguntas principalmente sobre o game design do jogo, se este apresentava algum estímulo ao jogador, alguma forma de recompensa pela construção da palavra de forma correta, como avanço de níveis ou pontuação. Foi indicado ao avaliador que, como informado no *storyboard*, a única mecânica apresentada é uma lógica de colecionismo, pois a cada palavra que o jogador formar ele ganhará mais um objeto para interagir no ambiente

virtual. E1 apontou também a importância de implementar elementos sonoros no jogo, como forma de dar ao usuário feedback quanto as interações. Avaliou a apresentação do *storyboard* como positiva e fez colocações quanto a aparência das cores na versão impressa, que pareciam com baixa saturação.

Na segunda reunião o E2 questionou sobre o funcionamento do quadro de palavras, foi explicado verbalmente como o quadro funciona, após a explicação o avaliador pode compreender melhor a dinâmica do jogo. Também ressaltou a importância de apresentar feedbacks sonoros ao usuário.

A avaliadora E3 apontou que é de fundamental importância o envolvimento de especialistas que trabalhem com alfabetização de crianças no processo de avaliação da proposta de jogo. Achou que a proposta atende bem às necessidades do usuário em questão, juntando o lúdico com aprendizado.

Na quarta entrevista E4, após compreender o funcionamento do jogo, apontou que este tem maior aplicação em um segundo momento no processo de alfabetização, que consiste no processo de codificação e decodificação das palavras da língua portuguesa. Que o jogo em questão tem potencial como instrumento didático.

Em entrevista com E5, o storyboard foi elogiado, foram feitas algumas considerações quando ao *feedback* ao usuário, o avaliador achou que seria interessante que houvesse um instrutor virtual que auxiliasse o jogador quando este apresentasse alguma dificuldade e que desse as mensagens de erro e congratulação.

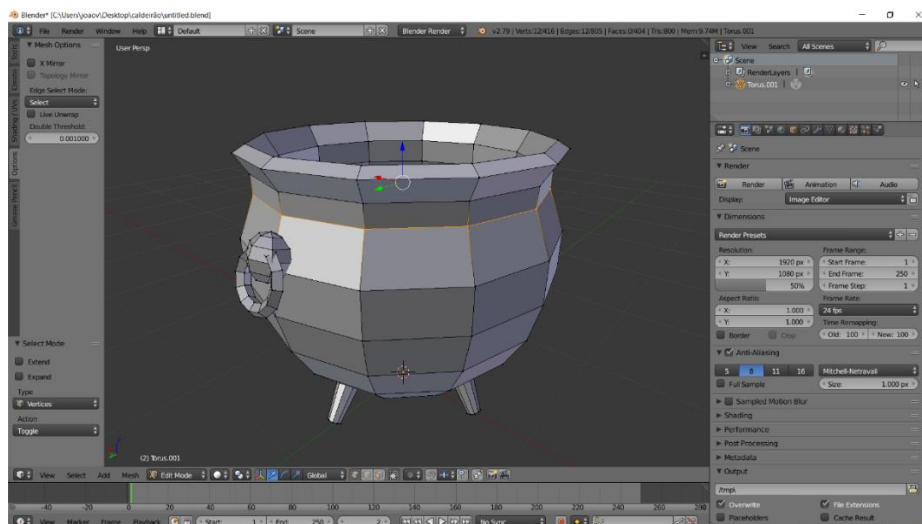
A partir destas informações coletadas, concluiu-se a princípio que a proposta de jogo não apresenta grandes problemas e possui alguma coerência com os objetivos que se pretende alcançar. Deu-se prosseguimento então para a fase de prototipagem e testes, para fazer uma avaliação mais aprofundada das ideias geradas.

7 O PROTÓTIPO

O protótipo foi gerado com intuito de visualizar a proposta do jogo e entender se este está em conformidade com os requisitos levantados no decorrer do projeto, quais são seus pontos fortes e o que precisa ser repensado ou melhorado. Como afirmado anteriormente, optou-se por desenvolver o protótipo de forma a implementá-lo em RV, pois, devido à alta complexidade deste tipo de sistema, outra forma de representação poderia prejudicar a compreensão dos avaliadores.

Para compor o cenário do jogo, foram modelados alguns objetos tridimensionais (caldeirão, árvores, o chão), já outros foram conseguidos de forma gratuita na internet. Para a modelagem tridimensional foi utilizado o *software* Blender 3D que trabalha com computação gráfica e permite que se construa objetos virtuais através da movimentação de vértices, arestas ou faces dos polígonos (Figura 17).

Figura 17 – Modelagem tridimensional

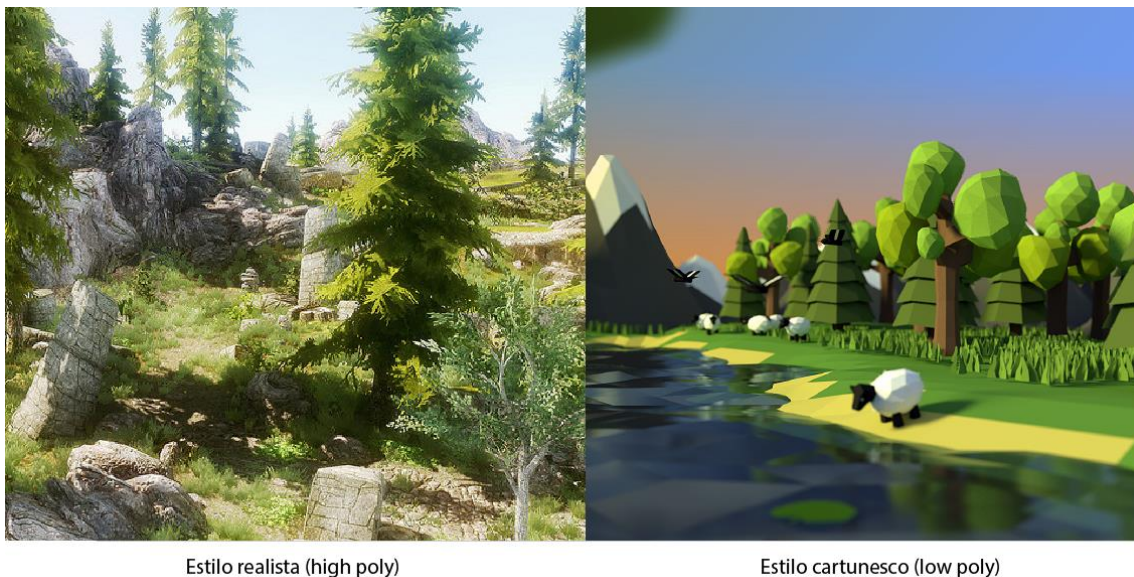


Fonte: acervo do autor.

Para se adequar a proposta de jogo, os modelos do protótipo foram desenhados na estética *lowpoly*, que consiste em modelar os objetos com uma malha de polígonos bastante reduzida e aplicar cores chapadas como material, sem fazer uso de texturas, deixando a volumetria apenas por conta da iluminação. Esta estética dá ao jogo uma aparência similar ao cartoon, com proporções menos realistas, cores uniformes e pouca complexidade no traço. Este estilo é identificado como “cartunesco” ou caricaturista, Järvinen (2002) diz que esta estética é similar à encontrada nos desenhos animados, em quadrinhos e caricaturas, onde a representação dos personagens e objetos é simplificada até suas características mais essenciais. Este estilo pode ser usado para concentrar a experiência de jogo em uma certa direção, por

exemplo, para um determinado público-alvo. Conforme o autor aponta, as crianças tendem a preferir o estilo “cartunesco”, por isso a grande maioria dos jogos infantis apresentam esse estilo (JÄRVINEN, 2002). A Figura 18, a seguir, faz um comparativo entre o estilo realista *high poly* e o cartunesco *low poly*.

Figura 18 – Comparação entre cenário *high poly* e *low poly*



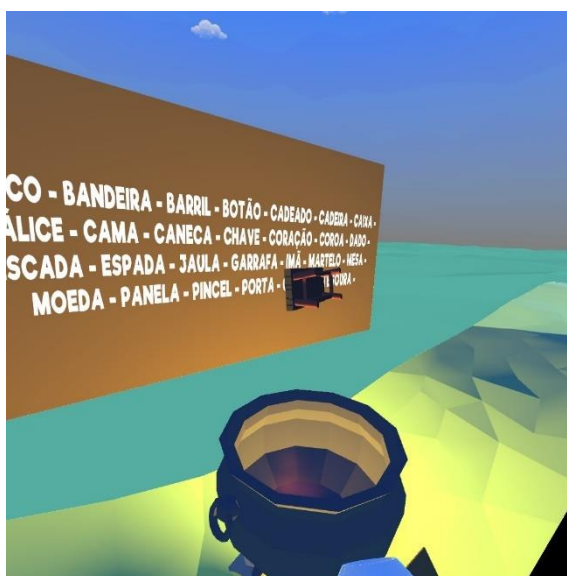
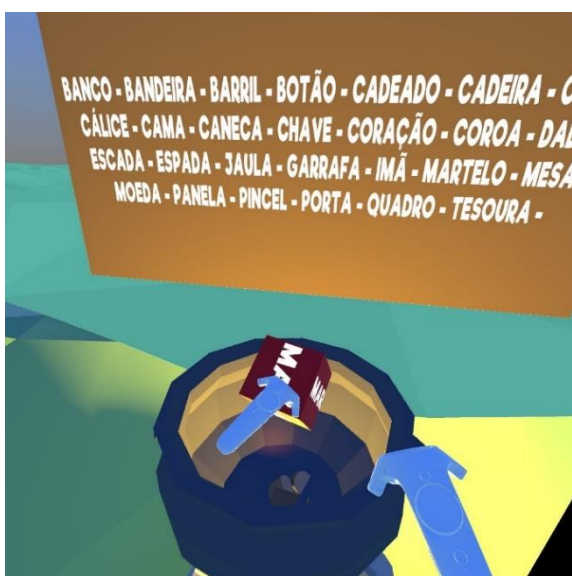
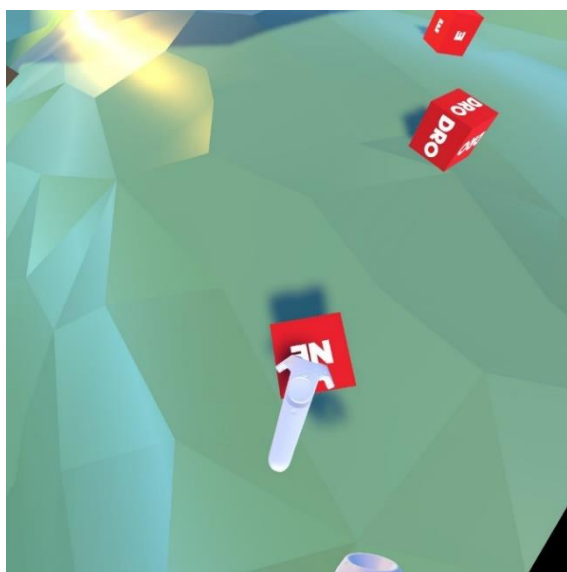
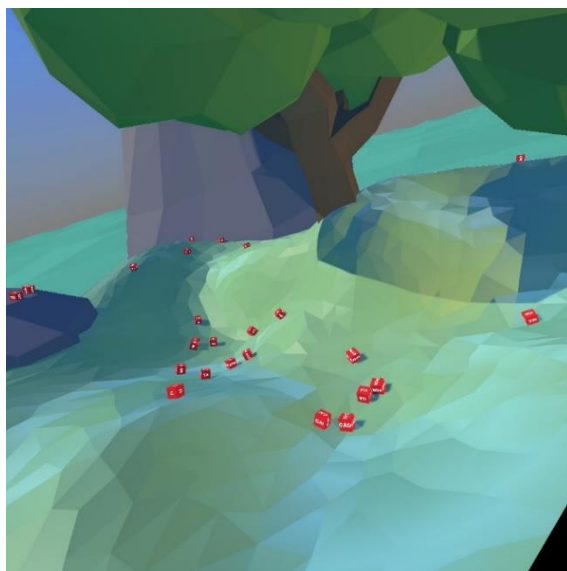
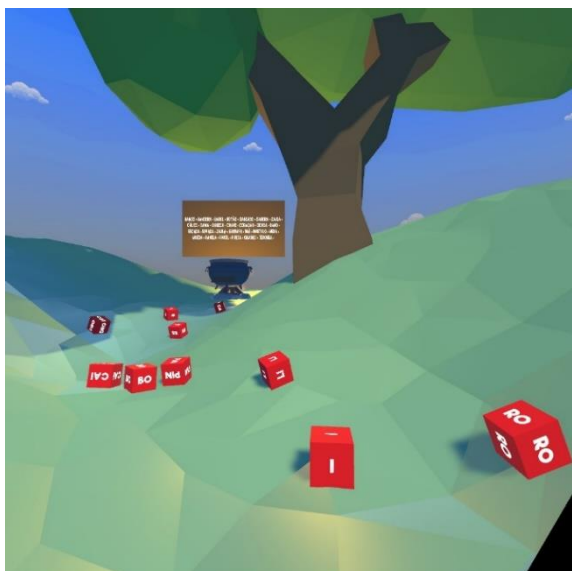
Fonte: acervo do autor.

Os efeitos sonoros foram adquiridos em sites que disponibilizam material online, o ambiente reproduz sons naturais de pássaros, farfalhar e de água corrente. O caldeirão apresenta um leve tilintar quando se forma alguma das palavras, não foi possível implementar todos os *feedbacks* sonoros planejados neste momento, como os recursos de *voiceover*.

Para este primeiro protótipo do Caldeirão Mágico foi utilizada a *engine* (motor de jogos) Unity. Optou-se pela utilização desta engine, pois este é um *software* livre, possui bastante versatilidade, portabilidade e popularidade, além de boa integração com a SteamVR, *framework* que faz a interface com o HTC Vive. A Unity apresenta um ambiente virtual tridimensional para criação de jogos, permite interação em tempo real, simulação de física e a programação de quaisquer aspectos desejáveis.

Após modelados e selecionados todos os elementos que compõe o protótipo, estes foram introduzidos na Unity. A mecânica de movimentação, interação e física do jogo já são disponibilizados pelo Vive e pela Unity, foi necessário programar apenas o funcionamento do caldeirão. A seguir (Figuras 19 a 24), enumeradas de cima para baixo e da esquerda para direita, estão, as imagens que apresentam o resultado da prototipagem do jogo:

Figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24 – Imagens *ingame* do protótipo



Fonte: acervo do autor.

As Figuras 19 e 20 mostram uma visão geral do cenário do jogo. Na Figura 21 apresenta o sistema de movimentação dentro do jogo com o ponteiro indicando para onde o jogador será transportado. A Figura 22 mostra o jogador pegando uma das sílabas no chão. Na figura 23 o jogador está depositando uma sílaba dentro do caldeirão. Já na Figura 24 é mostrado um objeto gerado a partir da construção de uma palavra corretamente.

7.1 Testes com o protótipo

Devido ao fato do estudo aqui proposto ter um caráter exploratório, seguiu-se uma abordagem qualitativa baseada na observação e entrevistas abertas com os avaliadores. Para este trabalho não foi possível aplicar a avaliação de heurísticas como planejado, devido algumas limitações de prazos e dificuldades em reunir os participantes que possuíssem conhecimento mais aprofundado sobre as questões pedagógicas. Desta forma a atividade aqui apresentada pode ser definida apenas como um pré-teste.

O pré-teste foi realizado com três avaliadores de forma individual (Figura 25). Dos três, somente o primeiro também participou da fase de avaliação do *storyboard*, aqui identificado como T1, sendo T1 especialista em computação gráfica. T2 especialista em design. O terceiro participante (T3) é um desenvolvedor de jogos digitais. Os avaliadores possuem idade entre 26 e 34 anos.

Figura 25 – Avaliador testando o protótipo do Caldeirão Mágico



Fonte: acervo do autor.

Após receberem as instruções iniciais quanto ao uso dos controles, deixou-se que os participantes jogassem livremente, todos apresentaram dificuldade inicial para compreender o

funcionamento do deslocamento dentro do jogo, (T3) apontou que o deslocamento é muito abrupto e causa desorientação. Quanto a função de pegar as sílabas os avaliadores apresentaram uma dificuldade inicial em alcançar os objetos no chão, observou-se que provavelmente havia uma disparidade entre as distâncias no mundo real e no ambiente virtual. Mas, após alguns instantes de adaptação, os avaliadores conseguiram interagir naturalmente com o jogo, todos cumpriram as tarefas de se movimentar pelo ambiente, recolher as sílabas e colocá-las no caldeirão. Todos testaram colocar sílabas aleatórias primeiro e depois tentaram formar palavras, ambas funções não apresentaram problemas.

Depois da sessão foram mostradas as heurísticas para que os avaliadores tivessem uma base para que pudessem discorrer acerca da experiência.

T1 afirmou que o jogo é interessante e bastante divertido, entretanto ainda há aspectos a serem melhorados. Sugeriu que o jogo deveria apresentar uma demonstração ao iniciar, como um tutorial, para que a criança possa compreender melhor as instruções. Disse que a interação com os objetos gerados a partir das palavras formadas é muito divertida, mas isso pode se tornar um ponto negativo, desviando a atenção da criança do objetivo principal do jogo, que é formar as palavras. Reclamou sobre a ausência de *feedback* negativo, quando as sílabas colocadas no caldeirão não correspondem a nenhuma das palavras solicitadas no jogo, foi explicado ao avaliador que não foi possível implementar este *feedback* por questões técnicas, ele sugeriu que o jogo apresentasse uma mensagem motivadora, que incentivasse o usuário a tentar novamente. Quanto a carga cognitiva e de memória exigida, T1 apontou que o jogo, como se apresenta agora, exige que o usuário tenha sempre em mente seu objetivo, ou seja, qual palavra pretende formar. Sugeriu então que a interface apresentasse as possibilidades que o jogador tem a partir das sílabas que já juntou. Quanto a estética considerou que a aplicação está bem adequada e o cenário é bem atrativo. Por fim, afirmou que o jogo estimula o uso da memória e a concentração o que são pontos positivos.

Na entrevista com T2, este apontou que gostou do jogo e disse que não tinha muitas ressalvas a fazer. Propôs a criação de um personagem para o jogo que funcionasse como um instrutor virtual, que este também possuísse a função de passar os *feedbacks* ao usuário. Indicou que sentiu certa dificuldade em localizar um conjunto de sílabas que formassem uma palavra, precisando percorrer o ambiente várias vezes e que talvez as crianças sentissem a mesma dificuldade. Achou que o cenário instiga o usuário à exploração e que isso é um ponto positivo. Fez ressalvas quanto a distribuição dos objetos no chão, disse que o movimento de se abaixar pra pegar os objetos poderia desequilibrar o usuário fazendo-o cair.

O avaliador T3 disse que achou a proposta interessante, mas questionou se crianças da faixa etária a qual se destina o jogo não teriam dificuldade de utilizar o sistema devido, principalmente, a coordenação motora pouco desenvolvida. Afirmou que a forma de deslocamento pode ser melhorada, pois, como funciona atualmente, causa certa desorientação. Elogiou os aspectos visuais do protótipo. Sugeriu que o usuário tivesse uma forma mais prática de limpar as sílabas que já foram colocadas no caldeirão, sem ter que colocar outras sílabas até que o algoritmo entenda que estas não formam nenhuma palavra. Propôs também que o usuário não tivesse que se abaixar tanto para pegar as sílabas que uma das saídas para este problema é colocá-las flutuando.

Com base no que foi observado e colocado pelos avaliadores é possível identificar alguns quesitos que precisam ser melhor analisados. É recomendável que sejam realizados novos testes, desta vez envolvendo especialistas na área de pedagogia, para avaliação dos aspectos educacionais propostos no jogo. Também é aconselhável o envolvimento de especialistas em ergonomia e usabilidade para julgar a funcionalidade da interface e o caráter ergonômico das posturas assumidas pelo usuário durante a interação. É ideal que após avaliação com especialista se aplique, também, testes junto ao usuário final.

8 CONCLUSÃO

Neste projeto, em conformidade com seu objetivo principal, foi realizado um trabalho exploratório quanto ao desenvolvimento de um jogo educativo em RV. Apesar do protótipo gerado ao fim do projeto apresentar uma série de problemas conceituais, os resultados foram positivos, pois foi possível entender quais as principais deficiências na ideia do jogo.

Em relação a capacidade do jogo em colaborar no processo de aprendizado da língua portuguesa, os resultados foram inconclusivos. Faz-se necessário que o protótipo do jogo passe por mais testes e avaliações para que se possa mensurar se os objetivos educacionais estão sendo atendidos pela proposta. Devido ao fato do não envolvimento do usuário final no processo de validação do protótipo, surgiram dúvidas quanto a seu escopo, talvez crianças com a faixa etária às quais se destina não consigam jogá-lo.

Entretanto, já neste estudo foi possível perceber como o envolvimento da tecnologia de RV possui um caráter motivador no contexto do aprendizado. A todas as pessoas às quais o projeto foi apresentado se mostraram muito curiosas e interessadas. É necessário que os estudos sejam continuados para que a ferramenta seja aprimorada.

Em questões práticas o jogo foi implementado com sucesso e funcionou bem no sistema de RV, segundo os relatos dos participantes dos testes, o jogo é bem divertido e o cenário é bastante lúdico.

Para trabalhos futuros, pretende-se realizar uma avaliação do protótipo de forma mais estruturada, com teste de diferentes abordagens, envolvendo especialistas e usuários finais. A partir do *output* que esta avaliação mais aprofundada gerar, iniciar um novo ciclo de projeto fazendo uma nova análise sobre o jogo e propondo melhorias para este.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. S. **Jogos para o ensino de conceitos: leitura e escrita na pré-escola**. Papirus, 1999.
- ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências**. Editora Vozes Limitada, 2011.
- BABICH, N. **Prototyping 101: The Difference between Low-Fidelity and High-Fidelity Prototypes and When to Use Each**. 2017. Disponível em: <<https://theblog.adobe.com/prototyping-difference-low-fidelity-high-fidelity-prototypes-use>> Acesso em 29 de outubro de 2018.
- BERG, C. H. et al. **Avaliação de ambientes virtuais de ensino aprendizagem acessíveis através de testes de usabilidade com emoções**. 2013.
- BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.
- BURDEA, G. C.; COIFFET, P. **Virtual reality technology**. John Wiley & Sons, 2003.
- CARDOSO, A. et al. Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada. **Editora Universitária UFPE**, p. 1-19, 2007.
- CHANDLER, H. M. **Manual de produção de jogos digitais**. Bookman Editora, 2009.
- COELHO, O. B.; SANTORO, D. M. A Sinergia entre as Heurísticas de Usabilidade de Software e as Heurísticas de Ensino-Aprendizagem do ponto de vista da Educação à Distância Mediada pela Web. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2002. p. 273-281.
- CYBIS, W.; HOLTZ, A.; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade 3ª edição: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. Novatec Editora, 2015.
- FALKEMBACH, G. A. M.; GELLER, M.; SILVEIRA, S. R. **Desenvolvimento de Jogos Educativos Digitais utilizando a Ferramenta de Autoria Multimídia: um estudo de caso com o ToolBook Instructor**. **RENOTE**, v. 4, n. 1, 2006.

FISCHER, Gustavo; SCALETISKY, Celso. Intuição e método de design. **SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL (SIGraDi)**, p. 306-308, 2009.

FORMIGA, E. Símbolos Gráficos: Métodos de Avaliação e Compreensão. 1. ed. São Paulo: Blucher. 2011.

GOMES, A. V. A. **Alfabetização na Idade Certa: garantir a aprendizagem no início do Ensino Fundamental**. 2013.

HART, J. **The art of the storyboard: storyboarding for film, TV, and animation**. McGraw Hill Professional, 1999.

INTERFACE. Dicionário online do Michaelis, 2018. Disponível em: <michaelis.com> Acesso em 29 de outubro de 2018.

JÄRVINEN, A. Gran Stylistissimo: The Audiovisual Elements and Styles in Computer and Video Games. In: **CGDC Conf.2002**.

JÚNIOR, A. A.; D'ANGELO, F. L.; COSTA, C. M. **Jogos educativos: estrutura e organização da prática**. Phorte Editora LTDA, 2011.

KIILI, K. et al. The design principles for flow experience in educational games. **Procedia Computer Science**, v. 15, p. 78-91, 2012.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. Perspectiva, v. 12, n. 22, p. 105-128, 1994.

LEITE, J. C. **Modelos e formalismos para a engenharia semiótica de interfaces de usuário**. Rio de Janeiro, 1998.

LOPES, M. G. **Jogos na educação: criar, fazer, jogar**. Cortez Editora, 2002.

MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar**. Artmed Editora, 2009.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. ACM, 1990. p. 249-256.

PANOSSO, M. G.; SOUZA, S. R.; HAYDU, V. B.. Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação Analítico-Comportamental. **Revista Brasileira de Psicologia escolar e educacional**, v. 19, n. 2, p. 233-241, 2015.

PEREIRA, S. R.; PAIVA, P. B. A importância da Engenharia da Usabilidade para a Segurança de Sistemas Informatizados em Saúde. **Journal of Health Informatics**, v. 3, n. 3, 2011.

PERNICE, K. **UX Prototypes: Low Fidelity vs. High Fidelity**. 2016. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/ux-prototype-hi-lo-fidelity/?lm=low-fi-prototypes-stakeholders&pt=youtubevideo>> Acesso em 29 de outubro de 2018.

PERRY, G. T. et al. **Necessidades específicas do design de jogos educacionais**. SBGames 2007, p. 7-9, 2007.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Avaliação de interfaces de usuário—conceitos e métodos. In: **Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo**. 2003. p. 28.

ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. Unicamp, 2003.

RODRIGUES, L. da S. Jogos e brincadeiras como ferramentas no processo de aprendizagem lúdica na alfabetização. 2013.

ROUSSOS, M. et al. Learning and building together in an immersive virtual world. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, v. 8, n. 3, p. 247-263, 1999.

ROUSSOU, M.; OLIVER, M.; SLATER, M. The virtual playground: an educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning. **Virtual reality**, v. 10, n. 3-4, p. 227-240, 2006.

SANTA ROSA, J. G.; DE MORAES, A. **Avaliação e projeto no design de interfaces**. 2AB, 2010.

SATO, A. K. O. Game design e prototipagem: conceitos e aplicações ao longo do processo projetual. **Proceedings do SBGames 2010**, p. 74-84, 2010.

SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. **Understanding virtual reality: Interface, application, and design**. Elsevier, 2002.

STEUER, J. Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. **Journal of communication**, v. 42, n. 4, p. 73-93, 1992.

SUPERDATA RESEARCH. (2017). **2016 year in review**. SuperData Research. Disponível em: <<https://www.superdataresearch.com/>> Acesso em 05 de jun. 2017.

TAVARES, R. Fundamentos de game design para educadores. **I Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação: construindo novas trilhas. GT–Desenvolvimento de Games. UNEB, Salvador–Bahia, 2005.**

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Editora SBC, 2006.

WALKER, M.; TAKAYAMA, L.; LANDAY, J. A. High-fidelity or low-fidelity, paper or computer? Choosing attributes when testing web prototypes. In: **Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting.** Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2002. p. 661-665.