

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Dissertação de Mestrado

Elicitação e Validação de Requisitos para a
Criação de Aplicações para Alfabetização de
Crianças com Síndrome de Down

Igor Vieira de Souza

Campina Grande, Paraíba, Brasil

Maio - 2019

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Elicitação e Validação de Requisitos para a
Criação de Aplicações para Alfabetização de
Crianças com Síndrome de Down

Igor Vieira de Souza

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande –
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software

Orientador

José Antão Beltrão Moura

Campina Grande, Paraíba, Brasil

© Igor Vieira de Souza, 15/05/2019

S729e

Souza, Igor Vieira de.

Elicitação e validação de requisitos para a criação de aplicações para alfabetização de crianças com síndrome de down / Igor Vieira de Souza. – Campina Grande, 2019.

138 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. José Antão Beltrão Moura".

Referências.

1. Educação Especial. 2. Engenharia de Requisitos. 3. Alfabetização. 4. Síndrome de Down. 5. Gamificação. I. Moura, José Antão Beltrão. II. Título.

CDU 376(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA MARIA ANTONIA DE SOUSA CRB 15/398

**"ELICITAÇÃO E VALIDAÇÃO DE REQUISITOS PARA A CRIAÇÃO DE APLICAÇÕES
PARA ALFABETIZAÇÃO DE CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN"**

IGOR VIEIRA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23/05/2019

JOSÉ ANTÃO BELTRÃO MOURA, Ph.D, UFCG
Orientador(a)

NAZARENO FERREIRA DE ANDRADE, Dr., UFCG
Examinador(a)

MARCELO ALVES DE BARROS, Dr., UFCG
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB

Resumo

A síndrome de Down (SD) é a causa genética mais comum de deficiência intelectual no mundo, exigindo maior atenção, principalmente, no que diz respeito aos processos de alfabetização e aquisição da linguagem. Apesar de existirem trabalhos que abordem tais questões, ainda são escassos estudos que auxiliem nesses processos, proporcionando, simultaneamente, educação e diversão às pessoas com SD. Esta dissertação apresenta os resultados de uma pesquisa que objetiva eliciar e validar requisitos que norteiem o desenvolvimento de *softwares* gamificados que auxiliem no processo de alfabetização e aquisição da linguagem para crianças com SD, de forma lúdica. Para tanto, o estudo elicitou os requisitos a partir de revisão da literatura, análise de produtos de *softwares* e entrevistas com o público SD, pais e especialistas, tanto do Brasil quanto da Austrália. No total, foram entrevistados 17 pessoas (6 com SD, 4 pais e 7 especialistas). Os resultados indicam que os requisitos encontrados e validados podem auxiliar o processo de alfabetização na SD, tendo os requisitos relacionados à navegação e interface como, possivelmente, os mais relevantes para a criação dessas aplicações. Assim sendo, este trabalho traz contribuições para o desenvolvimento de aplicações para os processos de aquisição da linguagem e alfabetização em crianças com SD, visto que ele fornece informações sobre requisitos, suas classes e suas validações, servindo futuramente como um guia para o desenvolvimento de *softwares* gamificados para o público SD.

Abstract

Down syndrome (DS) is the most common genetic cause of intellectual disability in the world, requiring more attention, especially in the literacy and language acquisition processes. Although there are studies that address such issues, there are still few studies that support these processes, simultaneously providing education and entertainment for people with DS. This dissertation presents the results of a research that aims to elicit and validate requirements that guide the development of gamified software applications that help in the process of literacy and language acquisition for children with DS in a playful way. To do so, the study elicited the requirements through literature review, software product analyses and interviews with the SD public, parents and specialists, from both Brazil and Australia. In total, 17 people were interviewed (6 with SD, 4 parents and 7 specialists). The results indicate that the requirements found and validated can help the literacy process in SD, with the requirements related to navigation and interface as possibly the most relevant for the creation of these applications. Thus, this work brings contributions to the development of applications that support processes of language acquisition and literacy in children with SD. It provides information about requirements, their classes and their validations, serving in the future as a guide for the development of gamified software for the SD audience.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a todos os meus familiares, em especial, aos meus pais, Reginaldo José de Souza e Eremir Vieira de Souza, à minha namorada e grande amor, Laíse Araújo Gonçalves, à minha irmã, Marianne Vieira de Souza, e ao meu primo/irmão, Helder Medrado Souza, por todo o apoio durante a realização deste mestrado e da minha vida. Vocês me inspiram e me motivam a continuar e nunca desistir. Devo tudo a vocês!

Ao meu orientador José Antônio Beltrão Moura, pelos conselhos, pelos incentivos, pelas orientações concedidas, pela paciência e compreensão; e por toda a confiança depositada em mim durante essa pesquisa.

À prof. Dr. Carla Salati Girello-Pires pela ajuda, conselhos e apoio durante toda essa caminhada da pesquisa, compartilhando comigo todo o seu conhecimento e tirando dúvidas sobre a síndrome de Down.

A todos os integrantes do LAPEN e do Fala Down Conquista pela ajuda e as amizades que fiz durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os meus amigos, em especial, Hevérton Sales, Diego Gomes, Helber Marinho, Victor Willer, Leandro Gonçalves, Joaquim Maia, Carlos Germano, Laila Carvalho, Bianca Silva, Stefane Dias por todo o companheirismo e diversão.

Aos professores Dr. Marcelo Barros e Dr. Nazareno Andrade, por aceitarem o convite para fazer parte da banca de defesa e pelas contribuições dadas para a melhoria do trabalho.

Ao meu sogro, Luiz Alberto Gonçalves, e à minha sogra, Jacinta Araújo, por todo apoio e carinho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

A todos que sempre torceram por mim!

A Deus, por tudo!

Sumário

Capítulo 1 Introdução.....	12
1.1 Contextualização	12
1.2 Motivação.....	12
1.3 Objetivos	14
1.4 Contribuições	15
1.5 Organização.....	15
Capítulo 2 Fundamentação Teórica	17
2.1 Engenharia de Requisitos	17
2.1.1 Processos de Engenharia de Requisitos	19
2.1.2 Elicitação de requisitos	20
2.1.3 Validação de requisitos.....	24
2.1.4 Requisitos em processos ágeis.....	25
2.2 Gamificação: Conceito, Caracterização e Educação.....	26
2.3 A Síndrome de Down.....	29
Capítulo 3 Trabalhos Relacionados	32
3.1 Educação especial auxiliada por computador e dispositivos móveis.....	32
3.2 Gamificação e Jogos Sérios na síndrome de Down	34
Capítulo 4 Metodologia	36
4.1 Metodologia para Elicitação e Validação de Requisitos.....	36
Capítulo 5 Projeto Arquitetônico Básico, Requisitos Iniciais e Classes de Requisitos	42
5.1 Arquitetura Básica.....	42
5.2 Conjunto Inicial de Classes e Requisitos para <i>GeL-Apps</i> SD.....	43
Capítulo 6 Validação e Análise do Conjunto de Classes e Requisitos.....	50
6.1 Análise dos resultados	51
6.2 Limitações e reflexões.....	58

Capítulo 7 Implementação de um subconjunto de requisitos e validação pelos clientes com SD	61
7.1 Validação com o <i>Mockup</i>	63
7.1.1 Análise e Resultados da Validação das Fontes e Palavras	66
7.1.2 Análise e Resultados da Validação das Cores	69
7.1.3 Análise e Resultados da Validação das Imagens	70
7.1.4 Análise e Resultados da Validação das Botões e Menu	73
7.1.5 Observações e Visão Geral dos Resultados	77
7.2 Validação com Protótipo	80
7.2.1 Análise dos Resultados da Validação	85
7.3 Resultado Final da Validação dos Requisitos no Primeiro Ciclo de validação	91
Capítulo 8 Considerações Finais e Trabalhos Futuros.....	94

Lista de Símbolos

SD – *Síndrome de Down*

GeL-APP – *Aplicação Gamificada de Aprendizagem Eletrônica*

UNCRPD - *Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiências das Nações Unidas*

ER – *Engenharia de Requisitos*

LAPEN – *Laboratório de Pesquisas e Estudos em Neurolinguística*

SBIE – *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*

Lista de Figuras

Figura 2.1: Exemplo de requisitos de usuário e de sistema	18
Figura 2.2: Visão espiral do processo de Engenharia de Requisitos	20
Figura 2.3: Processo de elicitação e análise de requisitos	21
Figura 2.4: Diferença entre gamificação, jogos sérios, brincadeiras e design lúdico.....	28
Figura 2.5 Cromossomos na síndrome de Down	30
Figura 4.1: Metodologia proposta para o projeto e implementação <i>GeL-apps SD</i>	39
Figura 5.1: Arquitetura básica de <i>GeL-app SD</i>	42
Figura 6.1: Priorização geral dos requisitos de acordo com a importância (Média no centro do intervalos)	52
Figura 6.2: Priorização pelos <i>designers</i>	53
Figura 6.3: Priorização pelos profissionais	53
Figura 6.4: Priorização pelos pais. (Média e intervalo de confiança de 90%).....	53
Figura 6.5: Comportamento dos <i>GeL-apps SD</i> validadores na priorização das classes.....	54
Figura 7.1: Representação em alto nível dos primeiros ciclos do <i>roadmap</i>	61
Figura 7.2: Tela 1 do <i>mockup</i> com alguns elementos destacados.....	65
Figura 7.3 Tela 4 do <i>mockup</i> com a frase com sombra destacada	68
Figura 7.4: Telas 1 e 2 (Alto contraste)	70
Figura 7.5: Tela 5 da aplicação com o botão “África iô iô” destacado	75
Figura 7.6: Telas 1 (à esquerda) e Tela 3 (à direita)	76
Figura 7.7: Tela inicial da protótipo Edu e Léo	82
Figura 7.8: Jogo da memória do protótipo.....	83
Figura 7.9: Jogo Cofre do Edu (quarto na tela superior e o baú na inferior).....	84
Figura 7.10: Tela da pontuação do jogo Cofre do Edu	84
Figura 7.11: Comparação entre os botões destacados Sair da tela Inicial (à esquerda) e Menu da tela jogo da Memória (à direita).....	87

Lista de Tabelas

Tabela 5-1: Número de requisitos elicitados por etapa e classe para <i>GeL-apps SD</i>	45
Tabela 5-2: Lista de requisitos. A fonte de I.a a I.d representam as etapas da coleta de requisitos apresentadas na metodologia.....	46
Tabela 6-1: Requisitos que receberam sugestões para alteração semântica	55
Tabela 6-2: Demais requisitos que sofreram pelo menos uma sugestão de exclusão do conjunto inicial.....	57
Tabela 6-3: Novos requisitos adicionados ao fim da segunda etapa	58
Tabela 7-1: Participantes da entrevistas.....	63
Tabela 7-2: Conjunto de requisitos da classe Navegação e Interface implementado no <i>Mockup</i>	64
Tabela 7-3: Repostas dos entrevistados ao requisito NI.14	71
Tabela 7-4: Repostas dos entrevistados ao requisito NI.17	71
Tabela 7-5: Requisitos aprovados na validação com o <i>mockup</i>	77
Tabela 7-6: Requisitos que receberam sugestão para remoção ou para alteração semântica	78
Tabela 7-7: Requisitos adicionados ao fim da validação com o <i>mockup</i>	79
Tabela 7-8: Conjunto de requisitos implementado no protótipo	80
Tabela 7-9: Requisitos aprovados no processos de validação com o protótipo.....	88
Tabela 7-10: Requisitos que sofreram sugestão para remoção ou para alteração semântica	89
Tabela 7-11: Requisitos adicionados ao fim da validação com o protótipo	90
Tabela 7-12: Sugestões de novas descrições para os requisitos	92

Capítulo 1 Introdução

1.1 Contextualização

A síndrome de Down (SD) é a causa genética mais comum de deficiência intelectual no mundo, acontecendo com uma proporção de, aproximadamente, um caso para cada 700 nascimentos vivos [46]. A partir deste número e de estimativas do Movimento Down¹ para 2013, presume-se que existam mais de 300 mil pessoas com SD no Brasil e que este número deva aumentar significativamente nos próximos 20 anos devido ao aumento no número de nascimentos e da expectativa de vida das pessoas com SD, tornando fundamental o acesso dessas pessoas ao mercado de trabalho e a uma educação de qualidade para que possam ser inseridas na sociedade e ter uma vida independente.

Entre os artigos da Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiências das Nações Unidas² (UNCRPD, sigla em inglês) é estabelecido os direitos das pessoas com deficiência: a educação (artigo 24); a viver de forma independente e com inclusão na comunidade (artigo 19); a ter acesso a informação e a serviços de comunicação (artigo 21); e a trabalhar e ter emprego (artigo 27). Uma forma de garantir e reivindicar esses direitos é por meio da construção de uma boa base durante o processo de alfabetização. Infelizmente, as pessoas com SD apresentam deficiência em alguns canais sensoriais e motores, com limitações em habilidades como a memória, a cognição e a comunicação [26], tendo, de acordo Schwartzman [57] e Cunningham [18], a linguagem como a área mais afetada e com maior atraso no desenvolvimento. Além disso, como aborda Cleland et al. [16] e Owens [51], é comum para indivíduos com SD demonstrarem déficits tanto em habilidades de linguagem expressiva quanto nas receptivas, tornando mais complexo o processo de alfabetização.

1.2 Motivação

Alguns estudos sugerem que o processo de estimulação da linguagem na SD deve ser feito intensivamente desde os primeiros meses de vida da criança a fim de evitar que as dificuldades apresentadas em articular a fala e adquirir a linguagem persistam até a fase adulta [46][30][54]. Assim sendo, algumas práticas pedagógicas como a utilização de jogos, brincadeiras, canções

¹ www.movimentodown.org.br

² www.un.org

e atividades orais e motoras são empregadas, atualmente, para auxiliar nos processos de aquisição da linguagem e alfabetização nessas crianças [15]. Porém, tais práticas, em sua maioria, ainda são feitas de forma manual pelos especialistas e terapeutas, principalmente, devido à escassez de aplicativos de *software* que atendam, em específico, às necessidades das crianças com SD. Fatores como o excesso de repetições, o desconforto e a monotonia na realização de alguns exercícios podem desmotivar essas crianças a se manterem engajadas com tais procedimentos pedagógicos, levando-as, conseqüentemente, à dispersão na aprendizagem e diminuindo, assim, o rendimento.

Recentemente, a comunidade acadêmica vem se envolvendo cada vez mais com o desenvolvimento de *softwares* para usuários que possuem algum tipo de deficiência cognitiva. Isso vem ocorrendo porque essa comunidade acredita que a tecnologia pode servir como uma ferramenta importante para auxiliar esses usuários nos processos de aprendizado e comunicação, proporcionando uma melhor qualidade de vida e educação [26]. Estudos como o de [23], por exemplo, apresentam indícios que atividades realizadas por meio de ferramentas digitais como jogos apresentam vantagens que podem melhorar significativamente a atenção de crianças com necessidades especiais.

Em vista disso, acredita-se que a utilização de aplicativos educacionais que permitam contornar as dificuldades encontradas pelas crianças com SD, potencializando os procedimentos pedagógicos para que essas crianças se sintam engajadas e motivadas para realizar as atividades propostas pelos terapeutas e profissionais, podem proporcionar um maior aprendizado e rendimento. Embora já existam estudos que abordem o uso de *softwares* educacionais como jogos sérios [25][11][7] para estimular o processo cognitivo e motor das crianças com SD, ainda faz-se necessário uma abordagem voltada para o processo de alfabetização que atenda às necessidades dessas crianças e que possibilite um aprendizado interativo e divertido tanto dentro quanto fora do aplicativo.

Com o crescente aumento do uso da gamificação na área de educação nos últimos anos, vem tornando-se evidente que, quando usada corretamente, a gamificação consegue não só auxiliar o processo e os resultados da aprendizagem, como também motivar e dar suporte ao estudante. Por isso, acredita-se que o uso de aplicações gamificadas, de realidade alternada – ou seja, aplicativos de *software* com características de jogos multimídia com o objetivo misto de educação e entretenimento, alternando experiências no mundo real e virtual – pode, além de facilitar a criação de atividades pelos profissionais, contribuir para aprimorar a interação das

crianças com SD com práticas educacionais embutidas em tais aplicações, tornando estas práticas mais atraentes e engajadoras para o processo de aprendizagem.

1.3 Objetivos

Segundo Engholm [24], uma grande parte dos problemas que podem gerar falhas ou fracassos em projetos de *software* estão diretamente relacionados aos requisitos como, por exemplo, o não entendimento da real necessidade e expectativa dos usuários pelos engenheiros ou pelos próprios usuários; a incompletude na especificação; e a mudança dos requisitos com o projeto em andamento ou concluído. Nesta dissertação é realizado um estudo sobre requisitos para o desenvolvimento de aplicações gamificadas que deem suporte à alfabetização de crianças com SD, acelerando e melhorando os processos de aquisição e funcionamento da linguagem (tais aplicações, aqui, serão chamadas de aplicações gamificadas de aprendizagem eletrônica para a síndrome de Down ou *GeL-apps SD*).

Tendo isso em vista, o objetivo principal deste trabalho é propor um conjunto de requisitos que sirva para direcionar as versões evolutivas de aplicações gamificadas que atendam às necessidades de usabilidade e acessibilidade de crianças com síndrome de Down, nos processos de aquisição da linguagem e alfabetização.

Para tanto, espera-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Identificar metodologias e técnicas de elicitação e análise de requisitos que auxiliem na compreensão das necessidades reais dos *stakeholders* (pessoas com SD, pais, profissionais atuantes na área de alfabetização de pessoas SD e designers de jogos) de forma eficaz;
- Identificar, validar e priorizar classes de requisitos para propor e ajustar um conjunto inicial de requisitos que possa ser utilizado para apoiar o projeto de arquitetura e planejamento da evolução de versões *GeL-apps SD*;
- Validar o(s) conjunto(s) de requisitos prioritários junto aos *stakeholders* envolvidos no processo de aquisição e alfabetização de crianças SD;
- Traçar conclusões a partir da validação do(s) conjunto(s) de requisitos elicitados, para que possam ser utilizado(s) na implementação de versões de aplicações gamificadas para crianças SD no contexto da alfabetização e em outros contextos não avaliados.

1.4 Contribuições

Neste trabalho é levado em consideração que, assim como afirma Bruno et al [9], aprendizes com SD têm os mesmos objetivos que aqueles que não possuem a síndrome, embora tenham um ritmo mais lento e necessitem de um ensino personalizado que atenda às suas necessidades especiais de educação, permitindo-os atingir os seus objetivos individuais. Por isso, *softwares* voltados para crianças com SD tendem a ser mais complexos e necessitam que as atividades centrais da Engenharia de Requisitos: elicitação, documentação, validação e gerenciamento [52] sejam realizadas de forma correta para que o software atenda às necessidades desses usuários.

Dessa forma, é importante que a metodologia e as técnicas utilizadas para elicitar e validar os requisitos com as crianças SD levem em consideração que o usuário pode além de ter dificuldades maiores que o normal para descrever suas tarefas, também omitir informações importantes ou não conseguir cooperar com o analista/engenheiro por não entender a finalidade do trabalho. Por isso, esta pesquisa busca estender trabalhos sobre desenvolvimento de *softwares* para pessoas com SD e outros trabalhos anteriores, trazendo as seguintes contribuições:

- São propostos um design genérico para criação de *GeL-apps* SD e a análise dos seus maiores e mais importantes requisitos;
- É apresentado um conjunto de requisitos que podem ser utilizados como um guia para aumentar a acessibilidade e usabilidade de *softwares* desenvolvidos para o público SD no geral;
- E propõe a implementação da Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiências proposto pelas Nações Unidas.

1.5 Organização

A presente dissertação está organizada em oito capítulos. No capítulo 1, introdutório, abordamos alguns postulados teóricos que fundamentam o nosso estudo, contribuindo para a compreensão dos resultados obtidos; o que motivou a realização da pesquisa que deu origem ao presente trabalho, bem como os nossos objetivos e as contribuições. No capítulo 2, **Fundamentação Teórica**, trataremos abordagens teóricas acerca da Engenharia de Requisitos, Gamificação e questões acerca da síndrome de Down, em específico, aspectos relacionados aos processos de alfabetização e aquisição da linguagem. No capítulo 3, **Trabalhos Relacionados**,

faremos uma revisão acerca dos diversos estudos que abordam o uso da gamificação, jogos Sérios ou outros *softwares*, em geral, enquanto ferramentas para auxiliar no ensino e na educação de pessoas com síndrome de Down ou com outras necessidades especiais de educação. Nesse capítulo, apresentaremos, brevemente, alguns dos estudos que mais tem relação com este trabalho. No capítulo 4, **Metodologia**, apresentaremos a metodologia para elicitação e validação de requisitos. No capítulo 5, **Projeto Arquitetônico Básico, Requisitos Iniciais e Classes de Requisitos**, traremos uma abordagem acerca da arquitetura básica e o conjunto inicial de requisitos e suas classes para *GeL-apps* SD. No capítulo 6, **Validação e Análise do Conjunto de Classes e Requisitos**, apresentaremos a análise dos resultados, limitações e reflexões. No capítulo 7, **Implementação de um subconjunto de requisitos e validação pelos clientes com SD**, traremos à tona questões acerca da validação com o *Mockup*, validação com o protótipo, a análise dos resultados da validação e os resultados finais da validação dos requisitos. E, para finalizar, em Considerações Finais, apresentaremos as nossas considerações acerca da pesquisa desenvolvida e do trabalho realizado.

Capítulo 2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica necessária para o entendimento desta pesquisa. A seguir, estão descritos alguns conceitos básicos acerca da síndrome de Down, Engenharia de Requisitos e Gamificação.

2.1 Engenharia de Requisitos

De acordo com Pohl [53], a Engenharia de Requisitos (ER) é uma abordagem sistemática e disciplinada para especificação e o gerenciamento de requisitos que tem como objetivo além de conhecer, documentar e gerenciar os requisitos relevantes para o sistema, entender e registrar os desejos e necessidades dos *stakeholders*¹ a fim de estabelecer um consenso e minimizar o risco de entregar um sistema que não atenda às suas expectativas. Para Sommerville [62], a Engenharia de Requisitos pode ser resumida como o processo de descobrir, analisar, documentar e verificar os serviços e restrições que um sistema de *software* deve ter.

A esses serviços, restrições e suas descrições é dado o nome de requisito. Os requisitos são a base para todo projeto de *software* e servem como um guia para as suas atividades. Eles refletem as necessidades que os usuários e clientes têm para um sistema e, basicamente, definem o que o sistema deve fazer, quais serviços ele deve oferecer e quais limitações ele possui, como, por exemplo, determinar como encontrar e armazenar informações em um sistema de busca.

Em uma definição mais formal, a IEEE [39] estabelece que um requisito é:

- (1) uma condição ou capacidade necessária por um usuário para resolver um problema ou conquistar um objetivo;
- (2) uma condição ou capacidade que deve ser alcançada ou possuída por um sistema ou componente do sistema para satisfazer um contrato, padrão, especificação ou outro documento formalmente imposto;
- (3) uma representação documentada de uma condição ou capacidade como em (1) e (2).

Contudo, embora o termo requisito já esteja bem estabelecido na indústria de *software*, ele pode apresentar diferentes conotações dependendo do contexto. Enquanto em alguns casos, o termo requisito é utilizado para descrever uma declaração abstrata de alto nível de algum serviço que o sistema deve oferecer ou alguma restrição que ele possui. Em outros, pode se referir a uma definição detalhada e formal de uma função do sistema. Devido a estes diferentes

¹Um *stakeholder* de um sistema é uma pessoa ou uma organização que tem (direta ou indiretamente) influência nos requisitos do sistema.

níveis de descrições, Sommerville [62] propôs dividi-los em dois níveis, os requisitos de usuários e os requisitos de sistema.

Os requisitos de usuário são declarações em linguagem natural que podem vir acompanhadas com diagramas sobre quais serviços são esperados que o sistema providencie para os seus usuários e quais são as restrições sob as quais ele deve operar, tendo uma conotação mais abstrata do processo de implementação e menos formal. Já os requisitos de sistema são descrições mais detalhadas e técnicas das funções, serviços e restrições operacionais do *software*, definindo em um documento (o documento de requisitos do sistema) exatamente como o sistema deve ser implementado.

Ambos os níveis de detalhamento de requisitos são importantes e possibilitam a comunicação de informações com diferentes tipos de pessoas. Enquanto o primeiro tem um foco maior na acessibilidade e rapidez, permitindo uma comunicação menos específica sobre a parte técnica e possibilitando uma comunicação mais simples entre os desenvolvedores e os *stakeholders*; o segundo tem um foco maior na especificidade do sistema, trazendo mais detalhes técnicos para garantir que os interlocutores entendam como o sistema atenderá aos processos de negócio e como ele deverá ser implementado. A diferença entre esses níveis de detalhamento pode ser observado na Figura 2.1.

Figura 2.1: Exemplo de requisitos de usuário e de sistema

Definição de requisitos de usuário	Definição de requisitos de sistema
<ul style="list-style-type: none">• O sistema deve criar relatórios diários com o desempenho e o tempo gasto de cada criança na realização das atividades passadas pelos profissionais.	<ul style="list-style-type: none">• Ao fim de cada dia, o sistema deve gerar um resumo de todas as atividades realizadas pelas crianças e cada atividade deve apresentar o nome dos profissionais que a propuseram.• Neste resumo, deve vir o nome do usuário, o seu desempenho nas atividades e o horário em que cada atividade foi feita.• Após 23:30h, o sistema deve gerar automaticamente um relatório e deixá-lo disponível para acesso.• O acesso ao relatório deve ser restrito aos usuários cadastrados como profissionais e pais.

Para este trabalho, optou-se por detalhar os requisitos apenas a nível de usuários por este permitir que o sistema e suas funcionalidades possam ser expressados de maneira simplificada e rápida para os usuários, possibilitando que até mesmo pessoas com pouco ou nenhum conhecimento sobre os aspectos técnicos de desenvolvimento de *software* possam interagir com

os engenheiros e analistas e opinar sobre o sistema. Além disso, por ser um tipo de documentação menos complexa e detalhada, ela permite que alterações sejam feitas de forma mais fácil caso novos requisitos surjam ou requisitos existentes precisem ser modificados durante o desenvolvimento do *software*.

Um outro ponto importante é que algumas práticas e metodologias ágeis [43] foram agregadas a este estudo para a realização deste trabalho e por isso a documentação mais complexa e custosa foi abandonada em prol de uma maior agilidade no desenvolvimento. Mais detalhes sobre práticas e metodologias serão abordados na seção 2.1.4 deste capítulo.

2.1.1 Processos de Engenharia de Requisitos

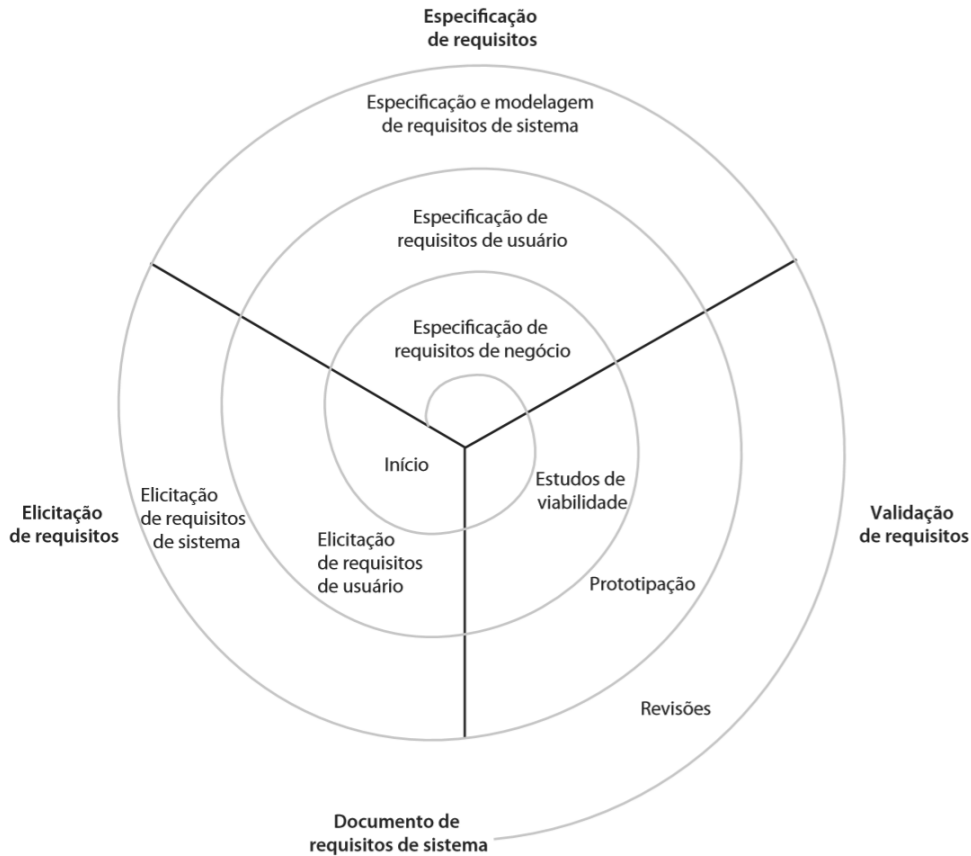
Nas últimas décadas houve um grande aprimoramento na execução de projetos de *software* e cada vez menos projetos tem falhado ou encontrando dificuldades para entregar os seus sistemas dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos. Uma das principais razões que contribuíram para isso foi o avanço nos processos e técnicas de Engenharia de Requisitos que não só fizeram com que esta área ganhasse mais importância como demonstraram o quão impactante ela é para o bom desenvolvimento de um sistema de *software*.

De acordo com [44], cerca de 40% a 60% de todos os problemas encontrados em um projeto de desenvolvimento de *software* ocorrem devido às falhas no processo de requisitos, demonstrando o quanto um bom processo de ER pode determinar a qualidade e a eficiência em um projeto de *software*. Esse autor afirma, ainda, que dentre as mais diversas causas, o uso de técnicas inadequadas para o projeto pelos desenvolvedores e o fato de não existir uma técnica padrão para esse processo são alguns dos principais problemas encontrados durante o desenvolvimento de *software*.

De modo geral, a ER é composta por quatro atividades principais de alto nível: a elicitação, no qual é realizada a descoberta dos requisitos; a documentação ou especificação, no qual os requisitos elicitados são descritos adequadamente; a validação e negociação, em que os requisitos são verificados a fim de confirmar se eles definem o sistema que o cliente quer; e o gerenciamento, que é atividade responsável por qualquer medida necessária para estruturar os requisitos. Embora essas atividades estejam descritas de forma independente e em uma ordem específica, na prática, como afirma Nuseibeh e Easterbrook [50], elas ocorrem de forma intercalada e interativa, podendo abranger todo o ciclo de vida de desenvolvimento do sistema. Um exemplo desse processo pode ser observado na Figura 2.2 em que essas fases são apresentadas em formato de uma espiral, cuja saída é o documento de requisitos. Mais adiante

neste capítulo serão abordados com mais detalhes os processos de elicitação e validação de requisitos que são importantes para a compreensão deste trabalho.

Figura 2.2: Visão espiral do processo de Engenharia de Requisitos



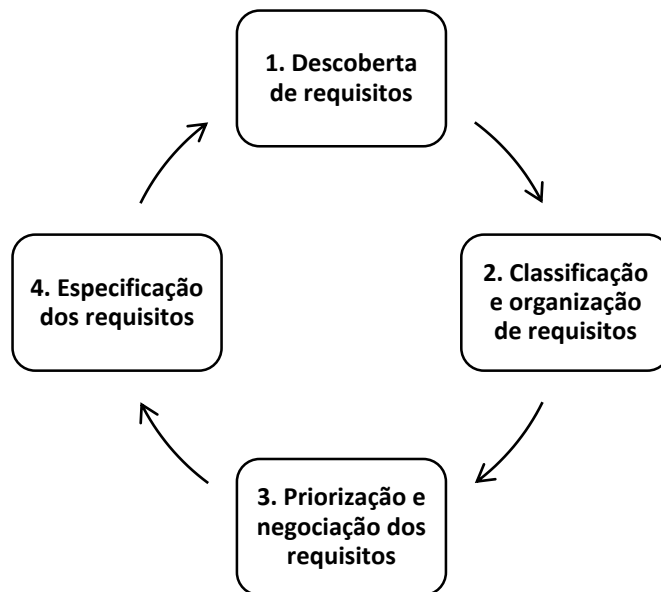
Fonte: Sommerville [62]

2.1.2 Elicitação de requisitos

A elicitação é uma das atividades centrais da ER para o desenvolvimento de um sistema de *software*. Para alguns, ela é frequentemente vista como a primeira etapa no processo de ER e é onde os engenheiros de *software* trabalham em conjunto com os *stakeholders* do sistema com o objetivo de analisar e obter informações sobre o domínio da aplicação, os serviços que o sistema deve oferecer, as restrições de *hardware* e os demais aspectos importantes do sistema [50].

Apesar do processo de elicitação variar de organização para organização devido tanto ao tipo de *software* que pretende ser desenvolvido quanto por fatores organizacionais (como o local do desenvolvimento e a especialidade da equipe), de modo geral, todo processo de elicitação segue algo próximo ao modelo apresentado na Figura 2.3.

Figura 2.3: Processo de elicitação e análise de requisitos



Fonte: Sommerville [62]

Nesse modelo, apresentado por Sommerville [62], o processo de elicitação é resumido em quatro atividades:

1. A descoberta de requisitos, em que, a partir da interação dos engenheiros e analistas com as principais fontes de requisitos, busca-se encontrar os requisitos para o desenvolvimento do sistema;
2. A classificação e organização de requisitos, que é a atividade cujo objetivo é estruturar, agrupar e organizar as coleções ou conjuntos de requisitos em grupos coerentes;
3. A priorização e negociação de requisitos, que está relacionada com a definição de níveis de prioridade entre os requisitos e a negociação desses níveis com os *stakeholders* afim de evitar requisitos conflitantes;
4. E a especificação dos requisitos, em que os requisitos são documentados e inseridos nos próximos ciclos de desenvolvimento.

Principais fontes de requisitos

A elicitação está diretamente relacionada com as demais atividades de ER e pode envolver os mais diversos tipos de pessoas durante a sua realização, sendo um dos primeiros passos e uma tarefa fundamental identificar os *stakeholders* devido à sua importância como uma fonte de requisitos para o sistema. Alguns exemplos de *stakeholders* são os clientes, os

desenvolvedores e os usuários finais. Para sistemas interativos, por exemplo, os usuários finais têm um papel fundamental no processo de elicitação, já que a usabilidade do sistema deve ser definida em torno da população alvo. Como nem todos os usuários são iguais e possuem as mesmas necessidades, parte do processo de elicitação é identificar as diferentes classes de usuários como os usuários iniciantes, os peritos, os ocasionais, os que possuem algum tipo de deficiência ou necessidade especial e assim por diante [59].

Na maioria dos casos, não identificar ou não considerar possíveis *stakeholders* pode refletir negativamente para o desenvolvimento do projeto, já que requisitos importantes podem não ser detectados e aparecerem posteriormente como um pedido de alteração em algum requisito já implementado, aumentando drasticamente os custos para corrigi-lo. Outros problemas que podem surgir, além do aumento nos custos de desenvolvimento, são que importantes aspectos do sistema podem ficar sem serem identificados e que o objetivo do projeto pode ser perdido [53].

Além dos *stakeholders*, outras fontes importantes de requisitos são as documentações e os sistemas em operação. As documentações, como os padrões e os documentos de requisitos ou organizacionais, frequentemente, apresentam informações importantes que têm a capacidade de se tornarem requisitos e por isso devem sempre ser verificados. Já os sistemas em operação, como os sistemas legados (ou predecessores) e os sistemas competidores, podem ser testados pelos *stakeholders* e analisados pelos engenheiros/analistas para obter impressões sobre a forma atual como as coisas funcionam, tendo, assim, um ponto de partida para que alterações e extensões possam ser feitas.

Técnicas para elicitação de requisitos

De modo geral, existem várias técnicas importantes para a elicitação de requisitos e as condições para que cada uma delas possa ser empregada pode variar de acordo a situação em que o projeto se encontra. Saber como aplicar a técnica apropriada para cada tipo de situação possibilita que os requisitos sejam elicitados da forma mais completa e compreensível. Como abordado por Leffingwell [44] e por Hickey and Daves [36], não existe um método universal ou uma técnica padrão para o processo de elicitação. Por isso, fica a cargo dos engenheiros e analistas de *software* identificarem e decidirem os tipos de técnicas que são compatíveis com o seu projeto, levando em consideração as restrições e características individuais do projeto como tempo, orçamento, experiência da equipe, riscos, capacidade de descobrir requisitos com os *stakeholders* e assim por adiante.

De acordo com Pohl [53], ter uma boa comunicação durante a fase de elicitação é essencial, já que essa fase é extremamente influenciada pelos *stakeholders*. E, por isso, é importante determinar com diferentes tipos de técnicas de elicitação fatores como: os tipos de requisitos que se está à procura, o nível desejável de detalhes e a experiência dos engenheiros de requisitos e dos entrevistados. Outro ponto importante, conforme afirma o autor, é levar em consideração as capacidades sociais, de dinâmicas de grupo e cognitivas dos *stakeholders* por elas impactarem fortemente no processo de elicitação.

É importante ressaltar, como afirma Bourque e Fairley [5], que elicitar requisitos com os *stakeholders* do sistema é uma tarefa complexa, já que os *stakeholders* podem, além de apresentar dificuldades para descrever suas tarefas, omitir informações importantes ou não cooperar por não entender a finalidade do trabalho. Sommerville [62] ilustra essa situação, afirmando que, exceto em termos mais gerais, frequentemente, os *stakeholders* não sabem o que eles querem de um sistema de computador e por terem dificuldade em articular o que eles querem, acabam por fazer demandas não realistas por não saberem o que é ou não factível. Além disso, os *stakeholders* tendem a expressar os requisitos em seus próprios termos e com o conhecimento implícito de seu ambiente de convívio ou de trabalho, o que pode ocasionar no ocultamento de requisitos pela falta de experiência dos engenheiros de *software* com o domínio/ambiente dos *stakeholders*.

Dessa forma, diversas técnicas foram desenvolvidas a fim de contornar esses problemas, sendo algumas das mais tradicionais e comuns, segundo Nuseibeh e Easterbrook [50], o uso de entrevistas, questionários, formulários e análise de documentação. Várias dessas técnicas são complementares umas às outras e, por isso, é comum vê-las sendo utilizadas em conjunto. As entrevistas, por exemplo, frequentemente são empregadas de forma simultânea com questionários ou formulários, adaptando-os de acordo com o nível de formalidade e abertura da entrevista.

Para este trabalho, levando em consideração alguns dos obstáculos citados anteriormente sobre o processo de elicitação, optou-se por mesclar às técnicas mais tradicionais um conjunto de técnicas como prototipação, Design Participativo [12] e observação e acompanhamento no local a fim de tornar o processo de elicitação imersivo, interativo e robusto com os *stakeholders* para evitar possíveis riscos que pudessem surgir posteriormente para o desenvolvimento do sistema.

Prototipação

A prototipação de *software* é a implementação parcial ou preliminar de um produto de *software* que tem como uma de suas finalidades esclarecer, completar e validar requisitos. De acordo com [65], por permitir que os usuários possam testar um sistema parcialmente implementado, a prototipação torna possível avaliar a precisão e qualidade dos requisitos, além de viabilizar a identificação de erros e omissões que possam ocorrer durante a fase de descobrimento de requisitos. Sendo assim, uma ferramenta útil para testar partes do sistema que não são bem entendidas ou são particularmente arriscadas ou complexas, já que torna possível a correção de possíveis problemas a um baixo custo antes do desenvolvimento do verdadeiro produto.

Um outro ponto importante sobre a prototipação é que ela também pode ser utilizada como uma ferramenta de *design*, o que possibilita que ela seja usada tanto na exploração de diversas técnicas de interação com o usuário, como também na otimização da usabilidade do sistema, na demonstração da viabilidade dos requisitos e na previsão do produto final.

Design Participativo

De acordo com Muller [48] o Design Participativo (DP), também conhecido como *Co-Design*, é um conjunto de teorias, práticas e estudos relacionados com a participação dos usuários finais integralmente nas atividades de produção de *software* e *hardware* para computadores e outras atividades baseadas em computador. O DP, assim como afirma Camargo e Fazani [12], tem como foco envolver os *stakeholders* e usuários finais diretamente no processo de *design* e desenvolvimento, dando a eles uma voz ativa durante todo esse processo a fim de diminuir o risco de falha no projeto e garantir que o produto final atinja às necessidades e expectativas dos usuários. Essa abordagem utiliza diversos métodos como *workshops*, *user-stories*, artefatos descritivos e protótipos no intuito de aumentar a efetividade da comunicação, a coerência do time e a qualidade do resultado.

2.1.3 Validação de requisitos

O processo de validação de requisitos é a etapa em que os requisitos são verificados com o objetivo de confirmar se estão realmente de acordo com o que o cliente quer para o sistema. De modo geral, a validação busca encontrar problemas com os requisitos, para evitar que possíveis erros cheguem à versão final do sistema e gerem altos custos para serem corrigidos. Para tanto, como afirma Pohl [53], é necessário validar os requisitos com relação a qualidade de seu conteúdo, sua documentação e sua concordância em relação com os diferentes *stakeholders*. Existem diferentes técnicas dentro desse processo que podem ser selecionadas e mescladas de

acordo com o tipo e peculiaridades de projeto. Dessa forma, visto as individualidades deste trabalho, optou-se por uma combinação de técnicas de validação como lista de controle (*checklist*) e protótipos.

De acordo com Sommerville [62], várias verificações precisam ser feitas nessa etapa para garantir a validação dos requisitos do sistema:

- a. Verificações de validade. São as verificações com o intuito de identificar se o sistema está de acordo às diferentes necessidades dos diferentes *stakeholders* do sistema;
- b. Verificações de consistência. São as verificações que visão garantir que os requisitos não sejam conflitantes, ou seja, os requisitos devem ser mutualmente exclusivos, não permitindo restrições contraditórias ou requisitos iguais com definições diferentes.
- c. Verificações de completude. São as verificações com o objetivo de identificar se todas as restrições e funcionalidades pretendidas pelo usuário constam no documento de requisitos.
- d. Verificações de realismo. São as verificações que visão garantir que os requisitos são condizentes com a realidade e podem ser realmente implementados, ou seja, se eles respeitam as questões orçamentárias, tecnológicas e de tempo para o desenvolvimento do sistema.
- e. Verificabilidade. São as verificações que buscam reduzir potenciais conflitos entre cliente e contratante a partir de um conjunto de testes que demonstrem que o sistema entregue atende a cada um dos requisitos especificados.

A validação de requisitos é uma etapa chave de todo o processo de ER, já que ela tenta demonstrar que um conjunto atinge de fato às necessidades do usuário. O processo de ER de requisitos envolve muita análise e pensamento abstrato tanto por parte dos profissionais desenvolvendo o sistema quanto pelos usuários e, por isso, dificilmente durante o processo de validação consegue-se encontrar todos os problemas com requisitos de uma única só vez.

2.1.4 Requisitos em processos ágeis

O processo ER está preocupado em descobrir, analisar, especificar e documentar os requisitos de um sistema. Uma grande parte das atividades contidas nesse processo, como já abordado ao longo deste capítulo, são complexas e requer extrema cautela, visto que problemas que surgem durante essa etapa e não são resolvidos, podem retornar posteriormente durante a versão final do sistema, aumentando os custos para a correção.

De acordo com Pohl [53], modelos de processo ponderados e mais tradicionais (por exemplo, o modelo Cascata [56]) são mais sistemáticos e procuram elicitar e documentar completamente todos os requisitos em uma fase inicial do projeto antes que qualquer decisão de *design* ou realização seja tomada. O objetivo de tais modelos é elicitar todos os requisitos antes do desenvolvimento real sistema e, por isso, a ER é estendida como uma fase inicial finita e restrita por tempo para o desenvolvimento do sistema. O que normalmente produz uma grande quantidade de documentação e demanda muitos recursos.

Como afirma Sommerville [62], muitos adeptos de desenvolvimento ágil são contra este tipo de abordagem e defendem que um documento de requisitos já estaria ultrapassado assim que fosse terminado de ser escrito, visto a volatilidade e a rapidez com que os requisitos mudam. Assim sendo, boa parte do esforço realizado durante essa etapa seria desperdiçado. Com base nisso, os modelos de processo leves ou ágeis (como eXtreme Programming [3]) apenas elicitem os requisitos necessários, uma vez que eles devem ser implementados, visto a volatilidade desses requisitos ao longo do projeto e a dificuldade de prever novas funcionalidades. Devido a isso, esses processos visam ser mais flexíveis para lidar com essas mudanças, coletando os requisitos de forma incremental e tratando a ER de requisitos como um processo contínuo e abrangente que compreende e integra todas as fases do desenvolvimento do sistema [53].

Levando em consideração o que foi abordado, para este trabalho, optou-se por utilizar a abordagem ágil, tendo em vista a imprevisibilidade das mudanças dos requisitos, principalmente, pelo foco da pesquisa em trabalhar com pessoas que possuem características cognitivas complexas e heterogêneas, criando, assim, a necessidade por uma abordagem mais flexível que permita mudanças nos requisitos mesmo que elas só aconteçam tardiamente no processo de desenvolvimento.

2.2 Gamificação: Conceito, Caracterização e Educação

Nos últimos anos, os jogos digitais conquistaram um grande espaço na cultura mundial, sendo considerado, hoje em dia, uma forma incipiente de arte e a mais poderosa fonte de entretenimento na indústria, em termos econômicos. De acordo com McGonigal [47], na sociedade atual, os jogos têm conseguido suprir algumas das necessidades que os seres humanos do mundo real têm que a realidade tem falhado em atender, fornecendo recompensas, ensinamentos e inspirações que a realidade e a sociedade não têm conseguido fazer. Pesquisadores de várias áreas, inclusive da educação, tem visto esse tipo de entretenimento com um grande interesse, visto a capacidade que esses sistemas têm para providenciar atividades

interativas que continuamente fornecem desafios e objetivos para os jogadores, os envolvendo em um processo ativo de aprendizado para dominar as mecânicas do jogo [42].

Conforme afirma Domínguez et al. [22], vídeos games conseguem, ao mesmo tempo, providenciar de forma narrativa, gráfica e musical um contexto fictício que, se utilizado apropriadamente, pode interessar os jogadores em outros tópicos não relacionados a jogos, como história, matemática e assim por diante. Devido a esse potencial, várias pesquisas vêm tentando revelar como os vídeos games podem ser aplicados com sucesso para fins educacionais, motivando os estudantes e aprimorando as ferramentas de aprendizado eletrônico (ou e-Learning). Nesse contexto surge a Aprendizagem Baseada em Jogo (GBL - *Game-Based Learning*).

A GBL usa conceitos e tecnologia de jogos para ensinar e motivar um determinado público alvo a aprender e está se tornando cada vez mais comum na área de educação, sendo que alguns dos fatores que contribuíram para isso vem, como afirmam Shih, Squire e Lau [60], da falta de limitações de assuntos ou cursos para o uso dessa prática e da possibilidade que os alunos têm para jogar e aprender em comunidade social, devido ao desenvolvimento de tecnologias de comunicações pervasivas.

De acordo com González, Toledo e Muñoz [31], entre as principais abordagens de GBL estão os jogos de aprendizado (*Learning game*) e a gamificação. Jogos de aprendizado são um tipo de jogos Sérios² usados ou criados para fins de aprendizado. Já a gamificação pode ser definido como “uso de design de experiência digitais e mecânicas de jogos para motivar e engajar as pessoas para que elas atinjam seus objetivos” [10]. De modo geral, a gamificação vem ganhando um papel de destaque e se tornando uma tendência em diversos setores como negócios, gerenciamento organizacional, saúde, política social e educação [Camponetto, Earp e Ott, 2014].

Neste trabalho, o foco é analisar a gamificação no contexto da educação visto como nos últimos anos estudo vêm apontando como os jogos e as aplicações gamificadas podem ser utilizados para melhorar a motivação e o engajamento dos estudantes, providenciando diversas vantagens como: feedback imediato, aprendizado produtivo, colaboração em time, entre outros [28] [55] [32]. Como afirma Burke [10], a gamificação é um método para engajar e motivar indivíduos digitalmente para que alterem seus comportamentos, desenvolvam habilidades ou

² Jogos digitais usados para propósitos além de diversão e entretenimento [63]. Como, por exemplo, jogos para treinamento de profissionais, jogos educativos e jogos de propaganda.

estimulem a inovação, tendo como maior foco possibilitar aos jogadores que eles alcancem os seus próprios objetivos.

Para tanto, a gamificação faz uso de mecânicas que são elementos chave comum dentro dos jogos, tais como: pontos, insígnias, placares, níveis, *avatars*, entre outros. A essas mecânicas, a gamificação une o design de experiência digital, em que apresenta uma jornada que os jogadores deverão percorrer utilizando-se de elementos como: missões, sequências de passos, reconhecimento do ambiente e decodificação do roteiro.

Por isso, existem grandes similaridades entre aplicações gamificadas para educação e os jogos sérios, em específico os *learning games*. No entanto, embora existam semelhanças, em sua essência ambos são distintos. De acordo com González, Toledo e Muñoz [31], em jogos sérios, a aplicação é projetada para ser um jogo desde o começo, enquanto que em uma aplicação gamificada, elementos de jogos são adicionados a uma aplicação existente. Segundo esses mesmos autores, outra diferença é que *learning game* é um jogo digital que oferece atividades para que os usuários adquiram conhecimento e habilidades, enquanto que em uma aplicação gamificada, uma aplicação de aprendizado é enriquecida por mecânicas de jogos para motivar o estudante. A Figura 2.4, apresenta graficamente a diferença entre gamificação, jogos sérios, brinquedos e design lúdico. Os brinquedos representam todos os elementos de jogos e aspectos da brincadeira, já o design lúdico, partes dos elementos de jogos e aspectos de brincadeiras.

Figura 2.4: Diferença entre gamificação, jogos sérios, brincadeiras e design lúdico



Fonte: Werbach e Hunter [41]

2.3 A Síndrome de Down

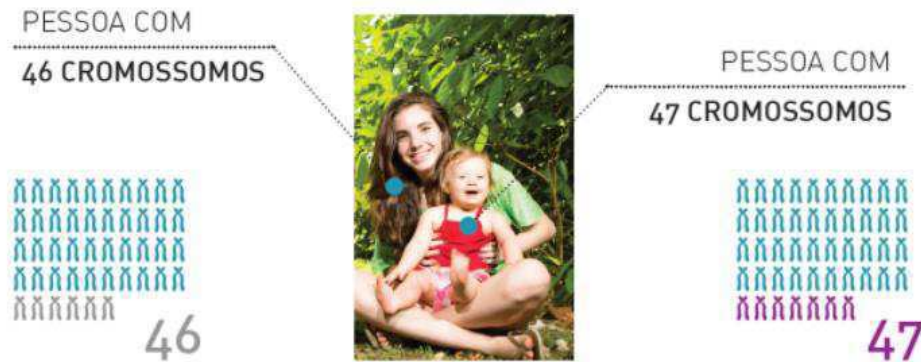
A síndrome de Down é causada pela presença de três cromossomos 21 em todas ou na maior parte das células do indivíduo, sendo considerada, atualmente, como uma das causas mais comuns de deficiência intelectual, com incidência de um caso para cada 700 nascimentos vivos [46]. Essa alteração genética, por sua vez, é responsável por uma série de comprometimentos no desenvolvimento neurológico dessas crianças evidenciados pelo atraso no desenvolvimento neuropsicomotor e presença de prejuízos variados em suas funções cognitivas [58].

Embora existam registros antigos sobre a SD na história da humanidade, os primeiros trabalhos científicos abordando esse tema datam do século XIX. Em 1866, um médico inglês chamado John Langdon Down escreveu um artigo reconhecendo a SD como uma manifestação clínica, mas somente no ano de 1959 que Dr. Jerome Lejeune e Patrícia Ann Jacobs descrevem a presença de um cromossomo extra que passaria a ser denominada Trissomia do Cromossomo 21. Na década de 70 essa alteração cromossômica recebeu o nome de síndrome de Down em homenagem a John Langdon. Mustacchi [49], médico, pediatra e geneticista, especialista em síndrome de Down, assinala que:

Antes mesmo de J.L. Down, Juan Esquirol em 1838, descreveu um presumível caso de SD. Em 1866, Seguin relata uma criança provavelmente portadora de SD, definindo-a como portadora de Idiotia Furfurária. Em 1866, Duncan descreve uma menina com “cabeça pequena e redonda, olhos lembrando os dos chineses, língua ampla e protusa e que conhecia algumas palavras” . A descrição de J.L. Down foi muito mais clara e até hoje caracteriza os pontos cardinais da SD.

Geralmente, todo ser humano possui 46 cromossomos em cada uma das células de seu organismo, sendo 23 advindos do espermatozoide e outros 23 do óvulo, no momento em que ocorre a fecundação. Ao se reunirem, o óvulo e o espermatozoide formam um zigoto que é a primeira célula do corpo de qualquer organismo. A partir disso, essa célula começa a se dividir, formando um novo organismo. Apesar de ainda não haver uma explicação científica que explique o porquê disso acontecer, por alguma razão, em alguns casos o espermatozoide ou o óvulo carregam 24 cromossomos que ao se unirem as demais 23 células embrionárias formam 47 cromossomos, gerando, assim, um indivíduo com SD. Esse cromossomo extra aparece no par 21 e, por isso, a SD também é chamada de trissomia 21. Na Figura 2.5 é apresentado um esquema que exhibe a diferença numérica de cromossomos entre uma pessoa com SD e sem SD.

Figura 2.5 Cromossomos na síndrome de Down



Fonte: <http://www.movimentodown.org.br/wp-content/uploads/2012/10/esquema-o-q-é-sd1.png>

Existem três tipos diferentes de trissomia 21. O mais comum é chamado de trissomia livre ou simples e ocorre, de acordo com Mustacchi [49], em aproximadamente 96% dos bebês que nascem com SD, em que eles apresentam um cromossomo extra originado de uma separação cromossômica mal sucedida na primeira divisão meiótica denominada de não disjunção. Outra forma de trissomia é a por translocação, que ocorre quando parte do cromossomo 21 liga-se a um outro cromossomo, na maioria das vezes, o cromossomo 14. O último tipo e mais raro, ocorre em 2% da população com SD e é chamado de mosaïcismo e ocorre quando uma parte das células do corpo apresentam o cromossomo 21 extra, enquanto outras células apresentam-se sem esse cromossomo [49].

Indivíduos com síndrome de Down são frequentemente caracterizados por suas características faciais, mãos achatadas, baixo tônus muscular e atraso no crescimento. Contudo, conforme afirma Anhão, Pfeifer e Santo [2], é importante observar que diagnosticar a trissomia não é significativo no prognóstico ou determina aspectos físicos mais ou menos pronunciados de uma pessoa, assim como também não estabelece um nível alto ou baixo de efetividade intelectual. Silva e Kleinhans [61] pontuam que há um consenso na comunidade científica de que não existem níveis ou graus de SD e que o desenvolvimento é diferente entre os indivíduos devido às suas características individuais que se originam da herança genética, estimulação, educação, ambiente e problemas clínicos todos inter-relacionados.

De acordo com Andrade e Limongi [1], fonoaudiólogas e terapeutas ocupacionais que se dedicam aos estudos da síndrome de Down, tanto o desenvolvimento cognitivo quanto a

linguagem em crianças com SD desenvolvem-se de forma lenta quando comparada a de crianças sem a síndrome ou com desenvolvimento típico. Isso ocorre, segundo Feng et. al. [26], porque indivíduos com SD apresentam deficiência em alguns canais sensoriais e motores, com limitações em habilidades como a memória, a cognição e a comunicação, tendo, de acordo Schwartzman [57] e Cunningham [18], a linguagem como a área mais afetada e com maior atraso no desenvolvimento. Conforme Cleland et al. [16] e Owens [51], é comum para indivíduos com SD demonstrarem déficits tanto em habilidades de linguagem expressiva quanto nas de linguagem receptivas, tornando mais complexo o processo de alfabetização e aquisição da linguagem.

Tais dificuldades ocorrem, principalmente, porque a imaturidade nervosa e a não mielinização das fibras provocam déficits nos mecanismos de atenção, de memória, de correlação e análise do pensamento abstrato. No entanto, é importante observar que isso não é um impeditivo para o desenvolvimento da criança e que ela pode, sim, desenvolver-se mesmo com tais dificuldades. Como afirma Anhão, Pfeifer e Santo [2]:

Embora crianças com SD apresentem menor performance funcional quando comparadas com crianças com desenvolvimento típico, essa diferença não permanece consistente ao longo de seu desenvolvimento, pois a criança com SD, pouco a pouco, desenvolve habilidades de mobilidade que são gradativamente incorporadas ao seu repertório cotidiano, afetando seu desempenho independente em diversas atividades cotidianas.

Por isso, estimular a linguagem em crianças com SD desde os primeiros meses de vida é importante. Segundo Ghirello-Pires [30], isso pode evitar que as dificuldades apresentadas em articular a fala e adquirir a linguagem persistam até a fase adulta. Tendo isso em vista, este trabalho tem como foco estudar formas de criar aplicações gamificadas que atendam às necessidades de profissionais, pais e pessoas com SD e possam auxiliar no processo de aprendizagem do público SD.

Capítulo 3 Trabalhos Relacionados

Existem diversos estudos que abordam o uso de gamificação, jogos Sérios ou outros *softwares* em geral como ferramentas para auxiliar no ensino e na educação de pessoas com síndrome de Down ou com outras necessidades especiais de educação. Neste capítulo, apresentamos, brevemente, alguns dos estudos que mais se relacionam com este trabalho.

3.1 Educação especial auxiliada por computador e dispositivos móveis

Com os avanços tecnológicos das últimas décadas, a proliferação de dispositivos móveis, a melhoria na conectividade e facilidade na produção de conteúdo online, os computadores, celulares e *tablets* tornaram-se peças fundamentais no dia a dia das pessoas. Hoje, no contexto da educação, esses aparelhos são ferramentas indispensáveis devido à facilidade com que eles nos permitem ter acesso às informações que precisamos. Além disso, por serem ferramentas que possuem uma curva de aprendizagem significativamente baixa para o entendimento básico de suas funções, podendo ser manuseadas por pessoas de qualquer idade, é cada vez mais comum vê-los sendo empregados na sala de aula para auxiliar alunos e professores.

Levando isso em consideração, diversos estudos relacionados ao uso de *softwares* e ferramentas educacionais – não necessariamente gamificadas – surgiram ao longo dos anos com o objetivo de trazer o potencial e facilidades que esses dispositivos possuem e proporcionam como uma forma de auxiliar no processo de ensino e estimulação de pessoas com algum tipo de necessidade especial de educação. Estudos como o de Brown et al. [8] e Gentry et al. [29], por exemplo, abordam e exemplificam em seus trabalhos como o uso de dispositivos móveis pode colaborar para aumentar a qualidade de vida e independência de pessoas com deficiências intelectuais.

Essa ideia é reforçada e ampliada em outros estudos como o de Fernández-López et al [27] e o de Campigotto, Mcewen e Epp [13] em que os dispositivos móveis são apresentados como ferramentas que podem ser utilizadas para facilitar o aprendizado e estimular o processo cognitivo de crianças com algum tipo de necessidade especial.

Em seu trabalho, Fernández-López et al [27] apontam como o desenvolvimento de uma aplicação de *software* customizável e adaptável feita especialmente para pessoas com necessidades especiais de educação, pode beneficiá-las de várias formas diferentes e ajudar a moldar o processo de aprendizado de acordo com os diferentes tipos de deficiências cognitivas,

sensoriais e de mobilidade que essas pessoas possuem. Nesse trabalho, os autores apresentam uma plataforma *mobile* chamada Picaa planejada para *iPads* e *iPods* com foco em cobrir as principais etapas do processo de aprendizagem, permitindo que profissionais possam personalizar as atividades e a interface do usuário de acordo às necessidades especiais dos estudantes.

Essa plataforma foi testada experimentalmente durante as etapas de pré/pós testes na Espanha com 39 estudantes com algum tipo de necessidade especial de educação (dentre eles três crianças com síndrome de Down), constatando, nesses estudantes, melhorias no desenvolvimento de algumas habilidades básicas como linguagem, matemática e socialização. Em nosso trabalho, buscamos aprofundar o conceito de adaptação e customização abordados por esses autores ao especializando para um nicho específico, a SD, no intuito de encontrar possíveis necessidades especiais de acessibilidade, usabilidade, flexibilidade e adaptabilidade inerentes à SD que possam não ter sido levadas em consideração devido o escopo do estudo não ser focados diretamente nesses usuários.

Já Campigotto, Mcewen e Epp [13], por meio de um aplicativo para sistemas iOS customizável via *website* chamado *MyVoice*, realizaram um estudo durante cinco meses com estudantes de classes de educação especiais¹ com idades entre 12 e 21. Esse estudo teve, além do intuito de avaliar o grau com que os dispositivos iOS e o *MyVoice* impactavam nos níveis de atenção e motivação dos estudantes, identificar fatores que influenciavam na integração desse tipo de tecnologia aos currículos escolares já existentes. Os resultados desse estudo apontam não só para o grande potencial que essas tecnologias têm para serem integradas às classes de educação especial como também o quanto elas podem melhorar a experiência dos estudantes na sala de aula. Um outro ponto importante destacado pelos autores em seus resultados, é o quão desafiador é, em termos práticos, de conforto dos professores e de limitações dos dispositivos, incorporar essas tecnologias ao currículo escolar, deixando clara a necessidade e importância de novas pesquisas que busquem formas de contornar esses problemas.

Há também estudos sobre o uso de ferramentas tangíveis para auxiliar na alfabetização e no desenvolvimento de habilidades de leitura, especificamente, em crianças com SD, como o de Jadan-Guerrero et al [40] e o de Haro, Santana and Magaña [34]. Nesses estudos, as ferramentas tangíveis auxiliadas por computador são apresentadas como uma forma de reduzir

¹ Um programa de educação especial é um termo apresentado pelo Ministério da Educação canadense destinado a pessoas cujas excepcionalidades comportamentais, comunicacionais, intelectuais, físicas ou múltiplas indicam que são necessários suporte e serviços extras [66].

as consequências do déficit de atenção, tornando o aprendizado mais divertido e interativo. Porém, os estudos apresentam poucos resultados estatísticos sobre o impacto dessas ferramentas no aprendizado de crianças com SD.

Outros estudos como o de Gooch, Vasalou e Benton [32] demonstraram como a gamificação pode beneficiar potencialmente uma população específica de estudantes. Nesse trabalho, os autores abordam como a gamificação pode ser utilizada como uma ferramenta para auxiliar estudantes entre o ensino primário e secundário que possuem dislexia². Os autores apresentam uma plataforma gamificada chamada *classDojo*, analisam e detalham como dois professores, especialistas em dislexia, utilizam a plataforma de formas diferentes e como isso impacta na motivação gerada dentro dos alunos. Dentre os seus resultados, os autores destacam uma série de recomendações que servem tanto para otimização de plataformas gamificadas para alunos com dislexia quanto como um ponto de partida para estudos e discursões para uso de plataformas gamificadas para estudantes com outras necessidades especiais de educação.

3.2 Gamificação e Jogos Sérios na síndrome de Down

Uma revisão da literatura especializada feita por Caponetto et al [14], apontou que o uso da gamificação em educação se dá devido à sua capacidade de auxiliar o aprendizado, promovendo atitudes, atividades e comportamentos desejáveis por meio de abordagens participativas, da colaboração e competição amigável, do estudo autoguiado, da facilitação e efetividade das avaliações, da integração de abordagens exploratórias para a aprendizagem e do fortalecimento da criatividade e retenção dos alunos. Contudo, ainda são raras as abordagens gamificadas para o ensino de pessoas com necessidades especiais de educação, principalmente, com SD. Entre algumas dessas exceções estão o trabalho de Colpani e Homem [17] e Lundgren e Felix [45].

Em seu trabalho, Colpani e Homem [17] propõem um novo *framework* educacional com realidade virtual e gamificação para auxiliar na aprendizagem de crianças com deficiência intelectual. Os autores usam conceitos de realidade aumentada para facilitar o processo de adaptação e aprendizado. Entretanto, a limitação do conjunto de requisitos para o framework e

² A dislexia do desenvolvimento, ou a deficiência de leitura específica, é considerada um transtorno de aprendizagem de origem neurobiológica, caracterizada pela dificuldade no reconhecimento preciso e/ou fluente da palavra, na habilidade de decodificação e em soletração. Podendo ser definida como “uma falha inesperada e persistente em adquirir habilidades de leitura eficientes, apesar da instrução convencional, inteligência adequada e oportunidade social” [21].

o seu pioneirismo requer novas pesquisas e experimentos para verificar a efetividade deste framework na prática.

Já Lundgren e Felix [45] apresentam uma plataforma gamificada chamada SAM para o ensino de matemática. Nesse trabalho, os autores destacam diversos aspectos importantes que foram levados em consideração para o desenvolvimento da plataforma. Entre eles, em específico, um conjunto de sete requisitos nomeados de requisitos educacionais que foram utilizados para guiar o desenvolvimento da plataforma. Apesar de serem poucos e alguns possuírem um certo grau de subjetividade, esses requisitos educacionais já apresentam informações importantes sobre o desenvolvimento de *GeL-apps SD* e podem ser explorados, ampliados e refinados por este e outros estudos.

Além do uso da gamificação, existem outros estudos focados no uso de jogos Sérios como ferramentas para auxiliar na aprendizagem de pessoas com SD. Um exemplo desses estudos, é o Movabletrando [25], um jogo sério que busca estimular as funções motoras e cognitivas das crianças com SD, ao mesmo tempo que auxilia no processo de alfabetização. Um ponto forte desse trabalho é a ideia de fazer as crianças se movimentarem em um jogo de realidade virtual enquanto aprendem as letras do alfabeto. Porém, apesar desse estudo ser voltado para o processo de alfabetização, ele não considera o processo de aquisição da linguagem oral e escrita nas crianças. Outros jogos sérios que tentam estimular o processo cognitivo, a memória e a sensibilização fonológica em crianças com SD no Brasil, incluem o Jecripe [6] e Jecripe 2 [7]. Contudo, nenhum dos dois tem um foco direto no processo de alfabetização.

Assim sendo, no presente trabalho é apresentado e discutido os resultados de uma investigação para identificar requisitos de *GeL-app SD* que deem suporte à alfabetização de crianças com SD, buscando atender às suas necessidades de usabilidade e acessibilidade, acelerando e melhorando os processos de aquisição e funcionamento da linguagem.

Capítulo 4 Metodologia

Esta pesquisa sobre *GeL-apps SD* se desenvolve a partir da cooperação entre investigadores do Brasil e da Austrália. No Brasil, os dados utilizados nos experimentos deste trabalho foram obtidos por meio de coletas realizadas no Laboratório de Pesquisas e Estudos em Neurolinguística (LAPEN), na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista – BA, onde há o Grupo Fala Down Conquista com cerca de 28 jovens e crianças com SD que são atendidos por fonoaudiólogos, psicólogos, fisioterapeutas, pedagogos e linguistas. Para tanto, foi feito um acompanhamento longitudinal entre abril de 2017 a agosto de 2018. Já na Austrália, os dados foram coletados com profissionais da área de *Design* de jogos/*software* a fim de enriquecer o processo de elicitação e validação de requisitos, assim como garantir uma maior robustez e variedade ao conjunto de requisitos.

A coleta de dados realizada neste trabalho baseia-se na metodologia apresentada neste capítulo e foi realizada por meio do uso de entrevistas semiestruturadas, questionários, *mockups*, protótipos e gravações de vídeos. Nos Capítulos 6 e 7, serão apresentados mais detalhes sobre os procedimentos realizados, além dos experimentos. Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética, aprovado sob registro 29933114.7.0000.0055.

4.1 Metodologia para Elicitação e Validação de Requisitos

De modo geral, há dois tipos de público alvo para um *GeL-apps SD*: os jogadores e os supervisores. Jogadores são pessoas com SD que jogam as aplicações gamificadas para adquirir habilidades de alfabetização e linguagem. Já os supervisores são profissionais que ensinam, desenvolvem ou providenciam assistência ou materiais para ensinar os jogadores com SD. Entre os supervisores estão fonoaudiólogos, pedagogos, linguistas, psicólogos, autores, professores, instrutores, monitores, *designers* de jogos e outras pessoas que assistem, produzem, aplicam ou utilizam material para a alfabetização na SD, tais como parentes e terapeutas. Um *Gel-app SD* deve ser projetado de forma que providencie ferramentas e recursos para dar suporte a ambos os públicos.

Dessa forma, a metodologia para elicitar e validar os requisitos apresentada neste trabalho segue um modelo ágil e iterativo [43], com os jogadores e supervisores funcionando como clientes. A esse modelo foi agregada a prática de *Design Participativo* [12] para envolver os clientes no processo de *design* e desenvolvimento a fim de garantir que o produto final seja mais eficiente e adequado ao usuário, tornando-o mais acessível e usável. Além disso, a

metodologia utilizada neste trabalho busca aprimorar e expandir as que foram apresentadas em trabalhos anteriores [19] [64] [20], sendo estruturada em 8 etapas:

1. Descobrir e listar os requisitos para aplicações de *software* educacionais e jogos para SD. A lista é construída a partir de requisitos elicitados de fontes como:
 - a. Entrevistas com indivíduos com SD e seus parentes;
 - b. Entrevistas com *design* de jogos e profissionais que trabalham com SD a fim de obter suas percepções sobre as necessidades e experiências dos usuários com ferramentas de *software*;
 - c. Análises e utilizações de produtos de *software* educacionais, jogos e ferramentas para a criação e apresentação de lições e entretenimento para o público geral, em particular, para o público com SD;
 - d. E da análise da literatura sobre *softwares* educacionais para estudantes com SD em geral.
2. Analisar a lista/conjunto resultante para consolidar requisitos semanticamente equivalentes, mas com diferentes sintaxes. Somente um requisito equivalente deve ser mantido na lista para que os requisitos sejam mutuamente exclusivos e, assim, sirvam para separar e organizar as classes no projeto, implementação e teste da aplicação de *software* gamificada e pedagógica de interesse;
3. Identificar as classes de implementação do projeto de requisitos na lista consolidada e distribuir os requisitos entre elas. Uma classe de requisitos é um agrupamento de requisitos que será implementado como uma unidade de acordo com um conjunto de regras e procedimentos para dar suporte a um atributo ou uma finalidade específica;
4. Consultar os clientes sobre a importância relativa (priorização/*ranking*) das classes de requisitos resultante para as atividades pretendidas para alfabetização e ensino de habilidades linguísticas em crianças com SD;
5. Organizar o projeto e a implementação de versões evolutivas de *GeL-apps* SD, especificar os requisitos para as classes priorizadas/ranqueadas, verificando os requisitos novos ou já existentes e validar os requisitos resultantes com os clientes.
6. Esquematizar ou atualizar um *roadmap*¹ para o controle de versão do *GeL-app* SD de interesse, empacotando os requisitos das classes priorizadas/ranqueadas. Um

¹ *Roadmap* é um roteiro para desenvolvimento de projetos. Nele é apresentada uma visão geral gráfica de alto nível dos objetivos e entregas do projeto.

pacote individual de requisitos define o escopo da próxima versão evolucionária do *GeL-app* e abrange o escopo da próxima versão, ou seja, versões devem ter uma utilidade crescente para o público alvo;

7. Implementar, testar, lançar e validar a próxima versão do *GeL-app* de acordo ao próximo pacote no caminho de evolução;
8. Dependendo dos objetivos (por exemplo, elicitar um conjunto inicial de requisitos ou enriquecer o conjunto já existente), restrições (por exemplo, tempo para lançar um protótipo de teste) e resultados de validação, iniciar um novo ciclo da metodologia, levando em consideração os novos comentários e sugestões dos clientes sobre possíveis mudanças ou adições dos requisitos e suas classes.

Se uma nova versão deve ser implementada com requisitos a serem ajustados ou ainda serem elicitados, um novo ciclo deve ser iniciado.

Conforme é possível observar na metodologia apresentada acima, o processo de descobrimento dos requisitos é realizado na etapa I, sendo dividida em 4 subetapas. Nas subetapas I.a e I.b, os requisitos são coletados por meio de entrevistas com os *stakeholders*. Essas entrevistas seguem um modelo semiestruturado, ou seja, algumas perguntas são previamente elaboradas para serem utilizadas como base, mas novas perguntas podem ser adicionadas ao longo de cada entrevista caso seja necessário discutir e se aprofundar em algum assunto. De modo geral, as perguntas realizadas durante essas etapas são focadas, principalmente, em entender as necessidades dos *stakeholders* que poderiam ser implementadas em aplicações de *software*, debater possíveis *designs* e funcionalidades importantes para o sistema e conhecer a experiência de vida ou profissional dos entrevistados com a SD.

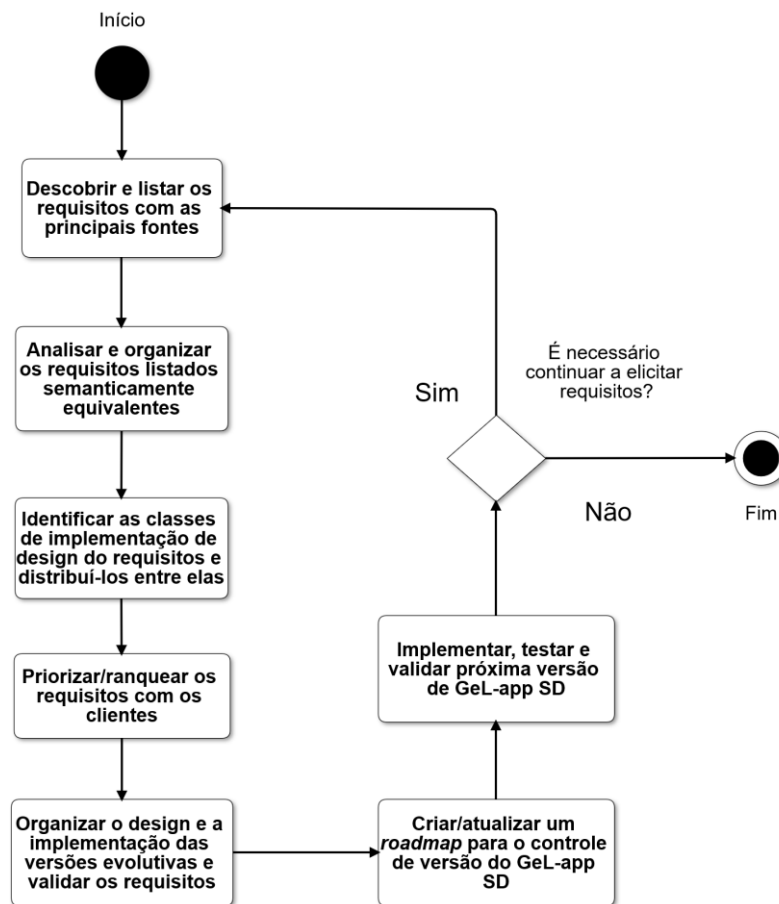
Já a subetapa I.c, visa descobrir requisitos a partir da verificação de jogos e ferramentas de *softwares*. Para essa subetapa, alguns softwares em funcionamento são estudados pelo pesquisador e suas funcionalidades e *design* são comparados entre si a fim de destacar possíveis requisitos importante que possam ser utilizados para a criação de *GeL-apps* SD. Além disso, alguns desses softwares são apresentados para alguns *stakeholders* a fim de obter requisitos que podem ser utilizados para a criação de *GeL-apps* SD.

E por último, na etapa I.d, é realizada uma revisão da literatura em busca de diretrizes ou sugestões para a criação de aplicações de *software* para o público com SD que possam ser transformadas em requisitos para a criação de *GeL-apps* SD. Nessa última subetapa, o principal foco da revisão é encontrar estudos sobre *softwares* educacionais voltados para o público SD,

embora estudos sobre *softwares* com outras finalidades também possam ser acrescentados à revisão.

De forma resumida, é possível dizer que as etapas de I a III produzem um conjunto genérico de requisitos para um *GeL-app* SD. As etapas IV e V adaptam e priorizam os requisitos de acordo o contexto da alfabetização e da aquisição da linguagem. As etapas VI e VII transformam o esforço da pesquisa no *design* de *GeL-apps* SD em ofertas práticas de *software* cujo uso criará mais caminhos em termos de *feedback* por parte do público SD para a pesquisa. E a etapa VIII busca verificar se o conjunto de requisitos está completo em relação aos objetivos, restrições e os resultados obtidos e esperados e, caso não esteja, novos ciclos da metodologia devem ser iniciados. Essas etapas podem ser melhor observadas na Figura 4.1, em que o fluxograma apresentada o passo a passo da metodologia.

Figura 4.1: Metodologia proposta para o projeto e implementação *GeL-apps* SD



Na metodologia apresentada, os estudos de priorização das classes de requisitos são realizados durante a etapa IV enquanto que os estudos sobre a validação dos requisitos ocorrem durante as etapas V e VII. A priorização e a validação são importantes por darem suporte as decisões sobre o perfil e a quantidade de recursos que devem ser alocados para a pesquisa e

desenvolvimento da aplicação. Os clientes são parte central para essas etapas. Suas opiniões e votos orientam o projeto e o desenvolvimento de *GeL-apps SD*, assim como eles “deveriam” fazer em outras aplicações de *software*. Ao priorizar/ranquear as classes de requisitos (ou os requisitos dentro delas), é possível atribuir diferentes pesos para os votos (priorização) de clientes individuais (validadores) para refletir as suas experiências com SD.

Dessa forma, se os clientes votantes são colocados em domínios chamados $D = \{Crianças\ com\ SD, Pais, Instrutores, Psicologistas, Game\ Designers, linguistas, entre\ outros\}$ pode se então atribuir um peso para cada domínio $d \in D$. Assim, para esse caso, a Priorização Geral de uma classe C_i , $P_{Geral}^{C_i}$, para $i = 1, 2, \dots, n$, em que n é o número total de classes de requisitos na etapa IV, é dada pela soma ponderada das priorizações atribuídas pelos clientes votantes de cada domínio $d \in D$:

$$P_{Geral}^{C_i} = \sum_{\forall\ Dominio} (W_{dominio}) * [\sum_{\forall\ Cliente \in dominio} (W_{Cliente} * P_{Cliente}^{C_i})] \quad (1)$$

Onde $W_{Cliente}$ é o peso do voto do cliente (para uma dada priorização = $1, 2, \dots, n$) e $P_{Cliente}^{C_i}$ é o voto (prioridade) de um cliente para uma classe C_i , com $1 \leq P_{Cliente}^{C_i} \leq n$. Sem perda de generalidade, aqui assume-se que $0 \leq W_{Cliente} \leq 1$; $0 \leq W_{dominio} \leq 1$; e, $\sum_{\forall\ Cliente \in Dominio} (W_{Cliente}) = 1$ e $\sum_{\forall\ Dominio} (W_{dominio}) = 1$. É importante observar que essa equação para priorização das classes também pode ser utilizada para validar e priorizar os requisitos trocando os as classes na Equação (1) pelos próprios requisitos.

Feitas as considerações anteriores, existem duas formas para atribuir um peso à opinião dos validadores (clientes votantes). A primeira é adotar um cenário de “perfeita” democracia, em que todos os validadores são considerados iguais e cada um de seus votos possuem o mesmo peso, ou seja, todo e qualquer cliente votante pertence a mesma classe (distribuição uniforme discreta). Sendo assim, a Equação (1) transformada em uma simples média aritmética. A segunda é dar pesos diferentes para opinião dos validadores e buscar um consenso entre eles. Para isso, uma técnica de Delphi [38] pode ser utilizada nas etapas IV, V e VII. Na técnica Delphi, cada cliente votante registra e justifica anonimamente as priorizações que ele atribuiu para as classes de requisitos (ou dos requisitos dentro de uma classe) por escrito. Para buscar um consenso sobre o que foi escrito, registros anônimos são mostrados para todos os clientes, participando na priorização que podem então decidir alterar a priorização na próxima rodada de votação, influenciados pelas justificativas que eles leram. Por questões de brevidade, o número proposto de rodadas é mantido pequeno, normalmente duas.

Por se tratar de uma metodologia baseada em *Design Participativo* e, principalmente, devido ao caráter exploratório deste estudo, foi atribuído um peso igual para todos os clientes. Essa atribuição é importante para que todos os clientes se sintam conectados ao desenvolvimento do projeto e se sintam parte dele. Para tanto, é interessante que os clientes entendam que as suas opiniões e experiências serão refletidas no produto final desde que sejam factíveis e que carreguem, pelo menos neste primeiro momento do estudo, o mesmo poder de decisão.

Um outro ponto importante é que a metodologia deste trabalho foi definida baseada no segundo princípio do manifesto ágil: “Mudanças nos requisitos são bem-vindas, mesmo tardiamente no desenvolvimento. Processos ágeis tiram vantagem das mudanças visando vantagem competitiva para o cliente” [4]. Como os jogadores de *GeL-apps SD* apresentam características cognitivas que são complexas, heterogêneas e difícil de categorizar e modelar, isto requer que a atenção seja redobrada durante o processo de elicitação e validação de requisitos para melhorar a acessibilidade e usabilidade do sistema. Por isso, a metodologia em 8 etapas apresentada na Figura 4.1 permite que sejam realizados repetidos ciclos de elicitação e validação de requisitos para assegurar que os requisitos elicitados estejam o mais próximo possível das expectativas dos usuários.

Tendo isso em vista, as questões de pesquisa (QPs) que esse trabalho endereça são:

- **QP1:** O conjunto de requisitos e classes elicitados para uma aplicação de *software* gamificada para usuários com SD (*GeL-app SD*) favorece a alfabetização de crianças e jovens com síndrome de Down (SD) de maneira eficiente e eficaz?
- **QP2:** Quais são os requisitos mais importantes para *GeL-Apps SD* para dar suporte à alfabetização e aquisição da linguagem para crianças e jovens com SD?

Assume-se que a QP1 terá sido respondida afirmativamente se os clientes envolvidos no processo de alfabetização de crianças com SD declararem que os requisitos e suas classes são úteis para que as atividades de preparação, apresentação e fixação de lições sejam bem-sucedidas e eficientes em termos de tempo investido, engajamento e aceleração da curva de aprendizagem. Já a QP2 terá sido respondido de acordo com a priorização dos requisitos apresentadas pelos clientes.

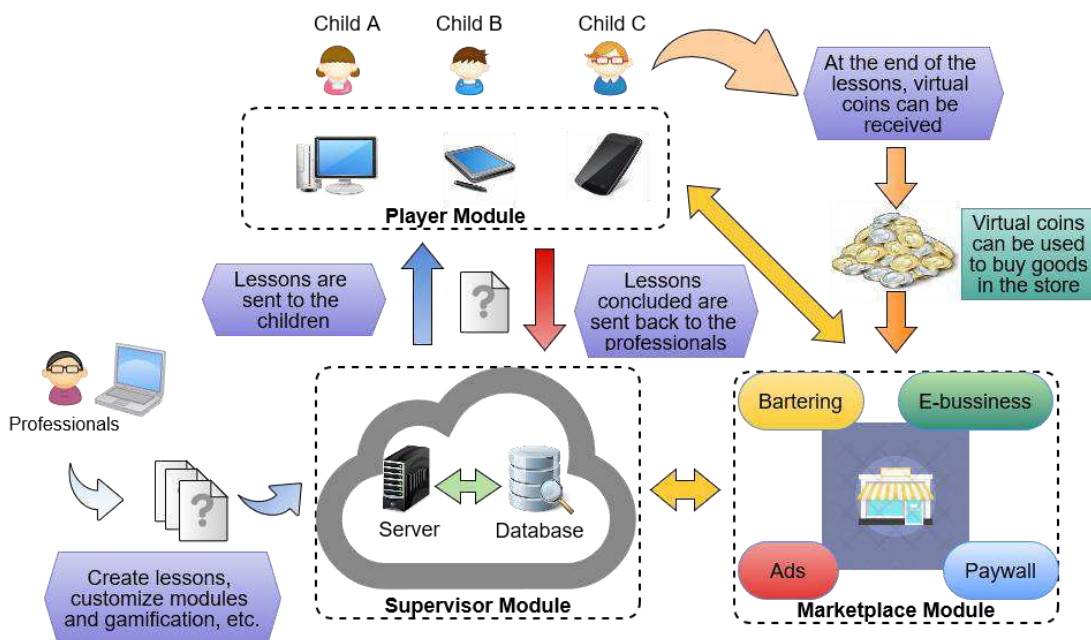
Capítulo 5 Projeto Arquitetônico Básico, Requisitos Iniciais e Classes de Requisitos

Para facilitar o processo de elicitação de alguns requisitos e a comunicação entre os desenvolvedores e *stakeholders* (*Designers*, programadores e testadores) foi desenvolvida uma arquitetura básica de um *GeL-app* SD. Neste capítulo, apresentamos os elementos dessa arquitetura e os requisitos e classes encontrados durante as etapas I a IV da metodologia.

5.1 Arquitetura Básica

A arquitetura básica de alto nível para um aplicativo *GeL-app* SD consiste em três módulos, conforme apresentado na Figura 5.1. Essa arquitetura foi definida anteriormente em [64] e possui dois módulos principais orientados a serviços para SD, sendo um para cada tipo de audiência (jogadores e supervisores) e um terceiro módulo que dá suporte às atividades de *marketplace*.

Figura 5.1: Arquitetura básica de *GeL-app* SD



O módulo do jogador deve ser uma aplicação gamificada e pode rodar tanto em dispositivos móveis, tais como: *smartphones* e *tablets* quanto em máquinas desktop conectadas à Web. Esse módulo tem a função de entreter o usuário enquanto ele estuda as lições ou participa das atividades como parte do trabalho pedagógico. Essas lições e trabalhos

pedagógicos podem variar de acordo as necessidades dos supervisores para os jogadores, podendo ir de responder tarefas, fazer apontamentos ou trabalhos de casa a até realizar “missões”. Essas “missões” funcionam como em um jogo virtual normal ou um jogo real ou uma combinação de ambos (como feito em aplicações de realidade alternada), em que um objetivo é dado ao jogador e ele precisa cumpri-lo para completar a atividade. Todas essas atividades, inclusive as missões, podem ser feitas de forma individual, por um grupo de jogadores ou sob a supervisão de parentes ou instrutores. Além disso, as missões podem ser realizadas online ou off-line, bem como no mundo real, virtual ou em ambos (realidade alternada). Quando um trabalho é concluído com sucesso, os jogadores recebem pontos de mérito e recompensas.

Já o módulo do supervisor é executado na Web para auxiliar seus usuários (supervisores) para preparar lições; personalizar características pedagógicas e de gamificação do módulo do jogador (por exemplo, frequência de tentativas e recompensas) para indivíduos ou grupos de jogadores; verificar trabalhos atribuídos aos jogadores; definir e enviar missões; e monitorar o desempenho dos jogadores. Essencialmente, o módulo do supervisor deve ser uma ferramenta para criação e apresentação de lições gamificadas para o ensino eletrônico de pessoas com SD.

A arquitetura também inclui um terceiro módulo, o de *marketplace*, para dar suporte a propaganda, trocas, *e-Business* ou até mesmo um *paywall*. Esse modulo transpassa os demais, sendo um módulo acessível para ambas audiências, ou, até mesmo, para o público em geral. O módulo de *marketplace* serve para promover a sustentabilidade do sistema ao gerar fluxo de receita e oferecer uma maneira prática e rápida para os jogadores trocarem pontos de jogo por artigos tangíveis no mundo real e virtual, tornando os aplicativos gamificados mais atraentes. Esse módulo deve ser considerado como não essencial para o contexto de alfabetização e aquisição da linguagem, sendo incluído, aqui, mais como uma forma de aumentar a abrangência do sistema, permitindo discussões sobre possíveis elementos estruturais para *GeL-apps SD* e servindo de base para elicitación de requisitos.

5.2 Conjunto Inicial de Classes e Requisitos para *GeL-Apps SD*

É importante destacar que embora existam requisitos genéricos, como autenticação de *login* de usuário, que possam ser aplicados a diversos contextos além dos relacionados às necessidades de pessoas com SD, eles não fazem parte do escopo deste trabalho, assim como também não fazem parte, os requisitos ligados aos conteúdos específicos de lições que podem ser alteradas conforme os objetivos de ensino e o tipo de linguagem mudem. O interesse deste trabalho está

nos requisitos que destacam as diferenças que se deve considerar para a vantagem de um público SD.

Mesmo que pareçam sutis às vezes, os requisitos para a criação de um jogo ou uma aplicação de *software* para uma pessoa com ou sem SD, de fato, diferem. Em algumas mecânicas de jogos, por exemplo, o jogador geralmente é penalizado por não terminar uma determinada tarefa após um certo número de tentativas ou após passado um determinado limite de tempo. Dependendo do contexto, o jogador pode até ser punido com mensagens piscando na tela, música rude/agressiva e repreensão verbal. Embora esse tipo de mecânica pode funcionar em determinados contextos, não é exatamente assim no caso da SD, já que os especialistas sugerem que deve haver um limite mais elástico para o tempo ou tentativas e que a mecânica deve convencer os jogadores a continuarem tentando para acertarem eventualmente, fornecendo *feedback* frequente e parabenizando-os por seu sucesso.

Levando isso em consideração e, visto que os requisitos e classes abordados neste trabalho foram inicialmente apresentados em [19] e aprofundado em [20], após uma primeira interação pelas etapas de I a III da metodologia proposta no Capítulo 4: a coleta de dados com os clientes nas etapas a) e b) da etapa I foi feita a partir do uso de entrevistas semiestruturadas e produziu um total de 19 requisitos; a partir da análise e uso de outros *softwares* em I.c) encontrou-se 18 requisitos; e 82 requisitos a partir da revisão da literatura na etapa I.d), somando um total de 119 requisitos ao fim da primeira etapa. Esses 119 requisitos foram então reduzidos para 76 na etapa II devido ao critério de exclusão mútua e, então, distribuídos entre 8 classes identificadas durante a etapa III. A tabela 5-1 apresenta um quadro geral com o número de requisitos elicitados por etapa e exhibe suas classes. Já a tabela 5-2 apresenta todos os requisitos 76 requisitos encontrados ao fim da etapa II.

Tabela 5-1: Número de requisitos elicitados por etapa e classe para *GeL-apps SD*

Classe	Requisitos elicitados por etapa				Exemplos de requisitos
	I.a I.b	I.c	I.d	II	
Navegação & Interface	2	6	29	31	Aspectos relacionados com a tela, tais como botões (grande, escuros com letras claras), imagens (preferência por fotografias à pinturas), cores (devem ser brilhantes) e fontes (<i>Serif</i>).
Elementos de gamificação & Motivação	1	2	21	11	Jogo de realidade alternada, suporte para avatares e moeda de jogo, integração com outros jogos online e físicos, sistemas de confiança e recompense, criação e gerenciamento de incentivos tangíveis e intangíveis e de quadro de líderes (<i>leaderboard</i>).
Mecânicas de jogos & configuração do sistema	7	5	7	11	Repetição, duração e outras regras relativos a atividades, recompensas, e configuração de usuários e privilégios.
Atividades	4	4	6	8	Ferramentas de especificação para ajudar especialistas, instrutores e profissionais a desenvolverem material multimídia (lições, missões, tarefas) para jogadores e supervisores.
Ferramentas e suporte aos profissionais	2	1	5	5	Funcionalidades para ajudar os supervisores (terapeutas, instrutores, ...) em gerenciar o processo de aprendizagem com métricas de performance dos jogadores, customização de tarefas para jogadores específicos e concessão de recompensas.
Feedback & ajuda	3	0	7	5	Suporte para interações multimídia com os jogadores, alertas e lembretes de tarefas pendentes, parabenizar os jogadores por completar tarefas ou partes delas, frequente feedback positivo e estimulação de recomendações corretivas; respostas para ajudar jogadores.
Entradas	0	0	2	3	Diretrizes para o uso do mouse, teclado e telas <i>multi touch</i> para os jogadores.
Socialização	0	0	2	2	Requisitos para apoiar as interações dos jogadores com as pessoas que fazem os profissionais ou com outros jogadores dentro do aplicativo, como conversar, fazer trabalhos em grupo, trocar presentes ou comprar produtos usando pontos.

Tabela 5-2: Lista de requisitos. A fonte de I.a a I.d representam as etapas da coleta de requisitos apresentadas na metodologia

Classe	ID	Descrição do requisito	Fonte
Navegação e Interface	NI.1	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.	[I.d]
	NI.2	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes.	[I.d]
	NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.	[I.d]
	NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.	[I.d]
	NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).	[I.d]
	NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento.	[I.d]
	NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.	[I.c] [I.d]
	NI.8	Quando a opção de alto contraste for selecionado, não utilizar somente cores primárias.	[I.c] [I.d]
	NI.9	Não utilizar cores opacas.	[I.d]
	NI.1 0	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.	[I.d]
	NI.1 1	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.	[I.d]
	NI.1 2	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.	[I.d]
	NI.1 3	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).	[I.d]
	NI.1 4	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.	[I.d]
	NI.1 5	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.	[I.d]
	NI.1 6	Utilizar ilustrações de estrelas nos botões e no fundo tela.	[I.d]
	NI.1 7	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.	[I.d]
	NI.1 8	Utilizar imagens literais/concretas (ex: garoto jogando bola, crianças brincando, o rato comendo queijo, etc) são melhores que abstratas (ex: objetos com formato e cores fora da realidade);	[I.d]
	NI.1 9	Utilizar animações coloridas que combinem cores brilhantes com movimento.	[I.d]
	NI.2 0	Permitir que as crianças/jovens possam personalizar algumas animações adicionando objetos e nomes. (ex: adicionar uma estrela ou o nome em uma animação de uma bola saltando).	[I.d]
	NI.2 1	Evitar uso de animações com movimentos visuais complexos. Pessoas com SD são capazes de realizarem discriminação perceptiva básica, mas apresentam dificuldades na percepção de sugestões de movimentos visuais complexos.	[I.d]
	NI.2 2	Utilizar sons de desenho animado (divertidos e exagerados).	[I.d]
	NI.2 3	Usar canções infantis e músicas populares para estimular as crianças (talvez o uso da música deva ser personalizada para cada jogador).	[Ia+Ib] [I.d]

	NI.2 4	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.	[I.d]
	NI.2 5	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).	[I.d]
	NI.2 6	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização. Evitar usar botões flutuantes (botões ocultos por um menu).	[I.d]
	NI.2 7	Utilizar setas apontando para o botão quando for necessário chamar atenção dos jogadores para eles.	[I.d]
	NI.2 8	Texto e voz (narrações e explicações) devem ser curtos e simples.	[I.c] [Ia+Ib]
	NI.2 9	Evitar o uso de frases condicionais (ex: “primeiro, clique nesse botão para depois clicar naquele outro). É interessante dividir as instruções em etapas.	[I.c]
	NI.3 0	Evitar o uso de menus suspensos, pois são difíceis para usuários com SD.	[I.d]
	NI.3 1	Evitar o excesso de informações na tela. Crianças com Déficit de atenção são propensas a perderem o foco facilmente, por isso telas com muitas informações podem dificultar que elas se encontrem dentro da aplicação. Elas podem esquecer o que estavam procurando e não conseguir mais identificar qual era o objetivo anterior.	[I.d]
Feedback e Ajuda	FA.1	Utilizar efeitos sonoros, visuais e de vibração como forma de dar um feedback instantâneo imediato ao jogador. Ex: utilizar efeitos sonoros que indiquem quando o jogador faz algo certo ou errado em algum jogo ou quando ele ganha uma recompensa.	[Ia+Ib] [I.d]
	FA.2	Utilizar avisos/lembretes para lembrar aos jogadores sobre as atividades que eles têm que fazer.	[I.d]
	FA.3	Caso a criança cometa algum erro durante a realização de uma atividade, o sistema deve dar um feedback imediato para ela demonstrando o erro e, em alguns casos, o que fazer para resolvê-lo. Ex: efeitos sonoros, explicações gravadas, etc.	[I.d]
	FA.4	Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.	[Ia+Ib] [I.d]
	FA.5	Evitar demonstrar reações negativas quando o estudante comete erros (ex: utilizar a mensagem “você perdeu” caso o jogador não consiga terminar a atividade).	[Ia+Ib] [I.d]
Entradas	IN.1	Evitar o uso do teclado, pois crianças com SD têm dificuldades de encontrar as letras nele.	[I.d]
	IN.2	Evitar o uso do mouse. As crianças com SD apresentam dificuldades de interagir com o mouse e a tela do computador ao mesmo tempo.	[I.d]
	IN.3	Utilizar telas multi touch.	[I.d]
Socialização	S.1	Criar mecanismos que permitam as crianças interagir entre si dentro da aplicação, pode ajudar a resolver o problema de isolamento e a encontrar amigos que possuam a mesma idade. (Talvez, a troca e envios de presentes pela aplicação possam ajudar nessa interação).	[I.d]
	S.2	Usar personagens ou personalidades (atores, pessoas famosas da televisão ou da mídia, etc) para guiarem o aprendizado.	[I.d]
Atividades	A.1	Criar atividades que permitam que as crianças sejam capazes de interagir com os brinquedos que estão familiarizadas por meio do uso da câmera.	[I.d]
	A.2	Criar atividades de revisão ao fim de cada conteúdo (Módulo ou conjunto de atividades que possuam as mesmas características).	[I.d]
	A.3	Criar atividades em que os jogadores devem escrever letras na tela utilizando o dedo ou uma caneta específica para telas multi touch.	[Ia+Ib] [I.d]

	A.4	Criar atividades que permitam os pais interagirem com as crianças/jovens (ex: jogos que envolvam os pais e filhos).	[I.d]
	A.5	Criar atividades que façam os jogadores imitarem o comportamento/ações dos pais, terapeutas e personagens dentro da aplicação.	[I.d]
	A.6	Uso de jogos do gênero puzzle (forca, quebra-cabeças, etc) e memorização.	[Ia+Ib] [I.d]
	A.7	Criar atividades musicais para os jogadores (ex: jogos de karaokê).	[Ia+Ib] [I.d]
	A.8	Criar um sistema de missões em que os jogadores devem tirar fotos de locais, pessoas e objetos para ganharem recompensas. Esse tipo de atividade é bom para estimular a interação com os pais e cuidadores.	[Ia+Ib]
Elementos de gamificação e de motivação	EG.1	Utilizar recompensas tangíveis (exemplo: ingressos para o cinema, doces, chocolate, dinheiro, etc).	[I.d]
	EG.2	Utilizar recompensas intangíveis. Exemplo: elogios e prêmios dentro da aplicação.	[I.d]
	EG.3	Utilização de pontos: sempre que o jogador terminar uma atividade ele deve receber pontos de acordo com o seu desempenho.	[I.d]
	EG.4	Utilização de insígnias/conquistas. Sempre que o jogador atingir uma quantidade de pontos ou realizar algum tipo específico de atividade ou comportamento, ele receberá uma insígnia ou uma conquista (um tipo de troféu) como recompensa.	[I.d]
	EG.5	Criar de um sistema de progressão no qual o jogador possui um nível e conforme for fazendo as atividades e ganhando pontos de experiência, o nível do jogador vai aumentando e, junto com isso, a dificuldade das atividades.	[I.d]
	EG.6	Criar um quadro de líderes (<i>leaderboards</i>), onde será ranqueado o desempenho de todos os jogadores. Tem como principal função incentivar o clima de competição amistosa entre os jogadores.	[I.d]
	EG.7	Criar um sistema de troca de presentes entre os jogadores. Abordagem para motivar a interação amistosa e colaborativa.	[I.d]
	EG.8	Permitir que os jogadores possam criar e customizar avatares que os representem dentro da aplicação.	[I.d]
	EG.9	Criar um sistema monetário que permita que os jogadores recebam dinheiro fictício dentro da aplicação e possam comprar itens para customizar seus avatares.	[I.d]
	EG.10	Criar um sistema de desafio em que os jogadores terão que utilizar todos os conhecimentos adquiridos em atividades anteriores para resolvê-los. Este tipo de atividade dão mais recompensas ao jogador.	[I.d]
		EG.11	Criar um enredo/tema para estimular o pensamento abstrato nos jogadores e contribuir para imersão dos jogadores na aplicação.
Mecânicas e configurações do sistemas	MC.1	Criar uma loja dentro do próprio aplicativo que possibilite aos jogadores gastarem o dinheiro recebido nas missões/atividades.	[Ia+Ib]
	MC.2	As recompensas aos jogadores não devem ser restritas apenas à realização de atividades como também a frequência com o que o usuário utiliza o aplicativo ou faz atividades fora que não envolvem o aplicativo.	[Ia+Ib]
	MC.3	A avaliação do terapeuta deve servir como um mediador para o valor recompensa.	[Ia+Ib]
	MC.4	Criar perfis diferentes para cada tipo de usuário, dando acesso a diferentes funcionalidades dentro do aplicativo. Ex: perfil do professor, perfil do aluno e perfil dos pais.	[Ia+Ib]

	MC. 5	Permitir que os jogadores possam errar quantas vezes forem necessárias até conseguir entender o que devem fazer na atividade.	[Ia+Ib] [I.d]
	MC. 6	As atividades não devem possuir limite de tempo para serem resolvidas e podem ser repetidas/refeitas quantas vezes forem necessárias.	[I.d]
	MC. 7	As atividades propostas no jogo devem acompanhar a curva de aprendizado e a idade do jogador.	[I.d]
	MC. 8	As instruções de como realizar as atividades ou de ajuda, além de serem apresentadas de forma visual (texto e imagens), também devem ser apresentadas por meio de áudios explicativos.	[Ia+Ib] [I.c] [I.d]
	MC. 9	Permitir que as crianças ao clicar em letras do alfabeto ou palavras destacadas possam escutar o som dos grafemas e exibir animações demonstrando como os traços necessários para formar a letra devem ser feitos.	[Ia+Ib] [I.d]
	MC. 10	Permitir que jogadores sempre tenham acesso às instruções de como fazer as atividades sempre que quiserem.	[I.d]
	MC. 11	Fazer uso dos estímulos visuais, sonoros e de tato de forma ordenada para evitar que haja sobreposição de estímulos e atrapalhe ou confunda o processo cognitivo dos jogadores;	[I.d]
Ferramentas e suporte para o terapeuta	FS.1	Disponibilizar para o terapeuta métricas de avaliação de desempenho de cada jogador ao realizar uma determinada atividade (ex: número de acertos/erros e tempo);	[Ia+Ib] [I.d]
	FS.2	Permitir que os terapeutas possam passar atividades únicas para cada criança, ou seja, permitir que o professor também possa definir atividades específicas para cada jogador, já que diferentes jogadores podem precisar estimular diferentes habilidades.	[I.d]
	FS.3	Permitir que os terapeutas criem, customizem e especifiquem suas próprias atividades.	[I.d]
	FS.4	Permitir que o terapeuta possa avaliar de forma rápida quase instantânea as atividades dos alunos.	[I.d]
	FS.5	Permitir que os terapeutas e pais atribuam recompensas aos jogadores quando acharem necessário (ex: os jogadores receberem recompensas por bom comportamento).	[Ia+Ib]

É importante observar que iterações adicionais da metodologia consolidarão o conjunto de requisitos obtidos. Um conjunto consolidado servirá como uma referência para o *design* de *GeL-apps* SD. Desenvolvedores terão, assim, uma base para definirem versões de *software* em termos de quais requisitos incluir em uma nova versão de um jogo, dada a importância em termos de utilidade para jogadores com SD e profissionais. É válido observar que o conjunto de classes e seus requisitos na Tabela 1 e 2 irão mudar com iterações adicionais da metodologia ágil apresentada no Capítulo 4, uma vez que a elicitação a partir das diversas fontes continua e experimentos de validação são realizados.

Capítulo 6 Validação e Análise do Conjunto de Classes e Requisitos

Ao fim da etapa de classificação, foram realizadas entrevistas adicionais e aplicados questionários de opinião junto aos clientes para as etapas IV (priorização das classes) e V (validação dos requisitos) da metodologia. Essas entrevistas foram realizadas individualmente com cada participante e as perguntas contidas nos questionários foram elaboradas para ter um formato aberto e destinadas a: validar a pertinência das classes e seus requisitos no conjunto inicial da Tabela 5.1 e 5.2 – resultante das etapas de I a III; a ordenar as classes de requisitos segundo a importância relativa para a implementação de *GeL-apps SD*; e, a responder as Questões de Pesquisa (QPs).

Como mencionado no Capítulo 4, esta pesquisa sobre *GeL-apps SD* se desenvolve em uma cooperação entre investigadores do Brasil e da Austrália. Assim, no Brasil, participaram 9 validadores, sendo cinco profissionais atuantes em SD (1 especialista em Letras Vernáculas; 2 em Psicologia; 1 em Fonoaudiologia; e, 1 em Pedagogia) e quatro pais de jovens com SD (2 odontólogos; 1 com especialização em Letras Vernáculas; e 1 em Serviço Social). Na Austrália, participaram dois especialistas em Design de jogos/*software* (um deles com uma irmã com SD). Esses 11 validadores tem um tempo médio de experiência ou contato com SD de 9,6 anos e foram escolhidos como representantes dos indivíduos com SD para esta etapa da validação, constituindo, dessa forma, três domínios de clientes, ou seja, $D = \{Pais, Profissionais, Designers\}$.

A escolha de não adicionar indivíduos com SD nesta etapa, foi feita devido a testes prévios de sondagem e a discussões com os profissionais que trabalham com SD, onde constatou-se que apresentar conceitos abstratos como requisitos e classes para crianças e jovens com SD por meio de questionários seria uma tarefa difícil e, até mesmo, inviável, uma vez que essas crianças, de modo geral, não conseguiam entender nem a finalidade do processo de validação no questionário nem os próprios requisitos que estavam sendo apresentados, sendo assim necessário utilizar uma abordagem menos abstrata e mais “palpável” para esses validadores. Tendo isso em vista, a validação dos requisitos pelo público com SD foi deixado para a etapa VII da metodologia, em que uma parte do conjunto de requisitos foi implementado para esse objetivo.

A coleta de dados para as etapas IV e V da validação ocorreu em duas fases. Na primeira fase, foi feita a validação das classes. Nessa fase, foi apresentado aos validadores um

questionário (Apêndices A e B) onde, em resumo, se pedia: a) o descarte de classes que julgassem desnecessárias; b) o acréscimo de novas classes que estivessem em falta; c) a resposta à QP1, ou seja, se eles acreditavam que *GeL-apps SD* com as classes de requisitos propostos seriam úteis para a alfabetização de crianças com SD e facilitariam o trabalho didático dos profissionais; e d) solicitava a cada validador que ordenasse as classes de requisitos (inclusive, as classes que porventura tivesse acrescentado) segundo a importância para a construção de *GeL-apps SD*. Essa ordenação contribuiu para o projeto e implementação de *GeL-apps SD*, identificando requisitos que devem receber mais atenção e prioridade durante o desenvolvimento de protótipo(s) para testes com os usuários.

Na segunda fase, foi apresentado um questionário (Apêndice B) para os participantes do Brasil que validaram cada um dos requisitos contidos nas classes apresentadas na Tabela 5-2. As alternativas de validação eram: aceitar o requisito como especificado, sem restrição; questionar o requisito como apresentado, sugerindo ajustes na sua especificação; ou, lançar dúvida sobre a utilidade do requisito, sugerindo sua remoção do conjunto. Os respondentes podiam também, acrescentar novos requisitos ao conjunto, caso achassem necessário. Além disso, também foi perguntado se assim como com as classes, os respondentes acreditavam na utilidade dos requisitos para a alfabetização de crianças com SD e para o trabalho didático dos profissionais.

6.1 Análise dos resultados

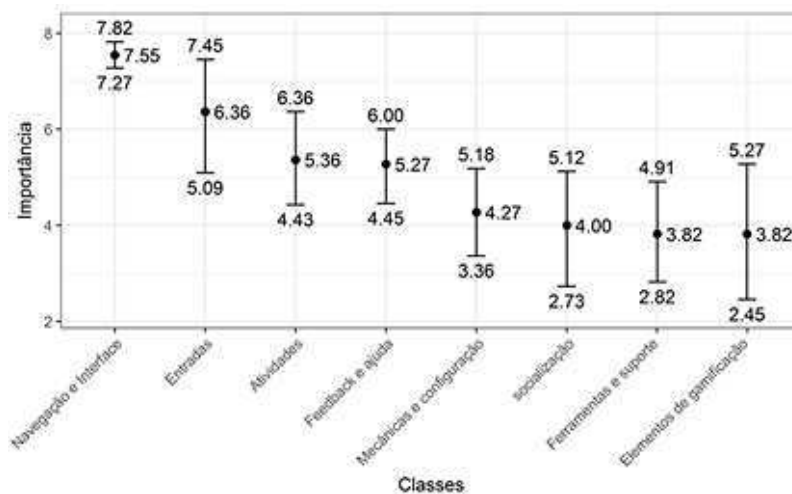
Os resultados da primeira fase da coleta de dados indicaram que: a) todos os entrevistados acreditavam ser desnecessário adicionar ou descartar classes às da tabela 5.1; e, b) as classes na Tabela 5.1 são úteis para a alfabetização de crianças com SD e facilitarão o trabalho didático dos profissionais. Obteve-se, assim, uma resposta afirmativa à QP1 quanto às classes. Embora nenhuma classe tenha sido removida ou acrescentada ao final da validação, durante as entrevistas com os *designers* foi cogitado, preliminarmente pelos participantes, a criação de novas classes como História/Narração e Ideia de Jogo/Atividades de Aprendizado. Contudo, após uma discussão mais aprofundada sobre essas classes, os entrevistados optaram por incluir essas novas classes como subconjuntos das classes já existentes e que seus possíveis requisitos poderiam ser distribuídos entre as classes Elementos de Gamificação, Atividades e Mecânicas e Configurações.

A Figura 6.1 mostra a média de ordenação (1º ao 8º lugar – respectivamente, da classe menos prioritária para a mais) de cada classe e o respectivo intervalo de variação da média com

90% de confiança e 10 graus de liberdade. Como se observa, as respostas têm intervalos de confiança sobrepostos e, por isso, não é ainda possível identificar com certeza, prioridades relativas entre a maioria das classes. Entretanto, é possível afirmar com 90% de confiança que a classe de Navegação & Interface apresenta prioridade significativamente maior – ou seja, em primeiro lugar - que todas as demais, exceto pela classe Entradas, cujo intervalo [5.09; 7,45] se sobrepõe.

Também é possível afirmar com 90% de confiança que a classe Entradas possui prioridade maior que a classe de Ferramentas & suporte aos profissionais. Além disso, ao observamos a média amostral apresentada na figura, notam-se indícios de que, possivelmente, a classe Entradas também possui uma alta prioridade na opinião dos entrevistados, enquanto que as classes de Gamificação e de Ferramentas & Suporte aparentam ter papéis mais secundários.

Figura 6.1: Priorização geral dos requisitos de acordo com a importância (Média no centro do intervalos)



Uma possível razão para a classe “Elementos de Gamificação” tenha ficado em último na classificação de importância é que o grupo validador não seja constituído de indivíduos com SD. Os membros desse grupo, sendo *designers*, profissionais atuantes em SD e parentes de pessoas com SD, podem ter valorizado o conteúdo e as instruções pedagógicas mais do que o entretenimento. Na verdade, as figuras 6.2, 6.3 e 6.4 apresentam a priorização realizada por esses representantes do grupo e é possível observar que em nenhum dos gráficos a classe “Elementos de gamificação” apresenta uma classificação maior que o quarto lugar. De fato, essa classe exibe o maior intervalo com 90% de confiança em todas as priorizações, tornando-se, assim, a classe cuja importância na classificação foi a que gerou maior dúvida entre os validadores.

Figura 6.2: Priorização pelos *designers*

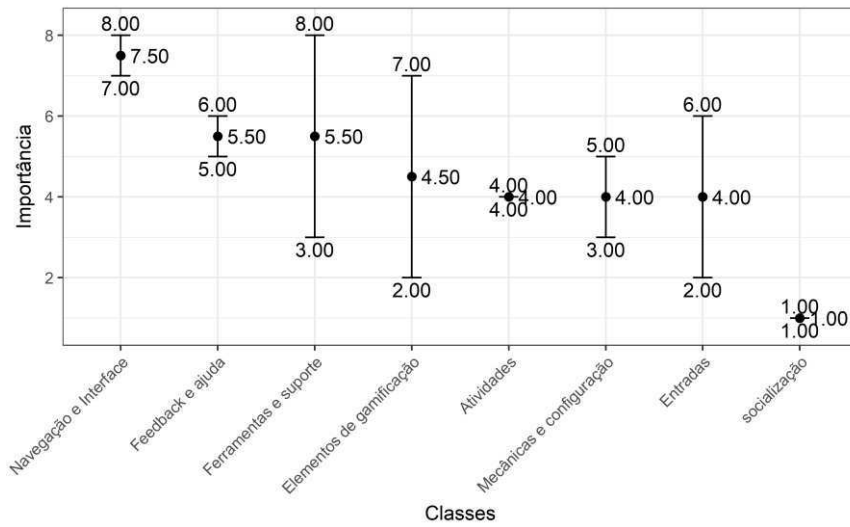


Figura 6.3: Priorização pelos profissionais

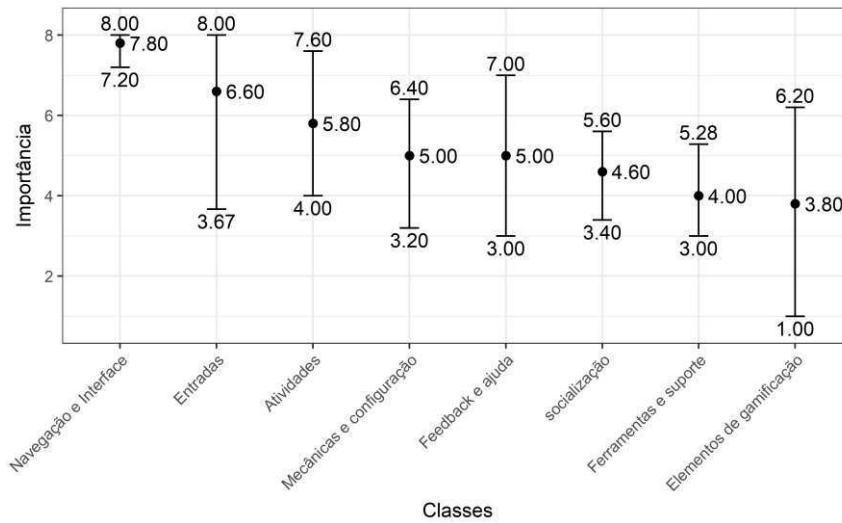
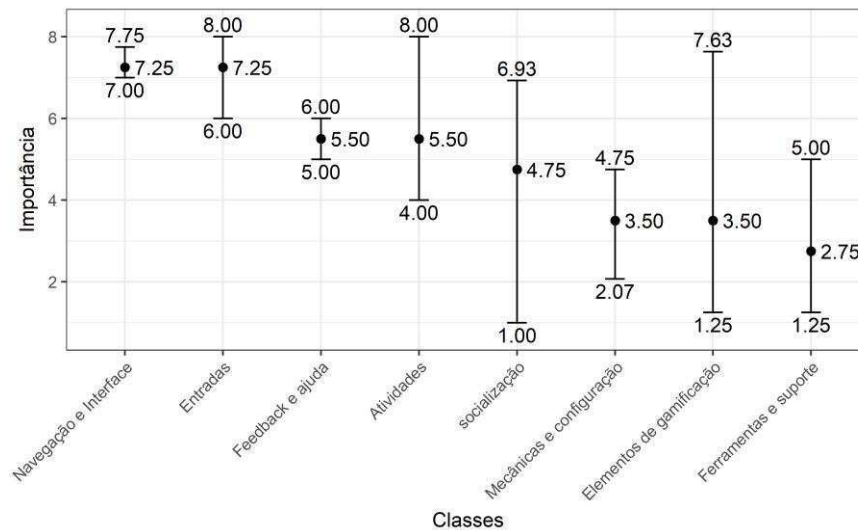


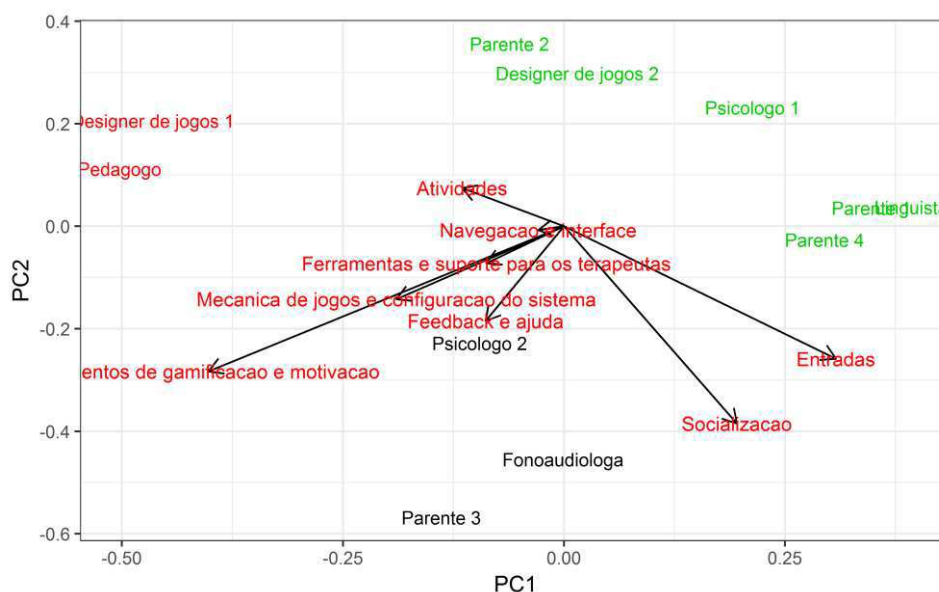
Figura 6.4: Priorização pelos pais. (Média e intervalo de confiança de 90%)



As variações nos rankings devido às preferências dos validadores podem ser enfatizadas por meio do gráfico de Análise de Componentes Principais (PCA) na Figura 6.5: a maioria dos parentes são agrupados na direção oposta do vetor que representa a classe "Elementos de Gamificação", demonstrando que, pelo menos durante este primeiro experimento de validação, os parentes acreditam que as outras classes de requisitos (como "Atividades" e "Entradas") devem ter maior prioridade do que a classe vinculada aos elementos de diversão e motivação.

A opinião de especialistas parece mais variada, indo de desde profissionais que acreditam que a Gamificação deve ser classificada com uma maior importância (especialistas em vermelho, à esquerda na Figura 6.5) para aqueles que acreditam que ela deve ter uma menor importância (especialistas em verde, mais a direita na Figura 6.5). Um outro ponto importante nesta figura que também deve ser observado é que devido a classe "Navegação & interface" ter tido prioridades parecidas de acordo a opinião dos entrevistados, ela teve pouca influência no posicionamento deles no gráfico.

Figura 6.5: Comportamento dos *GeL-apps* SD validadores na priorização das classes



Levando isso em consideração, é possível afirmar que os entrevistados forneceram evidências (antecipadas) de que a resposta à QP2, apresentada no final da seção 4.1, é “os requisitos pertencentes a classe de Navegação e Interface são, possivelmente, os mais importantes para o ensino de alfabetização e aquisição da linguagem na SD”.

Na segunda fase da coleta de dados, todos os entrevistados deram respostas afirmativas à QP1, só que agora no que se refere aos requisitos. No entanto, dos 76 requisitos elicitados, 39 (51,3% do total) foram aceitos como apresentados; 26 receberam de 1 a 3 sugestões a favor da remoção da lista; e outros 11 tiveram de 4 a 8 sugestões também a favor da remoção. Desses

37 requisitos (26 + 11) que tiveram recomendações a favor da remoção, 16 receberam sugestões para que ajustes semânticos fossem realizados em suas descrições para torna-los mais adequados à criação *GeL-apps SD* (p.ex., foi sugerido que “número ilimitado de repetições de tarefas” mudasse para “número configurável de repetições”).

Na tabela 6-1 essas sugestões são apresentadas com mais detalhes. Nela, o índice “recomendações” representa a quantidade de sugestões a favor da remoção do requisito da lista e pode-se observar que 6 dos requisitos presentes nessa tabela fazem parte dos 11 que receberam entre 4 a 8 recomendações para a remoção, apresentando sinais de que possivelmente, mesmo com tais taxas de reprovação nessa fase preliminar do estudo, esses requisitos ainda possam ser reaproveitados a partir dessas sugestões em novos ciclos da metodologia.

Tabela 6-1: Requisitos que receberam sugestões para alteração semântica

ID	Descrição antiga	Sugestão para nova descrição	Recomendações
NI. 1	Usar fontes do tipo <i>italic Serif</i> , principalmente, em títulos e subtópicos.	Utilizar letras em caixa alta com fontes do tipo Arial ou Times New Roman	7
NI. 2	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes apenas quando for necessário destacar palavras na tela	1
NI. 3	Utilizar palavras grandes com negrito forte	Utilizar palavras normais (tamanho), colocando em negrito as que tiverem que ser destacadas.	1
NI. 11	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente	Equilibrar o uso entre as imagens com cores naturais e as coloridas ou manipuladas digitalmente	3
NI. 16	Utilizar ilustrações de estrelas nos botões e no fundo da tela.	Utilizar qualquer tipo de figura (corações, flores, nuvens, etc) no fundo da tela e nos botões.	6
NI. 17	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.	Utilizar imagens de todas as pessoas em igual proporção	7
NI. 21	Evitar uso de animações com movimentos visuais complexos. Pessoas com SD são capazes de realizarem discriminação perceptiva básica, mas apresentam dificuldades na percepção de sugestões de movimentos visuais complexos	O uso de animações complexas deve ser feito gradualmente conforme a criança for avançando de nível;	2
FA. 3	Caso a criança cometa algum erro durante a realização de uma atividade, o sistema deve dar um feedback imediato para ela demonstrando o erro e, em alguns casos, o que fazer para resolvê-lo. Ex: efeitos sonoros, explicações gravadas, etc.	Caso a criança cometa algum erro durante a realização de uma atividade, o sistema deve esperar a reflexão da criança antes de dar a resposta, demonstrando aos poucos qual foi o erro dela e a guiando.	1
S.2	Usar personagens ou personalidades (atores, pessoas famosas da televisão ou da mídia, etc) para guiarem o aprendizado.	Usar guias personalizados para guiarem o jogador (permitir que o jogador crie o próprio guia).	3

IN. 1	Evitar o uso do teclado, pois crianças com SD têm dificuldades de encontrar as letras nele.	Evitar o uso do teclado somente com as crianças pequenas	6
IN. 2	Evitar o uso do mouse. As crianças com SD apresentam dificuldades de interagir com o mouse e a tela do computador ao mesmo tempo;	Evitar o uso do mouse somente com crianças pequenas	6
MC .3	A avaliação do terapeuta deve servir como um mediador para o valor da recompensa;	Permitir que a avaliação dos pais e terapeutas sirva como mediador para o valor da recompensa nas atividades	1
MC .5	Permitir que os jogadores possam errar quantas vezes forem necessárias até conseguir entender o que devem fazer na atividade;	Permitir que o número de vezes que os jogadores possam errar seja configurável de acordo à atividade	2
MC .6	As atividades não devem possuir limite de tempo para serem resolvidas e podem ser repetidas/refeitas quantas vezes forem necessárias;	As atividades devem possuir um tempo limite e podem ser repetidas quantas vezes forem necessárias	3
EG. 1	Utilizar recompensas tangíveis (exemplo: ingressos para o cinema, doces, chocolate, dinheiro, etc)	Utilizar recompensas tangíveis (exemplo: ingressos para o cinema, doces, chocolate, dinheiro, etc) desde que sejam dadas em momentos específicos, de forma aleatória e com pouca frequência.	4
FS. 1	Disponibilizar para o terapeuta métricas de avaliação de desempenho de cada jogador ao realizar uma determinada atividade (ex: número de acertos/erros e tempo);	Disponibilizar para o terapeuta métricas desempenho (número de acertos/erros e tempo) e formas de observar quais e onde foram os erros das crianças nas atividades.	1

Dentre os requisitos que tiveram a menor taxa de aceitação (abaixo dos 30%, ou seja, teve mais de 6 recomendações de remoção), 4 fazem parte da classe “Navegação & Interface”, a exemplo dos requisitos *Utilizar fontes do tipo Italic Serif* e *Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações*. A classe com a maior taxa de aceitação de requisitos (87,5%) foi “Atividade” com apenas um requisito com taxa de aceitação de 90%. Entre os requisitos nessa classe estão a *criação de atividades para os pais interagirem com as crianças/jovens* e *atividades em que jogadores escrevam letras na tela com o dedo ou caneta*.

Outra classe com requisitos bem aceitos foi a de “Elementos de gamificação e motivação”. Embora os requisitos dessa classe não tenham vindo nem da literatura especializada em SD e nem de *software* relacionados com SD, 8 de seus 11 requisitos foram aceitos integralmente entre os entrevistados. Alguns exemplos desses requisitos são os que abordam o uso de pontos, recompensas intangíveis, *badges* (insígnias) e conquistas, avatares e enredo/tema. Por outro lado, 2 requisitos dessa classe foram bastante questionados: o uso de recompensas tangíveis com 4 questionamentos – em que foi argumentado que algumas

recompensas tangíveis podem ter o efeito contrário nos jogadores, fazendo-os só realizar as atividades em troca de alguma recompensa – e o uso de *leaderboards* (quadro de líderes), com 5 questionamentos – com o argumento de que alguns jogadores ficariam desestimulados a realizar as atividades caso não ficassem bem colocados. Os demais requisitos que sofreram sugestão para remoção podem ser vistos na Tabela 6-2.

Tabela 6-2: Demais requisitos que sofreram pelo menos uma sugestão de exclusão do conjunto inicial

ID	Descrição do requisito	Recomendações
NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).	5
NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreado.	2
NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.	5
NI.8	Quando a opção de alto contraste for selecionado, não utilizar somente cores primárias.	1
NI.12	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.	8
NI.14	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.	7
NI.15	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.	3
NI.22	Utilizar sons de desenho animado (divertidos e exagerados).	3
NI.25	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).	1
NI.26	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização. Evitar usar botões flutuantes (botões ocultos por um menu).	2
NI.29	Evitar o uso de frases condicionais (ex: “primeiro, clique nesse botão para depois clicar naquele outro). É interessante dividir as instruções em etapas;	1
NI.30	Evitar o uso de menus suspensos, pois são difíceis para usuários com SD;	1
FA.4	Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.	1
S.1	Criar mecanismos que permitam as crianças interagir entre si dentro da aplicação, pode ajudar a resolver o problema de isolamento e a encontrar amigos que possuam a mesma idade. (Talvez, a troca e envios de presentes pela aplicação possam ajudar nessa interação);	1
A.1	Criar atividades que permitam que as crianças sejam capazes de interagir com os brinquedos que estão familiarizadas por meio do uso da câmera;	1
EG.6	Criar um quadro de líderes (<i>leaderboards</i>), onde será ranqueado o desempenho de todos os jogadores. Tem como principal função incentivar o clima de competição amistosa entre os jogadores.	5
EG.7	Criar um sistema de troca de presentes entre os jogadores. Abordagem para motivar a interação amistosa e colaborativa.	2
MC.2	As recompensas aos jogadores não devem ser restritas apenas à realização de atividades como também a frequência com o que o usuário utiliza o aplicativo ou faz atividades fora que não envolvem o aplicativo;	1
MC.10	Permitir que jogadores sempre tenham acesso às instruções de como fazer as atividades sempre que quiserem.	1
FS.4	Permitir que o terapeuta possa avaliar de forma rápida quase instantânea as atividades dos alunos.	1

FS.5	Permitir que os terapeutas e pais atribuam recompensas aos jogadores quando acharem necessário (ex: os jogadores receberem recompensas por bom comportamento)	1
------	---	---

No final da segunda fase, 16 novos requisitos foram adicionados ao conjunto inicial. Os novos requisitos puderam ser todos distribuídos entre as 8 classes iniciais, sem necessidade de criar novas classes. Exemplos desses novos requisitos são: *utilizar as ferramentas de Inteligência Artificial para monitorar o desempenho de jogadores e ajustar o processo pedagógico* (Ferramenta & suporte) e *utilizar vídeos para criar um contexto/background para alguma atividade* (Mecânica de jogos & configuração), como apresentado na Tabela 6-3.

Tabela 6-3: Novos requisitos adicionados ao fim da segunda etapa

Classe	Descrição do novo requisito
Navegação e Interface	Utilizar Animações nas palavras que devem ser destacadas
	Utilizar cores fortes/brilhantes
Entradas	Possibilitar o uso de câmeras (celular ou webcam)
	Possibilitar o uso do microfone
	Utilizar joysticks (controle de vídeo game)
Feedback e ajuda	Os lembretes/avisos/alertas devem possuir efeitos sonoros e visuais;
Mecânica e configuração	Colocar em evidência as atividades que os alunos tiveram um bom desempenho.
	Utilizar vídeos para criar um contexto/background para alguma atividade.
	Atividades com os terapeutas devem ser mais focadas (sérias), já as atividades em casa devem ser mais dinâmicas e motivacionais.
	Permitir que o profissional passe atividades para casa por meio do aplicativo.
Atividades	O jogador deve poder continuar mesmo que não consiga terminar a atividade. Contudo, caso ele não faça a atividade por completo ele não atingirá os 100% e com isso ganhará menos pontos.
	Criar jogos que trabalhem o pensamento abstrato. Por exemplo, a carta enigmática
Ferramentas e suporte	Criar atividades em que a criança deve gravar áudio sobre as figuras apresentadas.
	Criar ferramentas que possibilite colocar sons a imagens
	Criar um pacote de imagens e fundos temático como figuras com o tema de princesas, dinossauros, carros, etc
	Utilizar Inteligência Artificial para monitorar o desempenho de jogadores na repetição de tarefas para ajudá-los de modo mais eficiente

6.2 Limitações e reflexões

Ao analisar os dados apresentados na subseção anterior, é importante notar que as respostas dos entrevistados foram dadas em ambas as fases sem que eles experimentassem algum *software*, protótipo ou *mockups* (modelo digital usado para demonstrar funcionalidades) de um *GeL-app SD* implementado com os requisitos elicitados, uma vez que apenas uma iteração da metodologia foi concluída até agora. Desta forma, os clientes-validadores tiveram que projetar

possíveis benefícios e restrições dos requisitos sem usarem um *GeL-app SD* real, com os requisitos implementados.

Tendo isso em vista, é possível entender porque alguns requisitos apresentados nessa lista preliminar que talvez pudessem ter sido aprovados de forma unânime tenham recebido recomendações para a remoção, já que certos requisitos apresentam características e definições abstratas que podem ter causado dúvidas aos entrevistados e ficariam mais claros ao serem empregados em *mockups* ou protótipos. Isso também se aplica aos novos requisitos encontrados, já que alguns deles apresentam algumas ideias abstratas que assim como os requisitos que receberam alguma recomendação para exclusão da lista, só ficarão mais claras com análises aprofundadas e iterações futuras com os validadores. Um bom exemplo disso, é o novo requisito encontrado “*Utilizar cores brilhantes/fortes*” que não deixa claro nem em quais partes da aplicação esse requisito deve ser empregado e nem quando, indicando a necessidade por novos estudos de validação.

Embora isso aconteça com os requisitos, é possível acreditar que o mesmo não aconteça com suas classes. Diferentemente dos requisitos contidos nelas, as classes, apesar de serem mais genéricas, são mais objetivas e menos abstratas. Dessa forma, é possível presumir que mesmo com a utilização de protótipos ou *mockups* de *GeL-apps SD*, os resultados apresentados nos gráficos não sofram grandes alterações. Contudo, é importante ressaltar que nada impede que novas classes sejam criadas ou removidas em novos ciclos e interações da metodologia devido a outros fatores.

Além disso, é importante levar em consideração que validadores com SD não participaram nessa etapa e que eles podem tanto não endossar as entrevistas quanto as priorizações feitas pelos profissionais e parentes. A gamificação, por exemplo, pode ter uma importância maior para esse público, já que ela está diretamente ligada com as atividades realizadas por eles na aplicação e, por isso, aumentar a importância da gamificação pode impactar no aumento da diversão nas atividades e conseqüentemente torná-las mais engajadoras para eles.

Por isso, a validação nessa seção é dito ser “de aparência” ou “de face” [33], já que traz um forte componente subjetivo embutido no julgamento. Devido a tal subjetividade e ao fato de a amostra de respostas vir de apenas um total de 11 clientes, adotaram-se intervalos de confiança de 90%. A subjetividade embutida nesses resultados é minimizada usando-se na validação, especialistas no assunto, possibilitando estimativas coerentes com a realidade da alfabetização de jogadores com SD [37].

Um outro ponto importante, é o conceito de *Design* participativo. Como afirma Hecht & Maass [35], o objetivo do PD é dar voz aos usuários nas decisões sobre o design de seu ambiente de trabalho e ferramentas. Para tanto, o PD reúne diferentes clientes e tenta fazê-los trabalhar juntos no processo de análise e de *design* de um sistema, permitindo que possam entender os pontos de vista um do outro e se beneficiar de seus conhecimentos. Embora em teoria essas ideias pareçam funcionar muito bem, na prática, como continua Hecht & Maass [35], “muitas vezes existem barreiras sociais e de comunicação e desequilíbrio de poder entre os diferentes especialistas”.

Dessa forma, neste trabalho, optou-se por restringir o desequilíbrio entre as opiniões dos clientes, fazendo com que os pesos delas fossem todos iguais, ao mesmo tempo em que se pudesse observar, de uma forma inicial, o quanto as barreiras sociais e culturais influenciariam o processo de validação e priorização das classes. Para tornar essa observação possível, foram selecionados especialistas do Brasil e da Austrália e ao coletar as suas opiniões sobre a importância das classes, foi possível constatar que com exceção da classe “Navegação e interface”, as opiniões diferem entre si.

Uma das possíveis causas disso, pode ter origem nas perspectivas do trabalho com SD, visto que enquanto os profissionais participantes no Brasil trabalham diretamente com pessoas com SD e, futuramente, serão usuários finais de *GeL-apps* SD, os profissionais participantes da Austrália trabalham de forma mais indireta, assumindo um papel de desenvolvedor (*Designer*) e cliente. Por isso, novos ciclos da metodologia devem ser realizados com adição de mais profissionais para verificar se as diferenças se mantêm e também como elas devem afetar a engenharia de requisitos e desenvolvimento de *GeL-apps* SD.

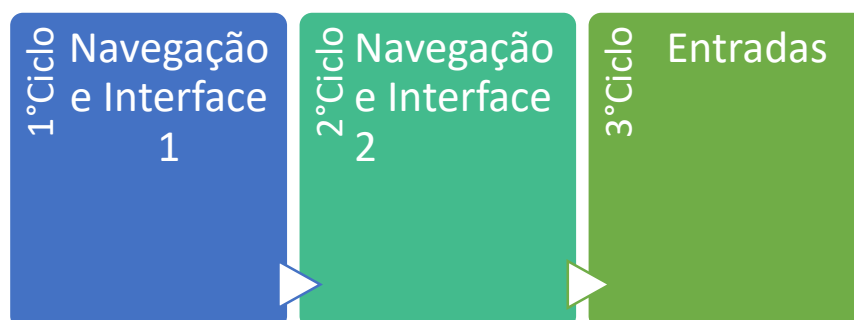
Capítulo 7 Implementação de um subconjunto de requisitos e validação pelos clientes com SD

Conforme discutido no início do Capítulo 6, elicitar e validar os requisitos com as crianças e jovens com SD utilizando questionários iguais aos apresentados no capítulo anterior é uma tarefa inviável devido à conotação abstrata dos conceitos de requisitos e classes, tornando necessário encontrar outras abordagens que complementem os questionários e permitam apresentar esses conceitos de uma forma mais “palpável” e menos abstrata para esse público. Dentre as possíveis soluções para esse problema, duas se destacaram: a primeira, criar um *mockup* de papel (impresso) com o conjunto de requisito encontrado; e a segunda, implementar um protótipo de *software* com o conjunto de requisitos.

Como tanto a primeira solução quanto a segunda possuem pontos positivos e negativos e podem ser utilizadas para coletar diferentes tipos de informações com os usuários, funcionando de forma complementar uma a outra, optou-se por empregar ambas no processo de validação dos requisitos com os clientes SD. No entanto, levando em consideração o tamanho do conjunto de requisitos e o tempo que seria necessário para o desenvolvimento de ambas soluções, foi tomada a decisão de diminuir o escopo dessa validação e focar nos requisitos que fossem mais importantes/prioritários para o desenvolvimento de *GeL-apps* SD, deixando a validação dos demais para os próximos ciclos da metodologia.

Dessa forma, foi esquematizado um *roadmap* para o controle de versões do *GeL-app* SD com os requisitos priorizados pelos validadores nas etapas anteriores, definindo o escopo dessa e das próximas versões da aplicação que serão implementadas (etapa VI da metodologia). A representação em alto nível desse *roadmap* com os primeiros 3 ciclos de atualização do sistema pode ser vista na Figura 7.1. Nela também é possível observar que os requisitos contidos na classe de “Navegação e Interface” foram divididos entre dois ciclos da metodologia e isso foi feito devido a quantidade de requisitos contidos nessa classe.

Figura 7.1: Representação em alto nível dos primeiros ciclos do *roadmap*



É importante deixar claro que nesse ponto da metodologia nem os requisitos recém descobertos nas etapas IV e V, apresentados no Capítulo 6, foram incluídos ao conjunto de requisitos inicial nem os requisitos que receberam recomendações para retirada do conjunto inicial foram excluídos do conjunto. Isso foi feito por dois motivos: primeiro, os requisitos recém descobertos ainda precisam ser validados e classificados pelos demais profissionais e pais; e segundo, os requisitos que receberam recomendações ainda precisam ser validados pelas pessoas com SD. Por isso, os requisitos recém descobertos foram deixados para ser validados nos próximos ciclos da metodologia e os com recomendações para remoção foram deixados no conjunto inicial para ser validados ainda neste ciclo.

Após a esquematização do *roadmap*, foi iniciada a produção dos *mockups* e do protótipo do módulo do jogador de um *Gel-app* SD para o teste e validação dos requisitos, dando, assim, início à etapa VII da metodologia. Como o *mockup* é menos custoso para ser produzido tanto em questão de tempo quanto de recursos, ele foi elaborado e testado primeiro, servindo como base para algumas tomadas de decisões que foram feitas durante o desenvolvimento do protótipo.

Para essa etapa, apenas os clientes com SD foram selecionados, ou seja, o domínio $D = \{pessoas\ com\ SD\}$. Visto que a opinião desses validadores ainda não havia sido coletada e era necessário verificar o quão de acordo ela estaria com a dos validadores anteriores. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os validadores com SD. Essas entrevistas tiveram de 20 a 50 minutos de duração e seguiram um roteiro previamente elaborado para conduzir o cliente pelo *mockup* e pelo protótipo (os roteiros utilizados estão presentes nos Apêndices C e D). A coleta desses dados foi realizada apenas no Brasil, sendo as entrevistas feitas no LAPEN e nas casas dos participantes em Vitória da Conquista-BA.

As entrevistas foram gravadas com a devida autorização concedida pelos participantes e responsáveis, sendo realizadas individualmente com cada participante para evitar que a opinião de um influenciasse diretamente a dos outros. Além disso, todas as entrevistas foram realizadas com o acompanhamento de pelo menos um especialista do LAPEN. Essas gravações foram feitas no intuito de substituir os questionários e permitir que as respostas e comportamentos apresentados pelos entrevistados, no decorrer da entrevista, pudessem ser transcritos e analisados mais detalhadamente para encontrar possíveis informações que não seriam conseguidas somente com o uso de questionário.

Além disso, diferentemente da validação realizada anteriormente em que apenas as opiniões dos entrevistados foram coletadas, nessa validação foi feito um misto de coleta de

opinião dos entrevistados e de testes de usabilidade de *software*, visto que nessa etapa era necessário não só entender as preferências dos usuários para a aplicação como identificar possíveis dificuldades que eles pudessem apresentar ao utilizarem as ferramentas. Para tanto, foram analisadas questões como desempenho (o tempo e os passos necessários para que o entrevistado completasse uma determinada tarefa), precisão (a quantidade de erros que o entrevistado cometeu ao realizar uma tarefa ou se foi ou não necessário ajudar o entrevistado) e resposta emocional (sentimento do entrevistado ao realizar uma tarefa, observação do temperamento do entrevistado ao realizar uma tarefa e assim por diante) durante as entrevistas.

No total, 6 pessoas com SD foram entrevistadas e 11 entrevistas realizadas, sendo 6 entrevistas utilizando *mockup* e 5 com o protótipo. Dessas 6 pessoas, 4 são do gênero feminino e 2 do gênero masculino com idades entre 8 a 28 anos. Além disso, 2 pessoas estão em processo de alfabetização, 2 são alfabetizadas, 1 está cursando o ensino superior e 1 já possui o ensino superior. Na tabela 7-1 são exibidos os dados dos participantes.

Tabela 7-1: Participantes da entrevistas

Participantes	Gênero	Idade	Escolaridade
P1	Masculino	24	Em processo de alfabetização
P2	Feminino	28	Superior completo
P3	Feminino	8	Alfabetizada
P4	Feminino	12	Em processo de alfabetização
P5	Feminino	24	Superior incompleto
P6	Masculino	21	Alfabetizado

7.1 Validação com o *Mockup*

Dos 31 requisitos pertencentes à classe “Navegação e Interface”, apresentados na tabela 5-2 do Capítulo 5, apenas 18 foram testados com a utilização do *mockup*. Os demais requisitos ou foram deixados para o próximo ciclo de validação da metodologia ou foram implementados no protótipo. Entre os requisitos que foram deixados para o próximo ciclo estão os ambíguos ou mal detalhados que, de alguma forma, precisavam ser melhor especificados como, por exemplo, o NI.16 e os relacionados a tópicos mais criativos e interativos como animações, músicas e vozes. A Tabela 7-2 exhibe os requisitos que foram utilizados no desenvolvimento do *mockup*.

Tabela 7-2: Conjunto de requisitos da classe Navegação e Interface implementado no *Mockup*

ID	Descrição do requisito
NI.1	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.
NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.
NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.
NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).
NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreado.
NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.
NI.8	Quando a opção de alto contraste for selecionado, não utilizar somente cores primárias.
NI.10	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.
NI.11	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.
NI.12	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.
NI.13	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).
NI.14	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.
NI.15	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.
NI.17	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.
NI.24	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.
NI.25	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).
NI.26	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização. Evitar usar botões flutuantes (botões ocultos por um menu).
NI.30	Evitar o uso de menus suspensos, pois são difíceis para usuários com SD.

Com base nesses 18 requisitos foram desenvolvidas 5 telas para o *mockup*. Essas telas foram elaboradas a partir de um *design* genérico de aplicativos para o público infantil, sendo cada tela projetada para testar um conjunto de requisitos. A Tela 1, por exemplo, contém desde requisitos relacionados aos tipos de fontes de letras que devem/podem ser utilizadas na aplicação a até requisitos envolvendo a escolha do menu. A Figura 7.2 apresenta a Tela 1 com alguns elementos destacados.

Nessa figura, o elemento 1 (O fundo branco da tela) foi colocado para testar o requisito NI.7 com os jogadores. Já o elemento 2 (“Atividades Recentes”) está ligado com os requisitos NI.1 e NI.6, e o elemento 3 (“Centro de jogos”) tem como objetivo testar os requisitos NI.1 e NI.24. Assim como a Tela 1, as demais telas desse *mockup* também seguem esse mesmo padrão e podem ser observadas com mais detalhes no Apêndice C, onde também se encontra o roteiro

que foi utilizado para guiar a apresentação das telas. Com o fim da elaboração desse mockup, foi iniciada as entrevistas com os validadores SD.

Figura 7.2: Tela 1 do *mockup* com alguns elementos destacados



Nessas entrevistas, o objetivo pode ser resumido em: a) validar os requisitos apresentados na tabela 7-1; b) elicitare possíveis novos requisitos com o público SD; e c) observar a interação dos entrevistados com o *mockup* a fim entender como eles percebem essa ferramenta e quais são as dificuldades apresentadas por eles ao utilizá-la. Para facilitar a análise e tornar possível alcançar esses objetivos, os requisitos contidos na classe “Navegação e Interface” foram agrupados pelo tipo de elemento que eles referenciavam para facilitar o entendimento dos resultados. No total, foram criados 4 grupos de requisitos:

- Fontes e palavras, contendo os requisitos NI.1, NI.3, NI.4, NI.5 e NI.6;
- Cores, com os requisitos NI.7 e NI.8;
- Imagens, com os requisitos NI.10, NI.11, NI.12, NI.13, NI.14 NI.15 e NI.17;
- Botões e menu, com os requisitos NI.24, NI.25, NI.26, NI.30.

7.1.1 Análise e Resultados da Validação das Fontes e Palavras

Para a validação das fontes (requisitos NI.1 e NI.6) foram escolhidos 9 tipos de fontes diferentes variando entre *serif*¹ e *sans-serif*, sendo elas: Edwardian Script ITC; Arial; FreeSerif; OCR A Std; Matura MT Script Capitals; Gill Sans MT Ext Condensed; Niagara Solid; e Myriad Pro. Algumas dessas fontes foram colocadas em itálico e negrito, sendo as fontes Edwardian Script ITC e Matura MT Script Capitals as que apresentavam o maior nível de alteração no formato das letras. Todas essas fontes foram colocadas na tela 1 do *mockup* (Figura 7.2) e apresentadas aos entrevistados como um teste de usabilidade.

Dado isso, dos 6 entrevistados:

- P2 conseguiu ler todas as palavras presente da tela;
- P3, P4 e P6 não conseguiram ler a frase “Atividades Recentes” (fonte Edwardian Script ITC);
- P4 também não conseguiu ler a frase “Atividades Recentes” (fonte Edwardian Script ITC) e a palavra “Loja” (Matura MT Script Capitals);
- E P1 foi o que mais apresentou dificuldades, conseguindo ler somente a palavra “Música”.

Com base nesses resultados, foi possível observar que mais de 80% dos entrevistados não apresentou nenhuma dificuldade² em entender a maioria das fontes. Além disso, o fato de a fonte ser serifada, ou não, não parece afetar o entendimento dos entrevistados sobre a palavra, assim como, ela estar em itálico, ou não, também parece não afetar. No entanto, o nível de alteração do formato da letra que a fonte possui aparenta ser um fator que está diretamente ligado com a capacidade de o leitor ter sucesso em conseguir ler uma palavra. Essa constatação é ainda reforçada pela fala da entrevistada P4 ao tentar ler uma frase em que as letras apresentavam uma grande alteração no formato:

“Ô tio, olha só, por que os nomes não são bastão (letra de forma)?” [P4]

Dessa forma, os resultados dão indicativos que o requisito NI.1 (Usar fontes do tipo *italic Serif*, principalmente, em títulos e subtópicos) não é um requisito obrigatório para o entendimento do texto e pode tanto ser excluído do conjunto inicial quanto sofrer alterações semânticas para ser encaixado no conjunto, visto que podem ser utilizados outros tipos de fontes

¹ Na tipografia, as serifas são os pequenos traços e prolongamentos que ocorrem no fim das hastes das letras. A família tipográfica sem as serifas é chamada de *sans-serif*.

² Aqui o termo dificuldade se refere às dificuldades que não são inerentes a SD como, por exemplo, nível de escolaridade ou algum problema de visão.

no seu lugar desde que não apresentem alterações no formato das letras. Esses resultados também dão indicativos que validam metade do requisito NI.6 (Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento).

Um ponto importante que deve ser levado em consideração sobre esse resultado é que, possivelmente, a dificuldade apresentada por P1 para ler as palavras na tela seja em decorrência de um problema de visão relatado pelos familiares, o que ajuda a justificar, além do fato dele estar em processo de alfabetização, o porquê de o participante conseguir ler a palavra “Música” em destaque no centro da tela 1 e não as demais.

Isso também dá indícios que os requisitos NI.3, NI.4 e NI.5 são válidos e importantes para a aplicação. No entanto, com exceção do requisito NI.4, é necessário que esses requisitos passem por alterações semânticas que deixem claro que eles devem ser utilizados quando for necessário destacar palavras dentro da aplicação, visto que eles podem auxiliar pessoas que, assim como P1, apresentam alguma dificuldade de enxergar as palavras importantes da tela. Além disso, essa dificuldade também foi a base para a criação de um novo requisito “*Possibilitar que o usuário possa dar zoom ou aumentar o tamanho das letras dentro da aplicação*”.

Para realizar a validação da outra parte do requisito NI.6, foi colocado um sombreamento na frase “Centro de atividades” no topo da tela 4 do *mockup* e solicitado aos entrevistados que tentassem ler todas as três frases contidas na tela. Optou-se por colocar a sombra em uma única frase com o intuito de verificar se, ao serem pedidos para ler, os entrevistados conseguiram perceber alguma diferença entre as frases sem que fosse necessário o entrevistador perguntar. A tela 4 é apresentada na Figura 7.3, a frase com o sombreamento está no quadrado verde em destaque.

Ao ser solicitado que as frases fossem lidas, com exceção de P1, todos os demais entrevistados conseguiram ler sem apresentar dificuldades³. Ao ser questionado se alguma das três frases tinha sombra, apenas os entrevistados P1 não identificou a sombra. Além dele, P6 também teve dificuldades e disse que tanto a frase “Centro de Atividades” quanto a “Todas as atividades” possuíam sombras. Quando foi perguntado aos 5 entrevistados (para P1 não foi perguntado) se a sombra atrapalhou a leitura deles e se eles preferiam com ou sem sombra. Apenas P3 disse que a sombra atrapalhava e que preferia sem. Dos 4 restantes, 3 disseram que

³ É importante ressaltar que mesmo os 2 participantes que estão em processo de alfabetização são capazes de associar alguns textos aos seus significados. Como é o caso, por exemplo, das palavras “iniciar” da tela 5 do *mockup* (apresentada na figura 7.5) e “play” na tela 1 do protótipo (figura 7.7).

a sombra não atrapalha, mas que preferem sem. A exceção foi P2 que também disse que a sombra não atrapalhava e quando foi questionada se preferia com ou sem sombra, ela disse:

“Depende da forma como vai colocar nesse jogo. Por causa das pessoas com baixa visão”[P2]

Figura 7.3 Tela 4 do *mockup* com a frase com sombra destacada



Dessa forma, embora o teste de usabilidade tenha demonstrado que a maioria dos entrevistados (5 de 6) conseguiu ler as frases mesmo com a sombra, levando em consideração a opinião dos entrevistados, pode-se afirmar que NI.6 também é um requisito que foi validado positivamente, visto que apesar das sombras não atrapalharem, a opinião da maioria dos entrevistados consiste em evitar utilizá-las.

Por fim, a validação do requisito NI.5 (Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados) foi realizada com a palavra “Música” na tela 1. Nessa palavra, foi adicionado um fundo com notas musicais e um coração em frente da palavra. Ao perguntar a opinião dos entrevistados sobre essa palavra e os efeitos, todos responderam que gostaram da

palavra e foi possível observar que esse tipo de estilização conseguiu atrair a atenção dos entrevistados, dando, assim, indícios de que o requisito NI.5 também é válido dentro do conjunto e pode ser utilizado em diversas situações. Após isso, os entrevistados foram questionados a respeito de qual o sentido a palavra “Música” junto com o coração passava para eles, sendo obtidas as seguintes repostas:

“ (O coração significa) Eu amo Laise (profissional do LAPEN) [P1] ”

“Pode ter vários significados...como amor [P2]”

“Te amo, tio Igor (Entrevistador) [P3]”

“Amor, paixão, avião...essas coisas [P4]”

A partir dessas repostas é possível observar que nenhum dos entrevistados fez relação entre o coração e a palavra “Música” e que apesar das fontes estilizadas ajudarem a destacar as palavras, podem ocorrer casos como esse da palavra “Música” e o coração em que o sentido pretendido pelo desenvolvedor com a estilização pode não ser entendida pelos usuários.

7.1.2 Análise e Resultados da Validação das Cores

Os resultados da validação das cores indicaram que existe uma preferência entre a maioria dos entrevistados por cores mais escuras do que claras, dando, assim, indícios que o requisito NI.7 possa está correto. Para testar esse requisito, as telas 1 e 2 (tela 1 em alto contraste) foram mostradas aos entrevistados, que foram questionados acerca de qual eles gostavam mais. Dos 6 entrevistados, 4 responderam que gostavam mais da tela preta, 1 respondeu que gostava mais da tela 1 (branca) e o último respondeu que tanto faz.

“Gosto mais da tela preta, porque tem várias coisas coloridas [P5]”

Além disso, na tela 2, também foi observado que apenas o entrevistado P1 teve dificuldades em distinguir as cores dos botões presentes na tela, trocando as cores azul por verde, roxo por azul, rosa por vermelho e laranja por amarelo. Contudo, não é possível afirmar se isso é devido P1 não saber diferenciar as cores ou alguma outra coisa. Com os demais entrevistados, todos conseguiram identificar as cores dos botões mesmo as cores não primárias, apresentando evidências que o requisito NI.8 também está correto. Na Figura 7.4 são exibidas as telas 1 e 2 do lado uma da outra.

Figura 7.4: Telas 1 e 2 (Alto contraste)



7.1.3 Análise e Resultados da Validação das Imagens

Para a validação do requisito NI.17, pertencente ao grupo das imagens, os entrevistados foram questionados se eles preferiam mais imagens de pessoas com SD ou sem SD. As respostas demonstraram que não houve uma concordância entre a opinião dos entrevistados com 2 afirmando que gostavam mais de imagens de pessoas com SD, outros 2 que gostavam mais de imagens de pessoas sem SD e os 2 últimos que gostavam de ambos. Essa mesma discordância também foi observada com os resultados relacionados ao requisito NI.14, em que quando questionados se preferiam mais ilustrações ou imagens fotográficas, dos 6 entrevistados: 2 responderam gostar tanto de um quanto de outro; 3 mais de desenhos; e apenas 1 respondeu gostar mais de fotografias.

Conforme pode ser observado na Tabela 7-3, ao analisar de forma mais aprofundada as respostas dadas pelos participantes à pergunta relacionada ao requisito NI.14, é possível observar que há uma preferência entre as crianças por ilustrações enquanto que entre os adultos

há uma discordância maior, com dois deles sendo imparciais entre os dois tipos de imagens (ilustrações e fotos).

Tabela 7-3: Repostas dos entrevistados ao requisito NI.14

Entrevistados	Idade	Ilustrações ou fotografias
P1	24	Ambos
P2	28	Ambos
P3	8	Ilustrações
P4	12	Ilustrações
P5	24	Fotografias
P6	21	Ilustrações

Com base nisso, é possível afirmar que há uma necessidade de que esse requisito seja adaptado semanticamente para que as imagens se adequem ou à faixa etária do jogador (por exemplo, *“Adaptar a quantidade de ilustrações de acordo a faixa etária”* ou *“utilizar mais ilustrações para as crianças”*) ou aos gostos individuais de cada jogador (por exemplo, *“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre ilustrações e fotografias”*), sendo essa segunda opção mais interessante já que dá um maior controle para o usuário final, permitindo que ele possa personalizar a interface da aplicação de acordo ao seu gosto pessoal. Outra possibilidade é excluir esse requisito.

Diferentemente do requisito NI.14, a idade dos participantes parece não impactar nas repostas dadas à pergunta do requisito NI.17. O mesmo também foi observado com relação ao gênero dos entrevistados como pode ser observado na Tabela 7-4. Dessa forma, assim como com requisito NI.14, é possível afirmar que o requisito NI.17 também precisa passar ou por uma adaptação semântica para que as imagens sejam adequadas ao gosto dos jogadores ou ser excluído do conjunto inicial de requisitos. Uma possível sugestão de mudança semântica para esse requisito poderia ser *“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre fotografias de pessoas com ou sem SD”*, visto que dessa forma é possível personalizar o sistema para que atenda às necessidades individuais do usuário.

Tabela 7-4: Repostas dos entrevistados ao requisito NI.17

Entrevistados	Idade	Gênero	Com ou sem SD
P1	24	Masculino	Sem SD
P2	28	Feminino	Ambos

P3	8	Feminino	Ambos
P4	12	Feminino	Sem SD
P5	24	Feminino	Com SD
P6	21	Masculino	Com SD

Já os requisitos NI.11, NI.12, NI.13 e NI.15 foram analisados por meio de teste de usabilidade. Com isso, foi possível observar que esses requisitos não tem um impacto direto na usabilidade, acessibilidade ou preferência dos usuários, uma vez que os entrevistados:

- a. Conseguiram compreender tanto imagens manipuladas digitalmente quanto as não manipuladas;
- b. Não apresentaram nenhum tipo de desinteresse, repulsa ou desconforto pelas fotos de pessoas mais jovens que elas. Assim como também não demonstraram interesse em particular pelas fotos de pessoas mais velhas;
- c. Conseguiram compreender tanto imagens de ação quanto imagens estáticas (sem ação);
- d. Não demonstraram interesse em nada relacionado a beleza das pessoas nas fotografias.

Assim sendo, acreditamos que esses requisitos também precisem passar por ajustes semânticos ou serem excluídos do conjunto de requisitos inicial.

Com o requisito NI.10 também foi feita o mesmo tipo de teste e foi possível observar que colocar imagens de pessoas, objetos e animais familiares aos jogadores e que sejam facilmente identificados é extremamente importante para a aplicação, já que essas imagens são necessárias para que os usuários consigam entender a interface e navegar por ela.

Um bom exemplo disso são as imagens utilizadas como ícones dos botões. Embora todos os entrevistados tivessem experiência em usar computadores e celulares para navegar na internet, foi possível observar que a maioria deles não sabiam (ou não conseguiam lembrar) a utilidade de alguns botões com ícones padrões como o de configurações (engrenagem), a seta para voltar à página anterior e botão de *Home* (a casa).

Ao serem perguntados para que servia o botão Home, por exemplo, alguns entrevistados responderam o seguinte:

“Serve para montar tipo um quebra cabeça” [P4]

“Para várias funções como...no computador, ele vai direcionar para método que vai te ajudar a salvar um arquivo, imprimir” [P2]

“Penso em minha casa ... Serve para morar”[P1]

“Se clicar, eu vou fazer ... dormir”[P3]

Algo parecido também foi observado com a seta para voltar à página anterior:

“Serve para ir para o shopping de verdade”[P3]

“A gente vai em outra folha”[P5]

“Serve para ir para direita”[P4]

“Serve para voltar”[P2]

“Para parar”[P1]

“Clica...quando eu clico, boto isso daqui” (e apontou para a figura do sapo na tela 5) [P6]

Já a engrenagem do botão de configurações, na opinião de alguns servia para:

“Colocar o celular para carregar”[P3]

“Ajuste de contas e resolver problemas”[P2]

“Uma roda (a engrenagem) ... serve para rolar”[P6]

No entanto, ícones como os dos botões “cortar e colar” (tesoura e cola) e “desenhar e colorir” (pincel e palheta) da parte superior da Tela 4, foram facilmente reconhecidos e entendidos pelos entrevistados. Por isso, é possível dizer que imagens familiares aos jogadores e com conceitos mais literais (como o pincel para a atividade de pintar) e menos abstratos (como associar uma casa à ideia de ir para tela principal/home) são importantes para a aplicação, tornando, assim, o requisito NI.10 válido/aprovado.

7.1.4 Análise e Resultados da Validação das Botões e Menu

Os testes de usabilidade dos requisitos relacionados aos botões apontaram indícios de que o requisito NI.24, ou seja, usar botões grandes, claros, com formatos bem definidos e rotulados, permite que pessoas com SD consigam visualizar mais facilmente e entender que um objeto na tela é um botão. Na tela 1, por exemplo, os botões coloridos (configurações, sair, etc) seguiram esse requisito e os entrevistados entenderam mais facilmente do que a maioria dos botões apresentados na tela 4. No entanto, não ficou claro durante a entrevista se realmente os entrevistados entenderam o que, de fato, era um botão ou apenas responderam aleatoriamente ao entrevistador, visto que quando foram questionados sobre quais elementos da tela 4 eram botões, as repostas apresentaram uma grande variação:

- P3 disse que todos os elementos da tela, com exceção do texto, eram botões;
- P1 disse que apenas 2 dos 6 botões da parte superior da tela eram botões (não incluindo a seta e o sino). O entrevistado ainda completou dizendo que os demais não eram botões e, sim, desenhos;
- Para P5, apenas “Ouvir e cantar” e a imagem da menina cantando na parte inferior da tela eram botões;
- P4 disse que somente os botões em formato de imagem (abaixo da seção “Atividades para casa”);
- P2 disse que somente os botões acima da seção “Atividades para casa” era botões;
- P6 em um primeiro momento disse que apenas a imagem com os tabuleiros e jogos era um botão (imagem abaixo do texto “Atividades para casa”) e depois voltou atrás e disse que todos elementos, com exceção do texto, eram botões.

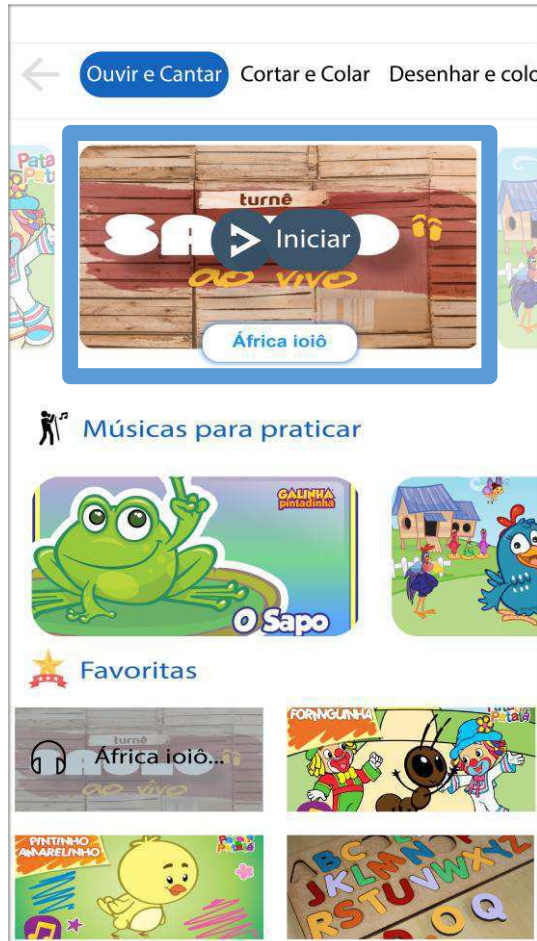
Por isso, mesmo que a validação dos botões da tela 1 tenha apontado que o requisito possivelmente está correto, como os botões da tela 4, de modo geral, não foram compreendidos pela maioria dos entrevistados e seguem o requisito NI.24, é necessário que novos testes sejam realizados para confirmar a validade desse requisito.

Além disso, também foi observado que o fato das cores dos botões serem mais escuras ou claras não afeta a compreensão dos entrevistados, ou seja, outros elementos como o formato e o conteúdo/rótulo do botão parecem ser mais determinantes do que a coloração do botão, já que durante os testes de usabilidade com todos os entrevistados não foi constatado nenhuma alteração de comportamento, tempo de resposta ou erros ligados com a tonalidade do botão. Dessa forma, é possível afirmar que o requisito NI.25 precisa ser excluído do conjunto ou alterado semanticamente.

Verificou-se também que de acordo com a opinião da maioria dos entrevistados (4 dos 6 entrevistados), botões criados no formato de imagens (ou imagens clicáveis) são mais facilmente entendidos como botões (ou como algo que possa ser clicado) caso eles possuam elementos destacados dentro deles como o apresentado pelo botão “África iô iô” no início da Tela 5 (Figura 7.5). Para alguns entrevistados como P5, por exemplo, a imagem inteira não era o botão, mas, sim, o elemento contido em seu interior, como é possível interpretar a partir da fala dela apresentada abaixo. Vejamos:

“É...tem um botão aqui (apontando para o botão play/iniciar dentro da figura África iô iô) [P5]”

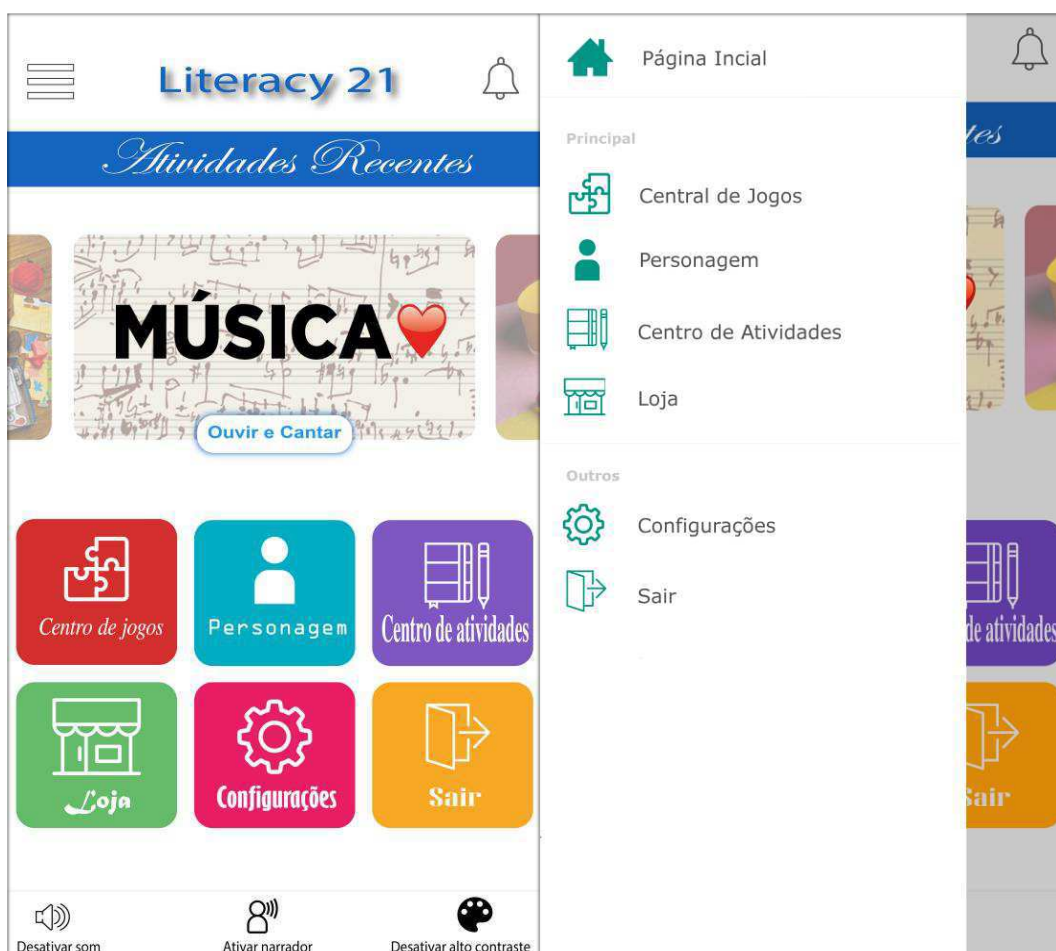
Figura 7.5: Tela 5 da aplicação com o botão “África iô iô” destacado



Por todo o *mockup*, os botões foram feitos baseados no requisito na primeira parte do NI.26 (botões em locais fixos e de fácil visualização) e foi possível observar a partir dos testes de usabilidade que todos os entrevistados não tiveram dificuldade de encontrá-los quando foram questionados, mesmo que em alguns casos eles não identificassem o elemento na tela como um botão. Com isso, é possível afirmar que essa primeira parte do requisito funciona e é útil para os usuários. Sendo assim, é interessante aprová-lo e mantê-lo no conjunto de requisitos. No entanto, a segunda parte dele “Evitar usar botões flutuantes” não pôde ser testada devido ao fato dos *mockups* serem ferramentas estáticas e esse tipo de botão ser melhor testado em ambientes dinâmicos. Dessa forma, optamos por separar essa segunda parte do requisito, criando um novo requisito que será validado no próximo ciclo da metodologia.

Já para realizar o teste do requisito NI.30 (Evitar o uso de menus suspensos), os entrevistados foram indagados (coleta de opinião) se preferiam que os botões principais da aplicação fossem apresentados na tela inicial como os coloridos presentes da tela 1 ou se eles achavam melhor que eles ficassem dentro de um *sidebar* menu, como o que foi apresentado na tela 3 (Figura 7.6). As respostas dos entrevistados ficaram empatadas, com uma parte optando pelo menu da tela 3 e a outra metade pelo da tela 1.

Figura 7.6: Telas 1 (à esquerda) e Tela 3 (à direita)



Levando isso em consideração, é possível afirmar que as repostas dos entrevistados dão indícios de que possam ser utilizados ambos os tipos de menu. Por isso, foi sugerida uma alteração semântica para que esse requisito se adequasse às respostas dadas pelos entrevistados. Salientamos que devido ao fato do *mockup* ser uma ferramenta estática, novos testes de validação devem ser realizados em ambientes mais dinâmicos em futuros ciclos da validação a fim de verificar a partir de testes de usabilidade se os usuários encontram algum tipo de dificuldade com esses menus quando os utilizarem na prática.

7.1.5 Observações e Visão Geral dos Resultados

De modo geral, dos 18 requisitos validados durante essa etapa, 7 requisitos foram aprovados e 11 receberam sugestões para remoção do grupo ou alterações semânticas, levando em consideração as repostas dos entrevistados e as observações feitas durante a entrevista. Desses 6 requisitos aprovados, apenas o requisito NI.26 sofreu alteração e foi separado em dois: o requisito “Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização” (atual requisito NI.26) e o “Evitar usar botões flutuantes” novo requisito criado durante essa etapa. A Tabela 7-5 exibe todos os requisitos aprovados.

Tabela 7-5: Requisitos aprovados na validação com o *mockup*

ID	Descrição do requisito
NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.
NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento.
NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.
NI.8	Quando a opção de alto contraste for selecionado, não utilizar somente cores primárias.
NI.10	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.
NI.24	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.
NI.26	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização

Dentre os requisitos que receberam sugestões de alterações semânticas ou de remoção do conjunto inicial, apenas os requisitos NI.3, NI.5, NI.14 e NI.17 receberam possíveis novas descrições com base nas repostas apresentadas pelos entrevistados durante essa etapa. Ao final da validação com o protótipo, foram feitas comparações entre as opiniões dos entrevistados, obtidas nas demais validações, para determinar se o requisito deverá ser excluído ou apenas alterado semanticamente. A Tabela 7-6 exibe todos os requisitos que receberam tais sugestões nessa etapa.

Tabela 7-6: Requisitos que receberam sugestão para remoção ou para alteração semântica

ID	Descrição do requisito	Sugestão de nova descrição
NI.1	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.	-----
NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.	<i>“Utilizar negrito forte em palavras que precisem ser destacas”</i>
NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).	<i>“Utilizar fontes estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos) quando for necessário destacar alguma palavra”</i>
NI.11	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.	-----
NI.12	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.	-----
NI.13	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).	-----
NI.14	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.	<i>“Adaptar a quantidade de ilustrações de acordo a faixa etária”</i> Ou <i>“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre ilustrações e fotografias”</i>
NI.15	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.	-----
NI.17	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.	<i>“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre fotografias de pessoas com ou sem SD”</i>
NI.25	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).	-----

NI.30	Evitar o uso de menus suspensos, pois são difíceis para usuários com SD.	-----
-------	--	-------

No final dessa validação, foram encontrados 6 novos requisitos, sendo esses distribuídos entre as 8 classes de requisitos já existentes. Dentre esses novos requisitos, estão possíveis soluções para algumas dificuldades apresentadas pelos entrevistados durante a validação com o *mockup*, tais como o requisito “*Possibilitar que o usuário possa dar zoom ou aumentar o tamanho das letras dentro da aplicação*” que está diretamente ligado à dificuldade do entrevistado P1 em enxergar a maioria das palavras escritas no *mockup*. Esse e outros requisitos são exibidos na Tabela 7-7.

Tabela 7-7: Requisitos adicionados ao fim da validação com o *mockup*

Classe	Descrição do novo requisitos
<i>Navegação e Interface</i>	Possibilitar que o usuário possa dar zoom ou aumentar o tamanho das letras dentro da aplicação
	Evitar usar botões flutuantes
<i>Feedback e Ajuda</i>	Criar um narrador/guia para ajudar os jogadores na aplicação
	Permitir que o jogador possa definir um avatar para narrador
<i>Mecânicas e configurações do sistemas</i>	Permitir que o jogador possa escolher o gênero do narrador
	Permitir que o jogador possa escolher as músicas da aplicação (exemplo: Forró, MPB, músicas infantis, etc)

Um ponto importante que deve ser ressaltado é que apesar de suas limitações os *mockups* foram úteis para apresentar os requisitos de forma rápida e compreensível para os entrevistados com SD. Contudo, durante as entrevistas com as crianças P3 e P4, observamos sinais de impaciência e perda de interesse dos entrevistados com a atividade de validação, o que gerou, consequentemente, dispersão nos entrevistados, influenciando no andamento do processo de validação.

Apesar das tarefas de elicitación e validação serem repetitivas e enfadonhas, por si só, acreditamos que um dos fatores que contribuiu para agravar essa situação foi devido ao *mockup* ser uma ferramenta estática e pouco interativa. Por isso, consideramos que com o uso de uma

ferramenta mais interativa e dinâmica é possível despertar o interesse dessas crianças, mantendo o foco durante todo o processo de validação e elicitação.

7.2 Validação com Protótipo

Conforme abordado no tópico 7.1.5, os principais problemas encontrados durante as entrevistas com o uso do *mockup* foram a pouca interatividade e a falta de dinamismo da ferramenta. Isso ocasionou entre os entrevistados, principalmente, nas crianças, uma certa dispersão e falta de interesse com a atividade, o que dificultou a coleta de dados e prolongou as entrevistas. Com base nisso, o projeto do protótipo para a validação e elicitação de requisitos com os clientes SD foi elaborado para ser mais dinâmico e interativo com o usuário. Para tanto, desenvolvemos atividades lúdicas/gamificadas no protótipo com o intuito de tornar o processo de validação e elicitação mais produtivo e também divertido para os entrevistados.

Essas atividades lúdicas/gamificadas foram planejadas levando em consideração os requisitos que seriam validados durante essa etapa. Além de alguns dos requisitos presentes na validação com o *mockup*, também foram acrescentados outros requisitos. Alguns, inclusive, de outras classes, além de Navegação e Interface. Embora o foco nesse ciclo seja validar os requisitos presentes na classe de Navegação e Interface, classes como Feedback e Ajuda, Elementos de Gamificação e Entradas também fizeram parte do processo, já que eram necessárias para o desenvolvimento do protótipo lúdico. A Tabela 7-8 lista todos os requisitos que foram testados durante essa etapa.

Tabela 7-8: Conjunto de requisitos implementado no protótipo

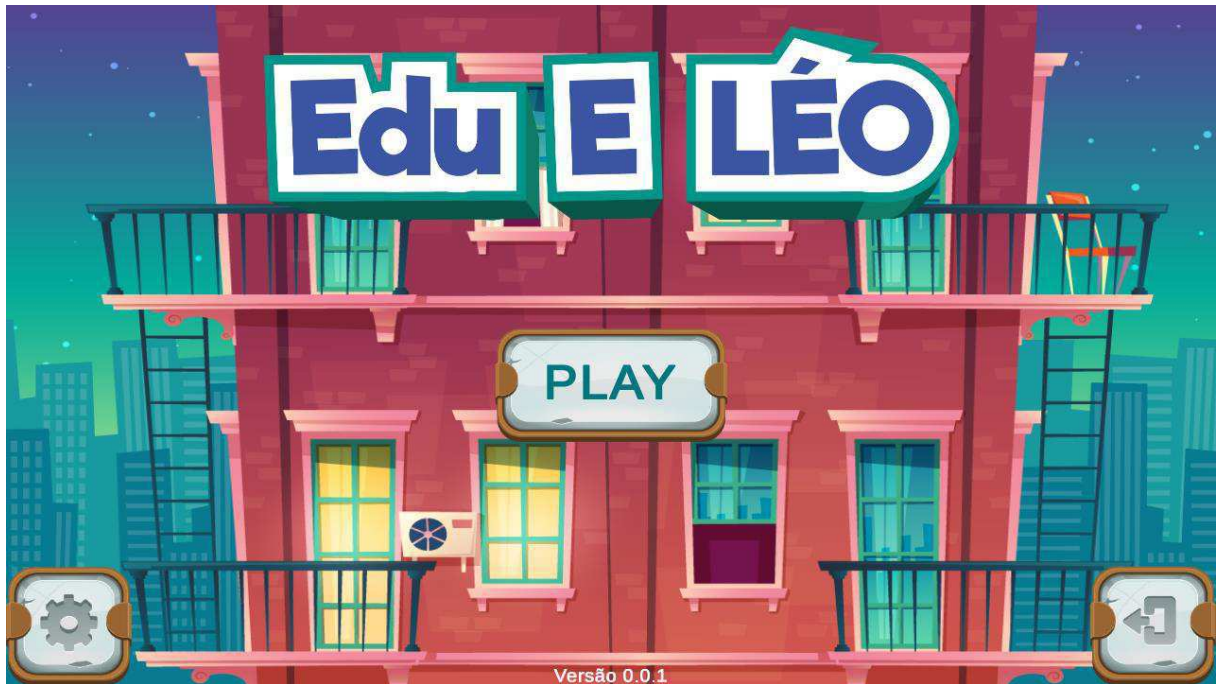
ID	Descrição do requisito
NI.1	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.
NI.2	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes.
NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.
NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.
NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).
NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento.
NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.
NI.9	Não utilizar cores opacas.
NI.10	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.
NI.11	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.
NI.12	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.

NI.13	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).
NI.14	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.
NI.15	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.
NI.17	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.
NI.24	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.
NI.25	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).
NI.26	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização.
FA.1	Utilizar efeitos sonoros, visuais e de vibração como forma de dar um feedback instantâneo imediato ao jogador.
FA.4	Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.
IN.3	Utilizar telas multitouch.
EG.3	Utilização de pontos: sempre que o jogador terminar uma atividade ele deve receber pontos de acordo com o seu desempenho.

O protótipo foi desenvolvido para rodar em smartphones com o sistema operacional Android e, por isso, o requisito IN.3 foi inserido no processo de validação. Além disso, por se tratar de um processo de validação de requisitos ludificado/gamificado, foi acrescentado um sistema de pontos (requisito EG.3) para que quando o entrevistado terminasse uma atividade específica de validação, ele fosse recompensado pelo seu esforço. Pelo mesmo motivo, também foram inseridos feedbacks sonoros e de recompensa/elogios (FA.1 e FA.2), já que eles eram necessários para a interação dos entrevistados com as atividades, além de criarem uma atmosfera descontraída durante a realização do processo de validação.

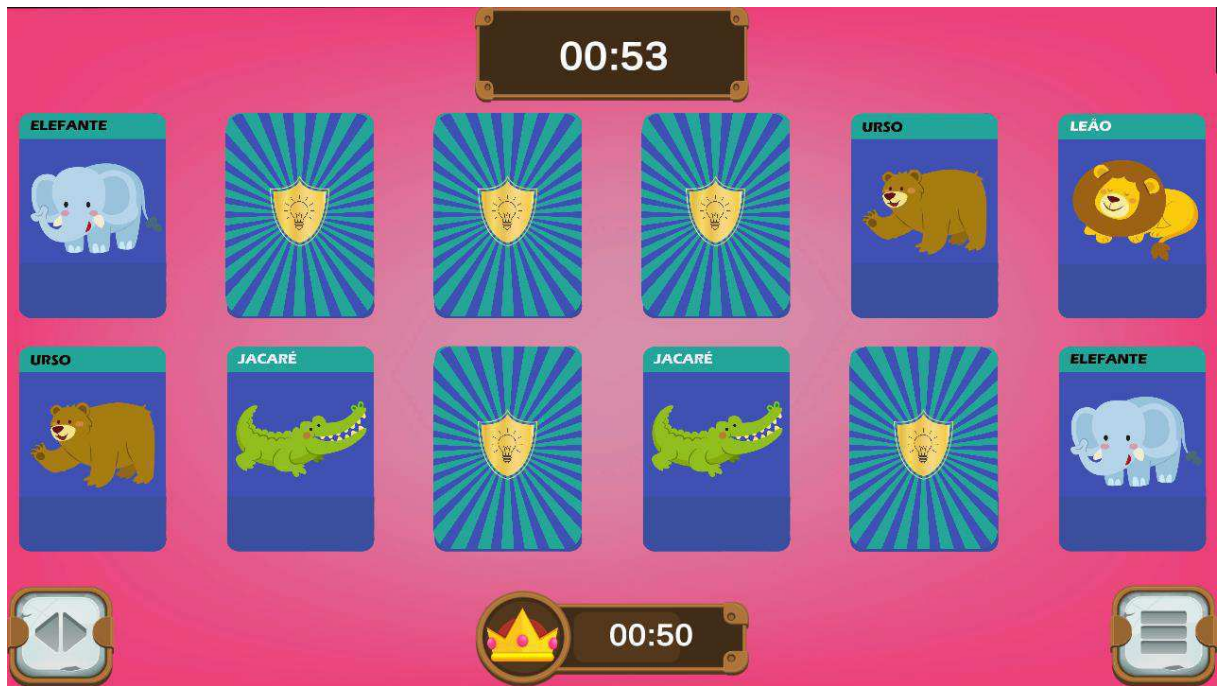
Para o desenvolvimento da aplicação, optou-se por um *design* diferente do que foi empregado no *mockup*, pois uma das intenções dessa fase de teste é apresentar alguns *designs* diferentes para os clientes no intuito de descobrir qual os agrada mais. Sendo assim, o protótipo foi desenvolvido em cima de um conceito de dois personagens rivais denominados de “Edu e Léo”, nomes dados à aplicação (todas as telas da aplicação se encontram no Apêndice D). A tela inicial da aplicação pode ser vista na Figura 7.7 abaixo:

Figura 7.7: Tela inicial da protótipo Edu e Léo



No total, duas atividades foram elaboradas dentro da aplicação. A primeira consistia em um jogo da memória e a segunda em um jogo chamado “Cofre do Edu”. No jogo da memória, o objetivo do jogador é encontrar as cartas que contém a mesma figura e formar pares. Cada carta possui uma figura de um animal em um dos seus lados e quando o jogo é iniciado, o lado com a figura fica voltado para baixo para que não possa ser visto. Por rodada, o jogador pode virar duas cartas para cima. Caso elas sejam iguais, o participante faz um ponto, caso contrário, as cartas têm o lado com a figura voltado para baixo novamente até que todos os pares sejam formados. Nesse jogo da memória, o principal foco da validação são os requisitos relacionados às cores, o menu, o tamanho das fontes e os elementos de feedback. A Figura 7.8 exibe o jogo da memória com alguns pares formados.

Figura 7.8: Jogo da memória do protótipo



No jogo “Cofre do Edu”, o objetivo do jogador é encontrar um cofre escondido no quarto e desvendar a senha para abri-lo. Ao achar o cofre, o jogador é direcionado para a porta dele, onde tem uma imagem e os botões para que jogador possa digitar a senha. Para descobrir a senha, o jogador precisa interpretar a foto e digitar nos botões o nome do elemento destacado contido na foto. O foco principal desse jogo é validar as imagens, os tipos de fontes e os elementos de gamificação e de feedback. Foram criadas 12 fases e cada uma delas contém uma imagem e uma fonte diferente. No total, utilizou-se 12 fotos e 9 fontes, sendo que todas as fontes utilizadas são as mesmas testadas durante a etapa de validação com o *Mockup*. Ao finalizar cada uma das fases, o jogador é enviado para uma tela de pontuação, onde ele recebe de uma a três estrelas de acordo com o desempenho na atividade. As telas com o quarto e a porta do cofre podem ser vistas na Figura 7.9 enquanto que a tela de pontuação pode ser vista na Figura 7.10.

Figura 7.9: Jogo Cofre do Edu (quarto na tela superior e o baú na inferior)

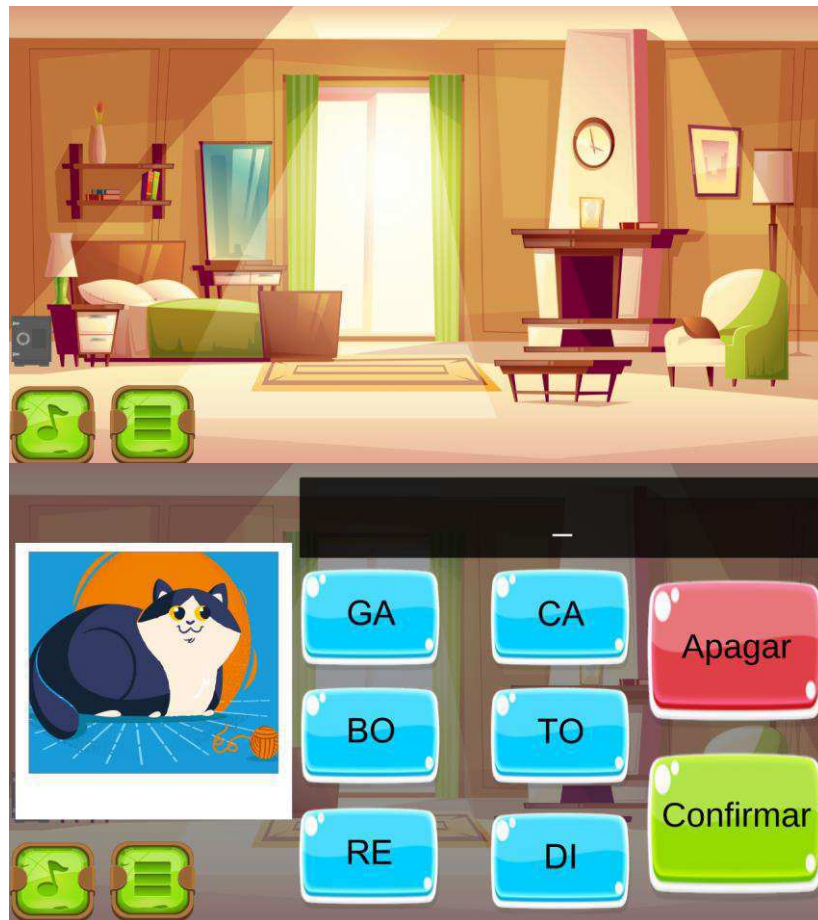


Figura 7.10: Tela da pontuação do jogo Cofre do Edu



Outro ponto importante a ser observado, é que durante todo o processo de navegação do jogador dentro da aplicação é possível validar requisitos, principalmente, os requisitos relacionados aos botões e ao menu. Por isso, durante todas as entrevistas, um dos objetivos do entrevistador foi testar se o entrevistado conseguia entender os elementos contidos na interface da aplicação e chegar a certos locais que lhes foram solicitados.

Conforme abordado no início deste capítulo, apenas 5 das 6 pessoas entrevistadas durante a primeira etapa participaram nessa validação. Isso ocorreu porque durante o período das entrevistas, o participante P6 estava viajando e não pôde comparecer. As entrevistas nessa etapa da validação, seguiram o mesmo padrão utilizado com o *mockup* e possuem os mesmos objetivos: a) validar os requisitos apresentados na tabela 7-8 b) elicitare possíveis novos requisitos com o público SD; e c) observar a interação dos entrevistados com o protótipo a fim entender como eles percebem essa ferramenta e quais são as dificuldades apresentadas por eles ao utilizá-la. O roteiro utilizado para guiar as entrevistas durante essa etapa pode ser encontrado no Apêndice D.

7.2.1 Análise dos Resultados da Validação

Os resultados dessa fase demonstram que muitos dos requisitos validados na etapa anterior com o *mockup* estavam corretos, principalmente, os ligados às fontes e imagens. Durante essa etapa, a partir de testes de usabilidade foi possível observar que todos participantes, com exceção da entrevistada P2, apresentaram dificuldades para ler as fontes que possuíam grandes alterações nos formatos das letras como, por exemplo, a fonte Edwardian Script IT, tendo, em alguns casos, que ler algumas letras de 3 a 4 vezes até que fosse possível entender a palavra. Com base nessa dificuldade apresentada pelos entrevistados, foi possível observar a importância do requisito NI.6 para aplicação, fazendo com que assim ele fosse aprovado. Além disso, também a partir do teste de usabilidade, foi possível confirmar que o requisito NI.4 também é importante para aplicação e que pode ser utilizado para destacar as palavras importantes na interface, já que todos os entrevistados conseguiram entender as palavras que utilizaram esse requisito em apenas uma única tentativa.

Ainda sobre as fontes, a partir da interação dos entrevistados com a aplicação foi possível confirmar que as validações sobre os requisitos relacionados ao uso do negrito e da estilização de palavras com elementos gráficos da fonte (NI.3, e NI. 5, respectivamente) estão corretas e que há, realmente, a necessidade de adequá-los semanticamente, visto 4 dos 5 participantes conseguiram ler com mais facilidade as palavras que implementaram esses requisitos, demonstrando assim que eles são úteis para destacar palavras dentro da aplicação

que possam auxiliar na navegação e compreensão dos usuários com SD. Essa validação também confirmou que fontes serifadas com italic (requisito NI.1) são entendidas pelas pessoas com SD. Contudo, não são obrigatórias nos títulos e subtópicos, já que outras fontes também podem ser utilizadas e entendidas igualmente. Por isso, esse requisito pode ser tanto excluído quanto alterado semanticamente.

No que concerne às imagens, com o teste de usabilidade constatou-se que assim como na validação com o *mockup*, os requisitos NI.11, NI.12, NI.13 e NI.15 não tem um impacto direto na usabilidade e acessibilidade dos usuários, assim como não houve entre os entrevistados preferência por nenhum dos tipos apresentados em cada requisito (por exemplo, preferência entre imagens de ação ou estática ou preferência entre pessoas mais jovens ou mais velhas). Isso pode ser demonstrado por uma fala da entrevistada P2, em que ao ver a foto de uma criança durante o jogo do cofre faz um comentário dizendo que achou ele “bonitinho”:

“Olha que bonitinho” fala de [P2] enquanto olhava para a criança com SD na foto do nível 9 da atividade Cofre do Edu.

Outros requisitos validados nessa etapa e que também estão de acordo com a validação feita com o *mockup*, foram o NI.10, o NI.14 e o NI.17. Com o teste de usabilidade foi possível observar em todos os entrevistados que quanto mais familiarizados eles eram com as imagens apresentadas, maior era o interesse deles em realizar uma atividade e conseguir entendê-la, indicando a importância do requisito NI.10 para a aplicação. Com relação aos requisitos NI.14 e NI.17, não houve grandes alterações sobre as opiniões dos entrevistados e por isso esse requisito segue recebendo as mesmas sugestões para alterações semânticas apresentadas na validação com o *mockup*.

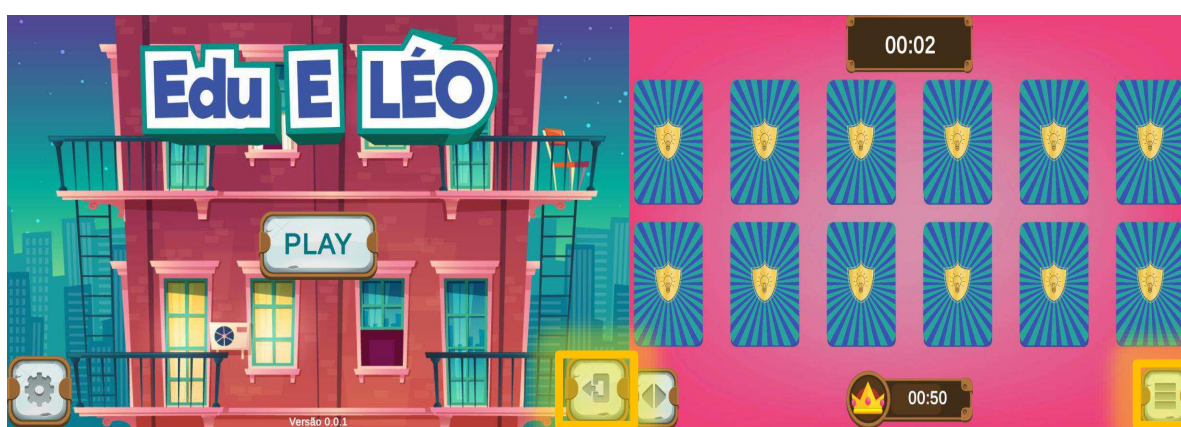
Além desses requisitos, os requisitos NI.24, NI.25 e NI.26 relacionados aos botões, também tiveram suas validações com o *mockup* reforçadas. Como durante a validação com *mockup* surgiram dúvidas se realmente os entrevistados entendiam o que era um botão, foi necessário realizar o teste de usabilidade de forma mais aprofundada com o requisito NI.24. Nessa etapa, foi possível constatar que realmente botões grandes, claros, com formatos bem definidos e rotulados facilitam a compreensão do usuário e que mesmo botões em formato de imagens (ou imagens clicáveis) podem ser entendidos como botões (ou algo “clicável”) se estiverem bem rotulados e definidos, demonstrando, assim, a importância desse requisito.

Já com relação ao requisito NI.26 (colocar botões em locais fixos e de fácil visualização), a partir do teste de usabilidade foi possível observar que alguns entrevistados (3 dos 5) associavam a função de um determinado botão com a de um outro de uma tela anterior,

caso esses dois botões ocupassem a mesma posição (por exemplo, canto superior esquerdo) em suas respectivas telas, mesmo que esses botões tivessem ícones e aparências diferentes.

Um exemplo desse tipo de situação, foi observado entre a tela Inicial e a tela do Jogo da Memória (respectivamente, a esquerda e a direita da Figura 7.11), em que tanto o entrevistado P1 quanto a entrevistada P5 associaram o botão Sair (no canto inferior direito) da tela Principal com o botão Menu (no canto inferior direito) do jogo da Memória. A imagem 7.11, abaixo, exhibe as telas e os referidos botões.

Figura 7.11: Comparação entre os botões destacados Sair da tela Inicial (à esquerda) e Menu da tela jogo da Memória (à direita)



No total, dos 22 requisitos validados nessa etapa com o protótipo, 10 foram aceitos como apresentados e 12 receberam sugestões para remoção ou alterações semânticas de acordo com os resultados apresentado pelos entrevistados. Desse número total de requisitos, 16 também foram testados anteriormente na validação com o *mockup*. Desses 16 requisitos, 5 foram aceitos como apresentado e os 11 demais receberam sugestões para remoção ou alterações semânticas na validação com o protótipo.

Entre os requisitos aprovados, FA.1, FA.4 e EG.1 tiveram um grande impacto na validação com o protótipo e foram os principais responsáveis por aprimorar a experiência dos entrevistados. Durante as entrevistas, foi possível verificar que os efeitos sonoros, as músicas de comemoração, as recompensas e a pontuação auxiliaram na motivação e entretenimento dos entrevistados no decorrer da realização das atividades, tornando, dessa forma, o processo de validação menos monótono e mais interativo. Em determinados momentos, por exemplo, todos os entrevistados demonstraram animação ao ouvirem um *feedback* sonoro quando conseguiram formar pares de cartas iguais no jogo da memória ou digitaram a senha correta no jogo do cofre, o que despertou contentamento nos pais, levando-os a participar das atividades, apoiando os

seus filhos por meio de mensagens de incentivo, tais como: “Parabéns!”, “Isso aí!”, “Conseguiu!”, “Você é 10!”, entre outras.

De modo geral, tanto as estrelas dadas como recompensa e pontuação quanto os *feedbacks* sonoros tiveram uma repercussão positiva entre os entrevistados. Isso é possível observar nos comentários das entrevistadas de P2 e P3:

“Estão bons (os sons de feedback)...eu prefiro mais as palmas (que tocam ao terminar a atividade)” [P2]

“Aêê....Olha...1, 2, 3... ganhei 3 estrelinhas” [P3]

Além disso, também foi observado que os entrevistados não apresentaram dificuldades para interagir com a tela *multitouch* do celular, conseguindo clicar nos botões e realizar todas as ações praticamente sozinhos. A tabela 7-9 exibe todos os requisitos que foram aprovados durante essa etapa da validação.

Tabela 7-9: Requisitos aprovados no processos de validação com o protótipo

ID	Descrição do requisito
NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.
NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento.
NI.9	Não utilizar cores opacas.
NI.10	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.
NI.24	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.
NI.26	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização.
FA.1	Utilizar efeitos sonoros, visuais e de vibração como forma de dar um feedback instantâneo imediato ao jogador.
FA.4	Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.
IN.3	Utilizar telas multitouch.
EG.3	Utilização de pontos: sempre que o jogador terminar uma atividade ele deve receber pontos de acordo com o seu desempenho.

Dentre os 12 requisitos que sofreram recomendações para alterações semânticas ou remoção do conjunto inicial, apenas o requisito NI.2 não foi testado durante a etapa de validação com o *mockup*. As alterações semânticas sugeridas a esse requisito se assemelham as que foram

feitas com os requisitos NI.3 e NI.5, em que o objetivo da alteração foi deixar claro que o requisito deve ser utilizado para destacar palavras importantes na interface da aplicação.

Além disso, dos 11 requisitos que foram testados tanto com o *mockup* quanto com o protótipo, o único que apresentou resultados diferentes foi o requisito NI.7 (Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas), relacionado às cores. Enquanto que no *mockup*, devido às poucas opções de tela (branco ou preto), as escolhas dos entrevistados davam indícios que havia uma maior preferência por tons mais escuros. No protótipo, por ter mais opções de cores, observou-se que, quando perguntada a opinião dos entrevistados, essa preferência não ocorreu, visto que os entrevistados optaram por outras cores com tons mais claros e brilhantes como, por exemplo, verde, rosa e vermelho. Por isso, é possível dizer que o requisito NI.7 não está correto e que também é um dos requisitos que precisa passar por ajustes semânticos ou ser excluído do conjunto inicial. Os demais requisitos que tiveram sugestões para remoção do conjunto inicial ou alterações semânticas podem ser vistos na tabela 7-10.

Tabela 7-10: Requisitos que sofreram sugestão para remoção ou para alteração semântica

ID	Descrição do requisito	Sugestão de nova descrição
NI.1	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.	-----
NI.2	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes.	<i>“Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes quando for necessário destacar uma palavra”</i>
NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.	<i>“Utilizar negrito forte em palavras que precisem ser destacadas”</i>
NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).	<i>“Utilizar fontes estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos) quando for necessário destacar alguma palavra”</i>
NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.	<i>“Permitir que o jogadores possam personalizar as telas da aplicação escolhendo as cores”</i>
NI.11	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.	-----

NI.12	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.	-----
NI.13	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).	-----
NI.14	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.	“Adaptar a quantidade de ilustrações de acordo a faixa etária” Ou “Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre ilustrações e fotografias”
NI.15	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.	-----
NI.17	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.	“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre fotografias de pessoas com ou sem SD”
NI.25	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).	-----

Ao final dessa etapa, outros 3 novos requisitos foram adicionados ao conjunto inicial. Esses novos requisitos foram distribuídos entre as 8 classes iniciais sem a necessidade de criar outras. Desses novos requisitos, “*permitir que jogadores possam dar zoom na tela ou aumentar o tamanho das imagens e fontes*” (Navegação e Interface) e “*criar um narrador/guia para ajudar os jogadores na aplicação*” (Feedback e ajuda) surgiram de dificuldades apresentadas pelos entrevistados e já haviam sido cogitados durante a validação com o *mockup*. Esses e os demais requisitos podem ser vistos na Tabela 7-11.

Tabela 7-11: Requisitos adicionados ao fim da validação com o protótipo

Classe	Descrição do novo requisitos
<i>Navegação e Interface</i>	Permitir que jogadores possam dar zoom na tela ou aumentar o tamanho das imagens e fontes
<i>Feedback e Ajuda</i>	Criar um narrador/guia para ajudar os jogadores na aplicação

Atividades

Permitir a criação de atividades e jogos em que a criança possa jogar/fazer em parceria com os profissionais ou pais

De modo geral, a utilização do protótipo lúdico foi bem-sucedida, conseguindo manter o objetivo de apresentar um ambiente dinâmico e interativo que pudesse entreter e motivar os entrevistados ao mesmo tempo em que todo o processo de validação era realizado. Diferentemente da validação com o *mockup*, os entrevistados não apresentaram perda de interesse com a atividade, mantendo-se motivados ao realizá-la até o final.

Embora durante as entrevistas de validação, os entrevistados não tenham apresentado dificuldades em compreender as atividades que foram propostas a eles, foi possível perceber que dos 5 entrevistados, 3 apresentaram dificuldades para navegar sozinho pela aplicação, precisando do auxílio do entrevistador. Desses 3 entrevistados, apenas P1 conseguiu, posteriormente, navegar sozinho pela aplicação. Já os demais entrevistados, as crianças P3 e P4, precisaram de ajuda durante todo o processo, sendo que a entrevistada P4 em alguns momentos chegou a ficar “presa” temporariamente em algumas telas.

Como essas entrevistas foram realizadas uma única vez com cada entrevistado, eles tiveram pouco contato com a aplicação e não foi possível medir com propriedade o quão grande é a curva de aprendizagem apresentada por eles, principalmente, com as crianças, para conseguir navegar sozinhos pela aplicação, sendo, assim, necessário fazer análises mais aprofundadas durante os próximos ciclos de desenvolvimento para uma melhor compreensão sobre esse aspecto da aplicação.

7.3 Resultado Final da Validação dos Requisitos no Primeiro Ciclo de validação

Durante todo o processo de validação com os entrevistados com SD apresentado neste capítulo, foram validados um total de 24 requisitos diferentes. Levando em consideração o resultado da validação com o protótipo sobre o requisito NI.7, desses 24 requisitos, 11 foram aceitos assim como apresentados e 13 receberam sugestões de alterações semânticas ou de remoção do conjunto inicial de requisitos.

Com base nisso e analisando os resultados apresentados pela validação com os pais e profissionais abordada no Capítulo 6, é possível observar que dos 11 requisitos aceitos durante a validação com o *mockup* e o protótipo, apenas os requisitos NI.6, NI.8, NI.26 e FA.4 receberam recomendações dos pais e profissionais para a remoção do conjunto inicial de

requisitos. Contudo, como todas as sugestões para remoção desses requisitos não tiveram mais do que 2 votos, é possível acreditar que esses requisitos são válidos e devem ser mantidos como aceitos.

Dos 13 requisitos que receberam sugestões para remoção ou alteração, apenas os requisitos NI.1, NI.2, NI.3, NI.5, NI.14 e NI.17 receberam propostas de novas descrições. Conforme pode ser observado na Tabela 7-12, os requisitos NI.2 e NI.3 tiveram propostas de alterações semelhantes em ambas etapas da validação. Dessa forma, assumimos que eles devem ser mantidos no conjunto inicial, após feitas essas alterações. Por outro lado, o requisito NI.1 foi removido do conjunto. Isso foi feito porque a sugestão de nova descrição dada para ele, já havia sido testada durante a validação com o protótipo e o *mockup*, em que foi constatado que qualquer tipo de fonte pode ser utilizado na aplicação, desde que não haja alterações ao formato das letras.

Tabela 7-12: Sugestões de novas descrições para os requisitos

ID	Descrição do requisito	Descrição da validação com profissionais e pais	Descrição da validação com o público SD
NI.1	Usar fontes do tipo <i>italic Serif</i> , principalmente, em títulos e subtópicos.	<i>Utilizar letras em caixa alta com fontes do tipo Arial ou Times New Roman</i>	-----
NI.2	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes.	<i>Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes apenas quando for necessário destacar palavras na tela</i>	<i>“Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes quando for necessário destacar uma palavra”</i>
NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.	<i>Utilizar palavras normais (tamanho), colocando em negrito as que tiverem que ser destacadas.</i>	<i>“Utilizar negrito forte em palavras que precisem ser destacas”</i>
NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).	-----	<i>“Utilizar fontes estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos) quando for necessário destacar alguma palavra”</i>

NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.	-----	<i>Permitir que o jogadores possam personalizar as telas da aplicação escolhendo as cores</i>
NI.14	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.	-----	<i>“Adaptar a quantidade de ilustrações de acordo a faixa etária” Ou “Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre ilustrações e fotografias”</i>
NI.17	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.	<i>Utilizar imagens de todas as pessoas em igual proporção</i>	<i>“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre fotografias de pessoas com ou sem SD”</i>

No caso dos requisitos NI.5, NI.7 e NI.14, todos receberam novas descrições apenas durante a validação com público SD e possuem de 5 a 7 recomendações para remoção do conjunto inicial, de acordo a opinião dos profissionais e pais. Como o requisito NI.5 foi testado durante a validação com o público SD e foi comprovado que ele funciona para destacar as palavras importante na tela. Por isso, optamos por manter esse requisito no conjunto inicial. A mesma decisão também foi tomada com os requisitos NI.7 e NI.14. Embora as novas descrições desses requisitos ainda não tenham sido testadas, acreditamos que elas atendem às necessidades do público SD e por isso devem mantidas para novos testes nos próximos ciclos.

Já no requisito NI.17, optamos por aceitar ambas as alterações sugeridas e testar qual delas se adequa mais à aplicação no próximo ciclo de validação. Dos demais requisitos restantes, 4 foram excluídos e 2 foram mantidos no conjunto inicial. Dessa forma, do total dos 24 requisitos validados, 19 foram mantidos no conjunto e 5 foram excluídos. Além deles, outros 25 requisitos novos foram adicionados ao conjunto. As listas com todos esses requisitos podem ser verificadas no Apêndice E.

Capítulo 8 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Esta dissertação apresentou os requisitos para a criação de aplicativos de *software* gamificados para auxiliar nos processos de alfabetização e de aquisição da linguagem de crianças com SD (*GeL-apps* SD). Para tanto, foram realizados dois experimentos de validação: um envolvendo os profissionais e pais e outro pessoas com SD. Com base nos resultados obtidos com o primeiro experimento de validação, verificamos que os 76 requisitos encontrados (a partir da revisão da literatura, análise de produtos de *software* e das entrevistas com profissionais, pais e pessoas com SD) juntamente às suas 8 classes são “úteis para que *GeL-apps* SD sejam eficientes e eficazes para favorecer a alfabetização de crianças e jovens com SD”, de acordo com a opinião dos 11 validadores que participaram do experimento.

Ainda nessa primeira validação, foi solicitado a 9 desses 11 validadores para validarem os 76 requisitos contidos no conjunto inicial, o que resultou em 39 desses requisitos serem aceitos como apresentados, 16 receberem sugestões para ajustes semânticos e 21 receberem recomendações para exclusão do grupo inicial. Ao findar esse experimento, outros 16 novos requisitos foram adicionados ao conjunto. Devido aos poucos validadores e ao estágio inicial do ciclo da metodologia para elicitar e validar os requisitos, a validação realizada foi preliminar e exploratória, sendo formalmente chamada de “validação de face”.

No entanto, embora essa primeira validação deva ser considerada de face, ela sinaliza que os requisitos ligados à classe “Navegação e Interface” são, possivelmente, os mais importantes para o desenvolvimento de *GeL-apps* SD e que o projeto dessas aplicações é, principalmente, uma tarefa de *design* de interfaces e de recursos de interação (Entradas), com aspectos lúdicos e socialização assumindo uma posição secundária.

Já o segundo experimento de validação, foi realizado com a intenção de estender o primeiro, buscando formas de coletar a opinião de pessoas com SD e continuar a validar o conjunto de requisitos inicial. Para tanto, foram desenvolvidos um *mockup* de papel e um protótipo com a finalidade de auxiliar no processo de validação, utilizando como base a priorização do requisitos realizada durante o experimento anterior. A partir dessas ferramentas foram validados um total de 24 requisitos, sendo que 19 foram mantidos no conjunto inicial, 5 foram excluídos e outros 9 novos requisitos foram adicionados ao conjunto ao fim desse experimento. Dessa forma, dos 76 requisitos iniciais encontrados durante o processo de elicitação, 5 foram excluídos do conjunto e outros novos 25 requisitos foram adicionados, criando um total de 96 requisitos.

De um modo geral, embora inicialmente o foco do trabalho tenha sido voltado para a criação de aplicações gamificadas para alfabetização de pessoas com SD, durante o decorrer da pesquisa foi observado que o conjunto de requisitos elicitados e validados com os *stakeholders* foram além desse escopo inicial, apresentando requisitos que não são necessariamente ligados somente às aplicações gamificadas. Dessa forma, é possível afirmar que a maioria dos requisitos elicitados e validados durante esta pesquisa podem ser utilizados em qualquer tipo de *software* desde que este seja voltado para o público SD.

Levando isso em consideração, foi possível observar que os requisitos validados e aprovados durante as etapas de validação podem ser utilizados por *designers* e engenheiros de *software* como um conjunto de diretrizes e boas práticas para a criação de aplicações de *software* para pessoas com SD. Um exemplo disso pode ser observado no requisito N.26 (colocar botões em locais fixos na tela) que, como foi visto durante os experimentos, está diretamente ligado à usabilidade e a navegação do sistema, visto que aplicações que utilizem esse requisito podem evitar que seus usuários cometam erros durante a navegação por confundir as funcionalidades dos botões.

Um outro ponto importante e que deve ser levado em consideração durante o desenvolvimento de aplicações para o público SD é que realizar o processo de elicitação e validação de requisitos com pessoas com SD é muitas vezes uma tarefa complexa. Por isso, é necessário levar em conta que conceitos abstratos como requisitos, classes e outras ideias inerentes ao desenvolvimento de uma aplicação podem não ser facilmente entendidos por esses usuários. Dessa forma, é preciso que o pesquisador, engenheiro ou *designer* crie meios para descomplicar esses conceitos e possibilitar a comunicação com esse público, visto que a opinião e participação deles pode ser fundamental tanto no processo de concepção de uma solução quanto no de entendimento do problema.

Além disso, como observado durante o segundo experimento de validação, utilizar ferramentas que possibilitem tornar esses conceitos mais concretos como *mockups* e protótipos para validar os requisitos com pessoas com SD podem facilitar a comunicação com esses usuários. No entanto, conforme relatado nesse experimento, manter esses usuários focados e interessados durante o decorrer da atividade é uma tarefa difícil, principalmente ao se utilizar ferramentas estáticas e pouco interativas como aconteceu com o uso do *mockup*. Por isso, é interessante empregar ferramentas ou mecanismos que possibilitem que esse processo de validação seja mais dinâmico, interativo e até mesmo divertido/lúdico para o usuário, evitando

que ele perca o interesse na atividade e que isso influencie negativamente o processo de validação.

Faz-se pertinente salientar que os resultados apresentados na presente dissertação já trazem indícios de que os requisitos serão, de fato, úteis para os processos de alfabetização e aquisição da linguagem de crianças com SD. Contudo, há a necessidade que em trabalhos futuros não só um número maior de *stakeholders* seja adicionado ao processo de validação, a fim de garantir uma maior consistência estatística aos resultados obtidos neste trabalho, como também novos ciclos da metodologia sejam realizados para validar o restante dos requisitos apresentados, testando-os em *GeL-apps* SD no intuito de verificar e medir o impacto dessas ferramentas no aprendizado de pessoas com SD.

Além disso, devido a dificuldade encontrada em apresentar os conceitos abstratos relacionados às classes e os requisitos, os *stakeholders* com SD deste trabalho não participaram do processo de priorização dos requisitos. O que pode ter afetado a prioridade de certas classes como, por exemplo, a de “Elementos de Gamificação”, já que ela poderia ter uma prioridade maior para esse público. Assim sendo, é relevante que novas pesquisas sejam realizadas a fim de encontrar formas de conseguir não só inserir as pessoas com SD no processo de priorização de requisitos como também analisar o resultado dessa priorização e apontar possíveis diferenças em relação à priorização dos profissionais e pais.

Um outro ponto importante é que neste trabalho não foi levado em consideração como os aspectos culturais e a localização dos *stakeholders* podem afetar os processos de elicitação e validação dos requisitos para a criação de *GeL-apps* SD. Sendo assim, coisas como o idioma, a bagagem histórica e a própria cultura do país ou estado ao qual os *stakeholders* pertencem não são avaliadas nos processos. Por isso, é importante que em trabalhos futuros essas informações sejam consideradas, visto que essas elas podem influenciar que tipo de requisito é mais importante para cada país ou estado.

É válido ressaltar que este trabalho já trouxe contribuições às áreas da Engenharia de Software, Informática na Educação e Educação Suportada por Computador com publicações de 3 artigos: [20] [64] [19], sendo este último contemplado com a premiação de melhor artigo na Trilha de "Jogos, simulação, gamificação, robótica, realidade virtual e mundos virtuais para promoção da aprendizagem", do XXVIII SBIE (Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação).

Bibliografia

- [1] Andrade, R. V., & Limongi, S. C. O. (2007). A emergência da comunicação expressiva na criança com síndrome de Down. *Pró-Fono*, 19(4), 387-92.
- [2] Anhão, P. P. G., Pfeifer, L. I., & Santos, J. L. F. (2011). Imitation as an Element of Social Interaction of Children with Down Syndrome at School. In *Prenatal Diagnosis and Screening for Down Syndrome*. IntechOpen.
- [3] Beck, K., & Gamma, E. (2000). *Extreme programming explained: embrace change*. addison-wesley professional.
- [4] Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). *Manifesto for agile software development*.
- [5] Bourque, P. & Fairley, R. E. (2014). *Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK (R)): Version 3.0*. IEEE Computer Society Press.
- [6] Brandão, A., Brandão, L., Nascimento, G., Moreira, B., Vasconcelos, C. N., & Clua, E. (2010, November). Jecripe: stimulating cognitive abilities of children with down syndrome in pre-scholar age using a game approach. In *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (pp. 15-18).
- [7] Brandão, A., & Joselli, M. (2015). Jecripe 2: estimulação da memória, atenção e sensibilização fonológica em crianças com Síndrome de Down. In *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES* (Vol. 15, pp. 518-525).
- [8] Brown, D. J., McHugh, D., Standen, P., Evett, L., Shopland, N., & Battersby, S. (2011). Designing location-based learning experiences for people with intellectual disabilities and additional sensory impairments. *Computers & Education*, 56(1), 11-20.
- [9] Bruno, A., González, C., Moreno, L., Noda, M., Aguilar, R., & Muñoz, V. (2003). *Teaching mathematics to children with Down's syndrome*. Artificial Intelligence in Education (AIED). Sydney, Australia.
- [10] Burke, B. (2016). *Gamify: How gamification motivates people to do extraordinary things*. routledge.
- [11] Buzzi, M. C., Buzzi, M., Perrone, E., Rapisarda, B., & Senette, C. (2016). Learning games for the cognitively impaired people. In *Proceedings of the 13th Web for All Conference* (p. 30).
- [12] Camargo, L., & Fazani, A. (2014). Explorando o Design Participativo como Prática de Desenvolvimento de Sistemas de Informação. *InCID: Revista De Ciência Da Informação E Documentação*, 5(1), 138-150.
- [13] Campigotto, R., McEwen, R., & Epp, C. D. (2013). Especially social: Exploring the use of an iOS application in special needs classrooms. *Computers & Education*, 60(1), 74-86.
- [14] Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M. (2014, October). Gamification and education: A literature review. In *European Conference on Games Based Learning* (Vol. 1, p. 50). Academic Conferences International Limited.
- [15] Chinalia, F. & Monteiro, M.I.B. (2016). *Jogos e Brincadeiras: o aluno com*

síndrome de Down no contexto da educação inclusiva. Ghirello-Pires, C.S.A. (Org.). Síndrome de Down: Perspectivas atuais. 1ed. p.63-83.

[16] Cleland, J., Wood, S., Hardcastle, W., Wishart, J., & Timmins, C. (2010). Relationship between speech, oromotor, language and cognitive abilities in children with Down's syndrome. *International journal of language & communication disorders*, 45(1), 83-95.

[17] Colpani, R., & Homem, M. R. P. (2015, July). An innovative augmented reality educational framework with gamification to assist the learning process of children with intellectual disabilities. In *Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*, 2015 6th International Conference on (pp. 1-6). IEEE.

[18] Cunningham, C. (2008). Síndrome de down: Uma introdução para pais e cuidadores. *Artmed*.

[19] de Souza, I., Moura, A., & Ghirello-Pires, C. (2017, October). Requisitos para Aplicações Gamificadas e de Realidade Alternada para Alfabetização e Aquisição da Linguagem em Crianças com Síndrome de Down. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 28, No. 1, p. 867).

[20] de Souza, I. V., Moura, J. A. B., Honório, J. J. C. M., Ghirello-Pires, C. S. A., & Terton, U. (2019). Identification, Analysis and Prioritization of Requirements for Gamified Applications to Support the Teaching of Children with Down's Syndrome. *Brazilian Journal of Computers in Education*, 27(01), 154.

[21] Demonet, J., Taylor, M. and Chaix, Y., 2004. Developmental dyslexia. *Lancet*, 363, pp. 1451-1460.

[22] Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380-392.

[23] Durango, I., Carrascosa, A., Gallud, J. A., & Penichet, V. M. (2015). Using serious games to improve therapeutic goals in children with special needs. In *Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct* (pp. 743-749). ACM.

[24] Engholm, H. J. (2010). *Engenharia de Software na prática*. São Paulo: Novatec.

[25] Farias, E. H., da Silva Hounsell, M., Blume, L. B., Ott, F. R., & Cordovil, F. V. P. (2013). Moviletrando: Jogo de movimentos para alfabetizar crianças com down. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 24, No. 1, p. 316).

[26] Feng, J., Lazar, J., Kumin, L., & Ozok, A. (2008). Computer usage by young individuals with down syndrome: an exploratory study. In *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (pp. 35-42).

[27] Fernández-López, Á., Rodríguez-Fórtiz, M. J., Rodríguez-Almendros, M. L., & Martínez-Segura, M. J. (2013). Mobile learning technology based on iOS devices to support students with special education needs. *Computers & Education*, 61, 77-90.

[28] Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computer in Entertainment*.

- [29] Gentry, T., Wallace, J., Kvarfordt, C., & Lynch, K. B. (2010). Personal digital assistants as cognitive aids for high school students with autism: Results of a community-based trial. *Journal of Vocational Rehabilitation*, 32(2), 101-107.
- [30] Ghirello-Pires, C.S.A. & Moreschi, S. (2016). Especificidades no acompanhamento inicial de linguagem em crianças com síndrome de Down: uma abordagem histórico-cultural. Ghirello-Pires, C.S.A. (Org.). *Síndrome de Down: Perspectivas atuais*. 1ed. p.20.
- [31] González, C. S., Toledo, P., & Muñoz, V. (2016). Enhancing the engagement of intelligent tutorial systems through personalization of gamification. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 532-541.
- [32] Gooch, D., Vasalou, A., & Benton, L. (2015). Exploring the use of a Gamification Platform to Support Students with Dyslexia. In *2015 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)* (pp. 1-6). IEEE.
- [33] Gravetter, F. J. "Forzano LAB. (2012). *Research Methods for the Behavioral Sciences*. 4th edn. Belmont, CA: Wadsworth 78.
- [34] Haro, B. P. M., Santana, P. C., & Magaña, M. A. (2012,). Developing reading skills in children with Down syndrome through tangible interfaces. In *Proceedings of the 4th Mexican Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 28-34). ACM.
- [35] Hecht, K. M., & Maass, S. (2008). Teaching participatory design. In *Proceedings of the Tenth Anniversary Conference on Participatory Design 2008* (pp. 166-169). Indiana University
- [36] Hickey, A. M., & Davis, A. M. (2003, September). Elicitation technique selection: how do experts do it?. In *Proceedings. 11th IEEE International Requirements Engineering Conference, 2003.* (pp. 169-178). IEEE.
- [37] Holden, R. R. (2010). Face validity. *Corsini Encyclopedia of Psychology*.
- [38] Hsu, C. C. and Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical assessment, research & evaluation*, 12(10), 1-8. Available at: <http://pareonline.net/getvn.asp?v=12&n=10> [Acessado 03 de Abril 2019].
- [39] IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology IEEE 610.12-1990.
- [40] Jadan-Guerrero, J., Jaen, J., Carpio, M. A., & Guerrero, L. A. (2015, June). Kiteracy: a kit of tangible objects to strengthen literacy skills in children with down syndrome. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 315-318).
- [41] Kevin Werbach and Dan Hunter. *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press, 2012.
- [42] Koster, R. (2005). *A theory of fun for game design*. Scottsdale. Arizona: Paraglyph Press.
- [43] Larman, C. (2004). *Agile and iterative development: a manager's guide*. Addison-Wesley Professional.
- [44] Leffingwell, D. (1997). "Calculating The Return On Investment From More Effective Requirements Management." *American Programmer*.
- [45] Lundgren, A., & Felix, Z. (2017). *Plataforma SAM: a gamificação e a colaboração em uma plataforma de aprendizagem para o ensino da matemática em crianças*

portadoras de Síndrome de Down. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 28, No. 1, p. 625).

[46] Martin, Gary E., et al. (2009). "Language characteristics of individuals with Down syndrome." *Topics in language disorders* 29.2. p.112.

[47] McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.

[48] Muller, M. J. (2009). Participatory design: the third space in HCI. In *Human-computer interaction* (pp. 181-202). CRC press.

[49] Mustacchi, z. Síndrome de Down. In: Mustacchi, Z.; Peres, S. (Org.). *Genética baseada em evidências – síndromes e heranças*. São Paulo: CID editora, 2000. P.817-894

[50] Nuseibeh, B., & Easterbrook, S. (2000, May). Requirements engineering: a roadmap. In *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering* (pp. 35-46). ACM.

[51] Owens Jr, R. E. (2013). *Language disorders: A functional approach to assessment and intervention*. Pearson Higher Ed.

[52] Pohl, K. & Rupp, C. (2012). *Fundamentos da Engenharia de Requisitos*. Tradutor: Paul Tornquist. Editor e Revisor: TORNQUIST, MARTINS. ISBN: 978-1-933952-81-9. Santa Barbara: T&M Teste de Software Ltda.

[53] Pohl, K. (2016). *Requirements engineering fundamentals: a study guide for the certified professional for requirements engineering exam-foundation level-IREB compliant*. Rocky Nook, Inc.

[54] Roberts, J. E., Price, J., & Malkin, C. (2007). Language and communication development in Down syndrome. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 13(1), 26-35.

[55] Rosas, R., Nussbaum, M., & Cumsille, P. (2003). Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40,71– 94.

[56] Royce, W. W. (1987, March). Managing the development of large software systems: concepts and techniques. In *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering* (pp. 328-338). IEEE Computer Society Press.

[57] Schwartzman, J. S. (1999). Síndrome de Down. São Paulo: Mackenzie, 44-81.

[58] Schwartzman, J. S. (org.). (2003). Síndrome de Down. São Paulo: Memnon.

[59] Sharp, H., Finkelstein, A. & Galal, G. (1999). Stakeholder Identification in the Requirements Engineering Process. *Workshop on Requirements Engineering Processes (REP'99) - DEXA'99*, Florence, Italy, 1-3 September 1999, pp. 387-391.

[60] Shih, T. K., Squire, K. and Lau, R. W. (2010). Guest editorial: special section on game-based learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(4), 278-280.

[61] Silva, M. F. M. C.; Kleinhans, A. C. S. Processos cognitivos e plasticidade cerebral na Síndrome de Down. *Rev. Bras. Ed. Esp.*, Marília, jan-abr. 2006, v. 12, n. 1, p. 123-138.

[62] Sommerville, I. (2011). *Software Engineering*. 9th edition. Addison-Wesley.

- [63] Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- [64] Vieira, I., Moura, A., Terton, U., Bilby, M., & Barros, M. (2018). Designing Gamified E-Learning Applications for Children with Down's Syndrome-The Case of Teaching Literacy and Language Skills. In Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education, Volume 2: CSEDU (pp. 102-113). SciTePress.
- [65] Wieggers, K., & Beatty, J. (2013). Software requirements. Pearson Education.
- [66] Ministry of Education. (2009). Closing the gaps for students with special education needs in Ontario: Research trends and capacity building . Ontario Education Research Symposium

Apêndice A

Questionário Aplicado com os Validadores da Austrália

Literacy21 is a gamified software application to assist the teaching of literacy to students with trisomy 21 (Down Syndrome - DS). Gamification is intended to add entertaining and fun to the app to motivate longer engagement by players.

Literacy21 architecture is composed of two basic modules: one for the player and another (the “supervisor module”) for the therapist, teacher, instructor or parents who may prepare material, guide and supervise players’ activities. The player module is to execute on mobile devices and on desktop machines connected to the Web and serves the purpose of studying gamified lessons and doing work such as responding to drills, assignments, homework and missions. Work may be done alone, by a group of players or under the supervision of parents or instructors. Missions may be carried out online, in the real world or both (alternate reality). Successfully finished work leads to merit points and rewards for the player. The supervisor module runs on the Web and assists the user to prepare lessons, check assigned work, define missions and monitor players’ performance.

An R&D project is under way at UFCG, Brazil in cooperation with the University of Sunshine Coast (USC), Australia, to elicit, classify and prioritize requirements for *Literacy 21*. One may argue that requirements for games or software on DS are not much different from those implemented for games or educational software in general. Some requirements are generic indeed, and apply to many software – such as user login authentication. These are not of interest here, nor are requirements that pertain to literacy lesson content specifics which may vary according to teaching objectives, teaching processes and the language being taught. The software requirements we want to elicit here are those that highlight differences one should consider for the advantage of a DS audience. Differences may be subtle sometimes, but requirements for a generic game or software and those for *Literacy21* do indeed, differ. In regular game mechanics, for instance, the player is usually penalized for not finishing a certain task (spelling a word, say) after a certain number of trials or within a time limit; depending on the context, the player may even be chastised with flashing messages on the screen, rude music and verbal scolding. It is not to be so in the case of a DS context: there should be no limits on time or on trials, in fact the mechanics should coax players to get it right eventually, provide frequent feedback and congratulate them on their success.

It is intended that the final set of requirements for *Literacy21* will serve as a reference for the design of gamified software for teaching Portuguese literacy to DS individuals, providing developers with a base to define a road map for software versioning in terms of which requirements to include in a new version given their importance in terms of usefulness for DS players and professionals and the effort to code them.

An initial set of 75 requirements for *Literacy21* was elicited from an ongoing review of the specialized literature on DS and Software Engineering (requirements engineering aspects), analysis of some available educational software and games for DS and from professionals working with DS individuals. These mostly non-functional 75 requirements are classified into 8 categories as given in Table 1.

Table 1 – Initial categories of requirements for *Literacy21*

Category	Total initial requirements	Example requirements
Navigation & Interface	31	Screen-related features, such as buttons (big, dark colored with lighter color lettering), images (photographs preferable to drawings), colors (should be bright) and fonts (Serif)
Gamification elements & Incentives	11	Alternate reality gaming, support for avatar and game currency, integration with other online and physical board games, trust and reward systems, creation and management of tangible and intangible incentives, and, of leaderboards
Game mechanics & System configuration	10	Repetition, duration and other rules concerning activities and rewards and configuration of user profiles and privileges
Authoring	8	Specification of tools to assist developers of multimedia material (lessons, tasks, missions) for players and supervisors by instructors and other professionals
Tools & Support for supervisors	5	Facilities to assist supervisors (therapists, instructors...) in managing the learning process with player performance metrics, customization of tasks for specific players and granting of rewards
Feedback & Help	5	Support for multimedia interactions with the players and alerts and reminders of pending assignments, praise upon successful completion of a task or parts of it, (frequent) positive feedback and stimulating corrective recommendations; responses to help requests
Input	3	Guidelines for usage of mouse, keyboard (both to be and touch screen (preferable) by players
Socialization	2	Requirements to support players' interactions with the persons anchoring the presentation of material in lessons or interactions with other players within the app itself so that they may chat, do group work, barter, exchange gifts or buy goods using points

Please note that the categories and their requirements in Table 1 will change as elicitation from several sources continues and validation experiments are carried out.

Preliminary efforts are being made to validate and determine the relative importance of the initial set of categories-requirements in Table 1 through semi structured interviews with DS individuals, DS family members, DS specialists, psychologists and DS instructors in Brazil and in Australia. For that we ask that you answer the

Literacy21

Questionnaire for Preliminary Validation of Initial Requirements

Your age and sex:

Highest school degree:

Expertise area:

Years of experience with DS:

Questions

1) Is there a category of requirements you want to add to Table 1? If yes, please describe it briefly giving examples of some of its requirements.

2) Would you remove any category from Table 1? If yes, which one(s) and why?

3) Regardless of categories, is there an important requirement you want included in a final set of requirements?

4) Do you think the categories of requirements in Table 1 for a gamified software for teaching literacy to persons with DS will be useful for players and supervisors by facilitate learning and teaching?

5) Please rank the 8 categories in Table 1 in descending order of importance. You may want to rank two or more categories with the same importance. An example rank would be:

1- Navigation & Interface + Tools & Support for supervisors

2- Feedback & Help

3- Game mechanics & System configuration

...

8- Socialization

NOTE: Please include in your rank any new categories or loose requirements you add.

Apêndice B

Questionário Aplicado com os Validadores do Brasil

Questionário para o levantamento de requisitos

Nome: _____

Email: _____ Telefone: _____ Idade: _____

Nível de escolaridade: _____

Área de formação (curso): _____

Tempo de experiência com síndrome de Down: _____

Perguntas

P.1) Existe alguma classe que você sugere que deva ser acrescentado ao documento de requisitos? Se sim, quais (escreva no documento)?

P.2) Existe alguma classe que você julgue desnecessárias e deva ser retirada do documento de requisitos? Se sim, quais (marque no documento)?

P.3) Na coluna de Status da lista de requisitos, escreva um “V” para confirmar os requisitos que você julga necessário para aplicação e um “X” para os requisitos que pressuponha que não sejam necessários para aplicação e escreva uma nota explicando o motivo, caso ache necessário.

P.4) Na sua opinião, faltou ser abordado algum requisito? Se sim, quais (acrescentes os ao documento junto com uma justificativa)?

P.5) Caso você tenha criado alguma classe na pergunta P.1, incluam algum requisito que você acredite ser fundamental dessa classe.

P.6) Os requisitos apresentados neste documento são úteis para a alfabetização de pessoas com síndrome de Down e facilitarão o trabalho didático dos terapeutas?

P.7) As classes apresentadas neste documento são úteis para a alfabetização de pessoas com síndrome de Down e facilitarão o trabalho didático dos terapeutas?

P.8) Por gentileza, ordene em forma decrescente as oito classes de requisitos de acordo com a importância que você atribui a cada uma delas, sendo 8 a mais importante e 1 a menos.

Classe	ID	Descrição do requisito	Status
Navegação e Interface	NI.1	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.	
	NI.2	Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes.	
	NI.3	Utilizar palavras grandes com negrito forte.	
	NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.	
	NI.5	Utilizar palavras estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos).	
	NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento.	
	NI.7	Utilizar nas telas da aplicação cores de tons escuros como: cores azuladas, púrpuras e cinzas.	
	NI.8	Quando a opção de alto contraste for selecionado, não utilizar somente cores primárias.	
	NI.9	Não utilizar cores opacas.	
	NI.1 0	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.	
	NI.1 1	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.	
	NI.1 2	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.	
	NI.1 3	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).	
	NI.1 4	Utilizar mais imagens fotográficas do que ilustrações.	
	NI.1 5	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.	
	NI.1 6	Utilizar ilustrações de estrelas nos botões e no fundo tela.	
	NI.1 7	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, com SD em vez de outras imagens ou ilustrações.	
	NI.1 8	Utilizar imagens literais/concretas (ex: garoto jogando bola, crianças brincando, o rato comendo queijo, etc) são melhores que abstratas (ex: objetos com formato e cores fora da realidade);	
	NI.1 9	Utilizar animações coloridas que combinem cores brilhantes com movimento.	
	NI.2 0	Permitir que as crianças/jovens possam personalizar algumas animações adicionando objetos e nomes. (ex: adicionar uma estrela ou o nome em uma animação de uma bola saltando).	
	NI.2 1	Evitar uso de animações com movimentos visuais complexos. Pessoas com SD são capazes de realizarem discriminação perceptiva básica, mas apresentam dificuldades na percepção de sugestões de movimentos visuais complexos.	
	NI.2 2	Utilizar sons de desenho animado (divertidos e exagerados).	
	NI.2 3	Usar canções infantis e músicas populares para estimular as crianças (talvez o uso da música deva ser personalizada para cada jogador).	
	NI.2 4	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.	

	NI.2 5	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).	
	NI.2 6	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização. Evitar usar botões flutuantes (botões ocultos por um menu).	
	NI.2 7	Utilizar setas apontando para o botão quando for necessário chamar atenção dos jogadores para eles.	
	NI.2 8	Texto e voz (narrações e explicações) devem ser curtos e simples.	
	NI.2 9	Evitar o uso de frases condicionais (ex: “primeiro, clique nesse botão para depois clicar naquele outro). É interessante dividir as instruções em etapas.	
	NI.3 0	Evitar o uso de menus suspensos, pois são difíceis para usuários com SD.	
	NI.3 1	Evitar o excesso de informações na tela. Crianças com Déficit de atenção são propensas a perderem o foco facilmente, por isso telas com muitas informações podem dificultar que elas se encontrem dentro da aplicação. Elas podem esquecer o que estavam procurando e não conseguir mais identificar qual era o objetivo anterior.	
Feedback e Ajuda	FA.1	Utilizar efeitos sonoros, visuais e de vibração como forma de dar um feedback instantâneo imediato ao jogador. Ex: utilizar efeitos sonoros que indiquem quando o jogador faz algo certo ou errado em algum jogo ou quando ele ganha uma recompensa.	
	FA.2	Utilizar avisos/lembretes para lembrar aos jogadores sobre as atividades que eles têm que fazer.	
	FA.3	Caso a criança cometa algum erro durante a realização de uma atividade, o sistema deve dar um feedback imediato para ela demonstrando o erro e, em alguns casos, o que fazer para resolvê-lo. Ex: efeitos sonoros, explicações gravadas, etc.	
	FA.4	Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.	
	FA.5	Evitar demonstrar reações negativas quando o estudante comete erros (ex: utilizar a mensagem “você perdeu” caso o jogador não consiga terminar a atividade).	
Entradas	IN.1	Evitar o uso do teclado, pois crianças com SD têm dificuldades de encontrar as letras nele.	
	IN.2	Evitar o uso do mouse. As crianças com SD apresentam dificuldades de interagir com o mouse e a tela do computador ao mesmo tempo.	
	IN.3	Utilizar telas multi touch.	
Socialização	S.1	Criar mecanismos que permitam as crianças interagir entre si dentro da aplicação, pode ajudar a resolver o problema de isolamento e a encontrar amigos que possuam a mesma idade. (Talvez, a troca e envios de presentes pela aplicação possam ajudar nessa interação).	
	S.2	Usar personagens ou personalidades (atores, pessoas famosas da televisão ou da mídia, etc) para guiarem o aprendizado.	
Atividades	A.1	Criar atividades que permitam que as crianças sejam capazes de interagir com os brinquedos que estão familiarizadas por meio do uso da câmera.	
	A.2	Criar atividades de revisão ao fim de cada conteúdo (Módulo ou conjunto de atividades que possuam as mesmas características).	
	A.3	Criar atividades em que os jogadores devem escrever letras na tela utilizando o dedo ou uma caneta específica para telas multi touch.	
	A.4	Criar atividades que permitam os pais interagirem com as crianças/jovens (ex: jogos que envolvam os pais e filhos).	

	A.5	Criar atividades que façam os jogadores imitarem o comportamento/ações dos pais, terapeutas e personagens dentro da aplicação.	
	A.6	Uso de jogos do gênero puzzle (forca, quebra-cabeças, etc) e memorização.	
	A.7	Criar atividades musicais para os jogadores (ex: jogos de karaokê).	
	A.8	Criar um sistema de missões em que os jogadores devem tirar fotos de locais, pessoas e objetos para ganharem recompensas. Esse tipo de atividade é bom para estimular a interação com os pais e cuidadores.	
Elementos de gamificação e de motivação	EG.1	Utilizar recompensas tangíveis (exemplo: ingressos para o cinema, doces, chocolate, dinheiro, etc).	
	EG.2	Utilizar recompensas intangíveis. Exemplo: elogios e prêmios dentro da aplicação.	
	EG.3	Utilização de pontos: sempre que o jogador terminar uma atividade ele deve receber pontos de acordo com o seu desempenho.	
	EG.4	Utilização de insígnias/conquistas. Sempre que o jogador atingir uma quantidade de pontos ou realizar algum tipo específico de atividade ou comportamento, ele receberá uma insígnia ou um conquista (um tipo de troféu) como recompensa.	
	EG.5	Criar de um sistema de progressão no qual o jogador possui um nível e conforme for fazendo as atividades e ganhando pontos de experiência, o nível do jogador vai aumentando e, junto com isso, a dificuldade das atividades.	
	EG.6	Criar um quadro de líderes (<i>leaderboards</i>), onde será ranqueado o desempenho de todos os jogadores. Tem como principal função incentivar o clima de competição amistosa entre os jogadores.	
	EG.7	Criar um sistema de troca de presentes entre os jogadores. Abordagem para motivar a interação amistosa e colaborativa.	
	EG.8	Permitir que os jogadores possam criar e customizar avatares que os representem dentro da aplicação.	
	EG.9	Criar um sistema monetário que permita que os jogadores recebam dinheiro fictício dentro da aplicação e possam comprar itens para customizar seus avatares.	
	EG.10	Criar um sistema de desafio em que os jogadores terão que utilizar todos os conhecimentos adquiridos em atividades anteriores para resolvê-los. Este tipo de atividade dão mais recompensas ao jogador.	
		EG.11	Criar um enredo/tema para estimular o pensamento abstrato nos jogadores e contribuir para imersão dos jogadores na aplicação.
Mecânicas e configurações do sistemas	MC.1	Criar uma loja dentro do próprio aplicativo que possibilite aos jogadores gastarem o dinheiro recebido nas missões/atividades.	
	MC.2	As recompensas aos jogadores não devem ser restritas apenas à realização de atividades como também a frequência com o que o usuário utiliza o aplicativo ou faz atividades fora que não envolvem o aplicativo.	
	MC.3	A avaliação do terapeuta deve servir como um mediador para o valor recompensa.	
	MC.4	Criar perfis diferentes para cada tipo de usuário, dando acesso a diferentes funcionalidades dentro do aplicativo. Ex: perfil do professor, perfil do aluno e perfil dos pais.	
	MC.5	Permitir que os jogadores possam errar quantas vezes forem necessárias até conseguir entender o que devem fazer na atividade.	
	MC.6	As atividades não devem possuir limite de tempo para serem resolvidas e podem ser repetidas/refeitas quantas vezes forem necessárias.	

	MC. 7	As atividades propostas no jogo devem acompanhar a curva de aprendizado e a idade do jogador.	
	MC. 8	As instruções de como realizar as atividades ou de ajuda, além de serem apresentadas de forma visual (texto e imagens), também devem ser apresentadas por meio de áudios explicativos.	
	MC. 9	Permitir que as crianças ao clicar em letras do alfabeto ou palavras destacadas possam escutar o som dos grafemas e exibir animações demonstrando como os traços necessários para formar a letra devem ser feitos.	
	MC. 10	Permitir que jogadores sempre tenham acesso às instruções de como fazer as atividades sempre que quiserem.	
	MC. 11	Fazer uso dos estímulos visuais, sonoros e de tato de forma ordenada para evitar que haja sobreposição de estímulos e atrapalhe ou confunda o processo cognitivo dos jogadores;	
Ferramentas e suporte para o terapeuta	FS.1	Disponibilizar para o terapeuta métricas de avaliação de desempenho de cada jogador ao realizar uma determinada atividade (ex: número de acertos/erros e tempo);	
	FS.2	Permitir que os terapeutas possam passar atividades únicas para cada criança, ou seja, permitir que o professor também possa definir atividades específicas para cada jogador, já que diferentes jogadores podem precisar estimular diferentes habilidades.	
	FS.3	Permitir que os terapeutas criem, customizem e especifiquem suas próprias atividades.	
	FS.4	Permitir que o terapeuta possa avaliar de forma rápida quase instantânea as atividades dos alunos.	
	FS.5	Permitir que os terapeutas e pais atribuam recompensas aos jogadores quando acharem necessário (ex: os jogadores receberem recompensas por bom comportamento).	

Apêndice C

Telas e Roteiro das Entrevistas com os *Mockups*

Roteiro para a Entrevista

- 1) Você gosta de usar computador? E celular? Você gosta de fazer o que neles?
- 2) Você consegue ler isso aqui? (Tudo que está escrito na tela). Pedir para a criança ou jovem para ler.
- 3) Qual você acha mais fácil de ler? (Com relação ao tamanho)
- 4) Quando você vê essa imagem, por que você acha que o coração está ao lado da palavra “Música”?
- 5) Os tamanhos das letras estão bons?
- 6) Quando você vê essas imagens, o que você acha que significa? (Configurações, ativar som, menu, etc). Pedir para apertar o botão “ativar alto contraste” e ir para tela 2.
- 7) Na tela 2, que cores são essas?
- 8) Qual cor você gosta mais? Qual você enxerga com mais facilidade?
- 9) Você gosta mais da tela preta (Tela 2) ou branca (Tela 1)? Pedir para apertar o botão “Desativar alto contraste” e voltar para Tela 5.
- 10) No jogo, você quer que tenha uma voz dizendo o que você deve fazer? (Uma voz te ajudando).
- 11) Você gostaria que essa voz fosse feminina ou masculina? (De menino ou menina).
- 12) Você prefere que junto com a voz tenha um bonequinho ajudando?
- 13) Explicar o menu e pedir para apertar o botão para ir para Tela 3. Na Tela 3, perguntar: você gosta mais dos botões aparecendo igual na tela 1 ou que você aperte um botão “Menu” para que os outros botões apareçam?
- 14) Você acha que essa imagem serve para quê (símbolo da casa, “Home” ou “Página inicial”)? Pedir para apertar o botão e voltar para a tela 1 e pedir para apertar o botão “Centro de Atividades” e ir para Tela 4.
- 15) Você acha que isso é um botão? (Mostrar todas as imagens da tela).
- 16) O que você acha que cada imagem quer mostrar?
- 17) Você gosta mais de imagens de pessoas com SD ou sem SD?
- 18) Você consegue ler o que está escrito aqui? (“Centro de Atividades”, “Atividades para casa” e “Todas as atividades”).
- 19) Qual você prefere? (Verificar se criança apresenta alguma dificuldade em ler as letras com sobra)
- 20) Qual dessas 3 tem uma sombra atrás das letras? Você sente dificuldade de ler?
- 21) O que as crianças estão fazendo nas imagens?
- 22) Nos botões, perguntar: essas figuras significam o quê? Pedir para apertar o botão “Ouvir e cantar” para ir a tela 5.
- 23) Você prefere que na imagem tenha um botão ou seja assim? (Imagem do “África iô iô” e do sapo).
- 24) Você prefere imagens com pessoas ou desenhos? (Comparar Tela 4 e Tela 5).
- 25) O que você acha que esse botão <- faz? (Pedir para apertar o botão).

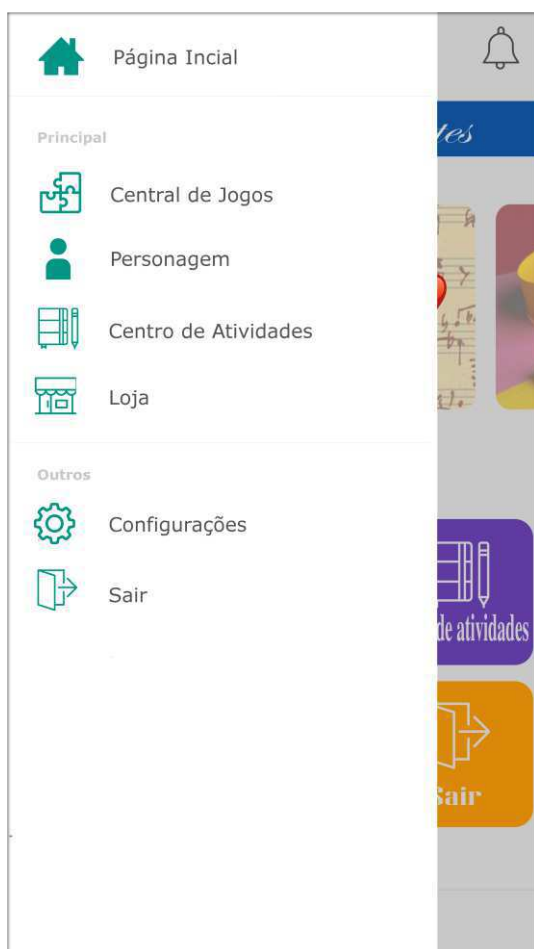
Tela 2: Tela principal da aplicação



Tela 1: Tela em Alto Contraste



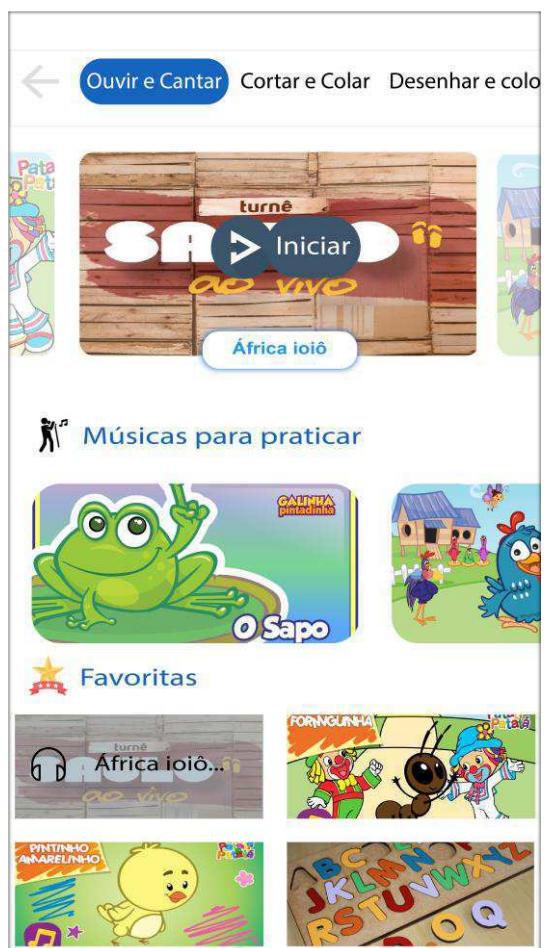
Tela 4: Tela Centro de Atividades



Tela 3: Menu da aplicação



Tela 5: Tela Ouvir e Cantar



Apêndice D

Telas e Roteiro para as Entrevistas com o Aplicativo

Roteiro para a Entrevista

Iniciar na tela principal:

- 1) Você consegue ler tudo o que está escrito na tela?
- 2) Para que você acha que servem esses botões?
- 3) Ao abrir o Menu Opções/Configurações, você consegue ler o que está escrito?
- 4) Pedir para abrir apertar o botão play e depois abrir o jogo da memória.

No jogo da memória:

- 1) Para que você acha que servem esses botões? (Trocar cor do fundo e Menu)
- 2) Pedir para apertar o botão Trocar cor do fundo e perguntar qual cor a pessoa gosta mais.
- 3) Pedir para apertar o botão Menu e perguntar se consegue ler o que está escrito e se a pessoa consegue entender para que servem os botões.
- 4) Perguntar se ela prefere que o Menu apareça apertando o botão Menu ou se ele deve aparecer desde o começo no início da tela.
- 5) Pedir para a pessoa entrevistada jogar o jogo da memória e perguntar se consegue ler o que está escrito nas cartas.
- 6) Após completar o jogo, na tela de vitória, perguntar se o entrevistado consegue ler o que está escrito e para que ele acha que servem os botões na parte inferior. (Reiniciar e Home)

De volta a tela principal:

- 1) Perguntar se o entrevistado consegue chegar até o menu de seleção de jogos.
- 2) Pedir para escolher o jogo do cofre.

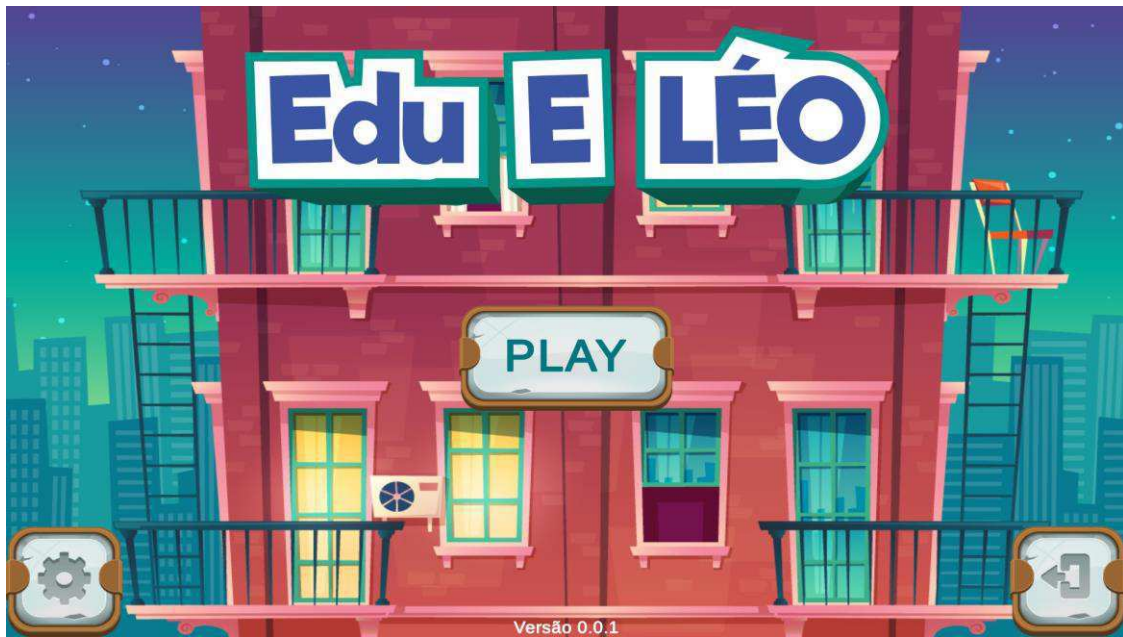
No jogo do Cofre:

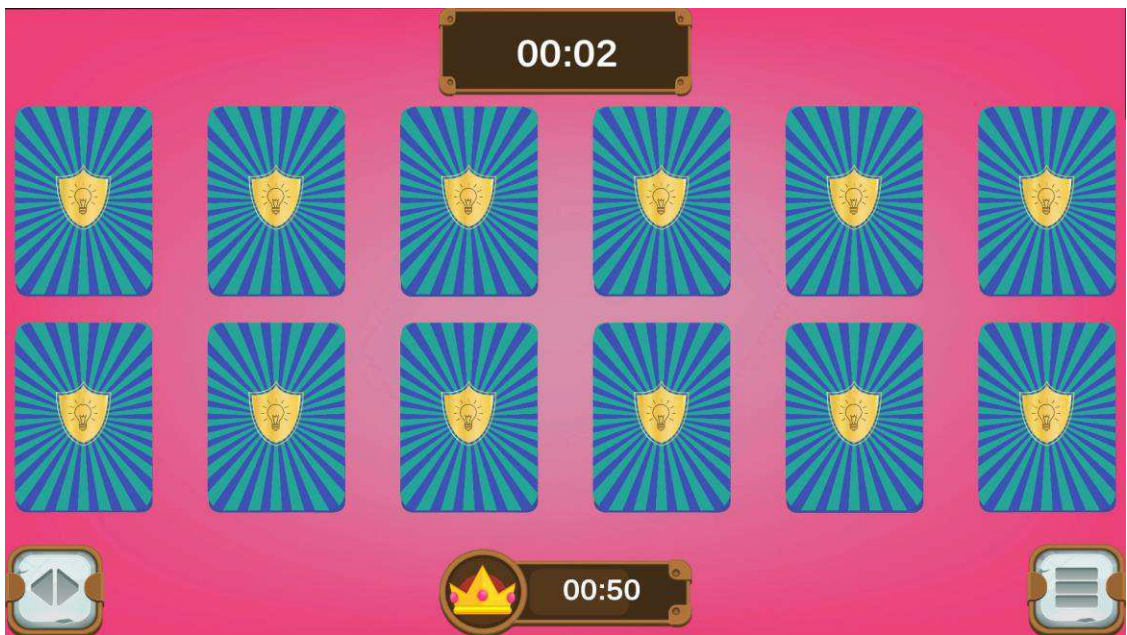
- 1) Pedir para o entrevistado selecionar uma fase.
- 2) Explicar como o jogo funciona e perguntar para que servem os botões Música e Menu.
- 3) Em todas as fases do cofre pedir para o entrevistado ler o que está escrito em cada um dos botões para digitar a senha.
- 4) Na tela de vitória, perguntar sobre para que o entrevistado acha que servem os botões Escolher nível e Home.
- 5) Ao chegar a fase 6, perguntar se o entrevistado prefere imagens de desenhos ou reais.
- 6) Ao chegar a fase 9, perguntar se o entrevistado prefere imagens de pessoas com SD ou sem SD.
- 7) Ao terminar a última fase voltar a tela inicial

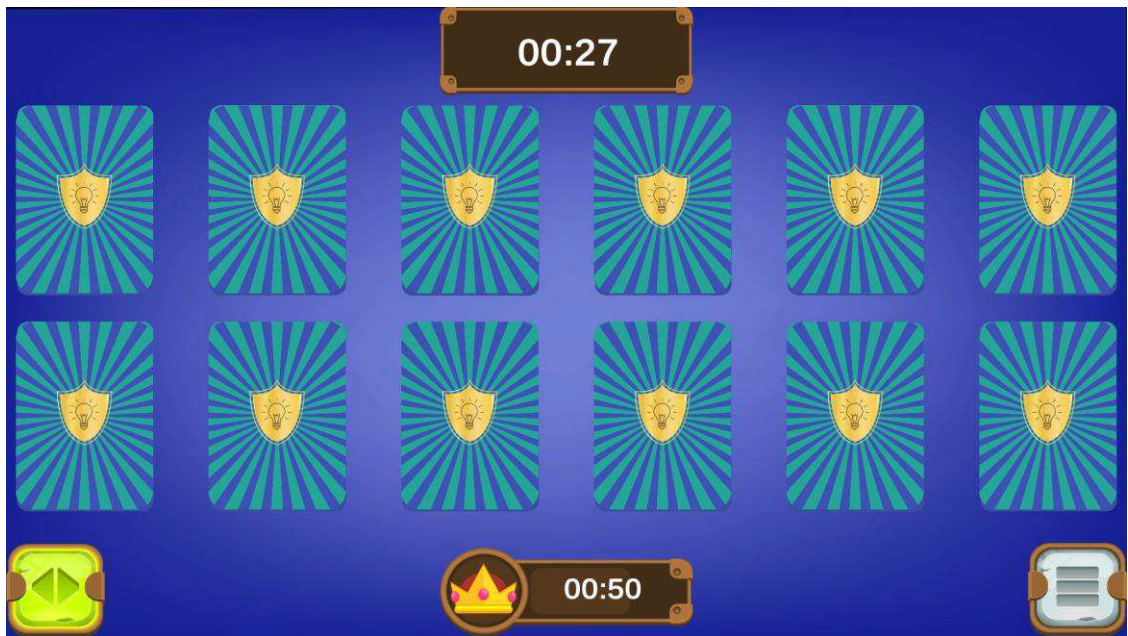
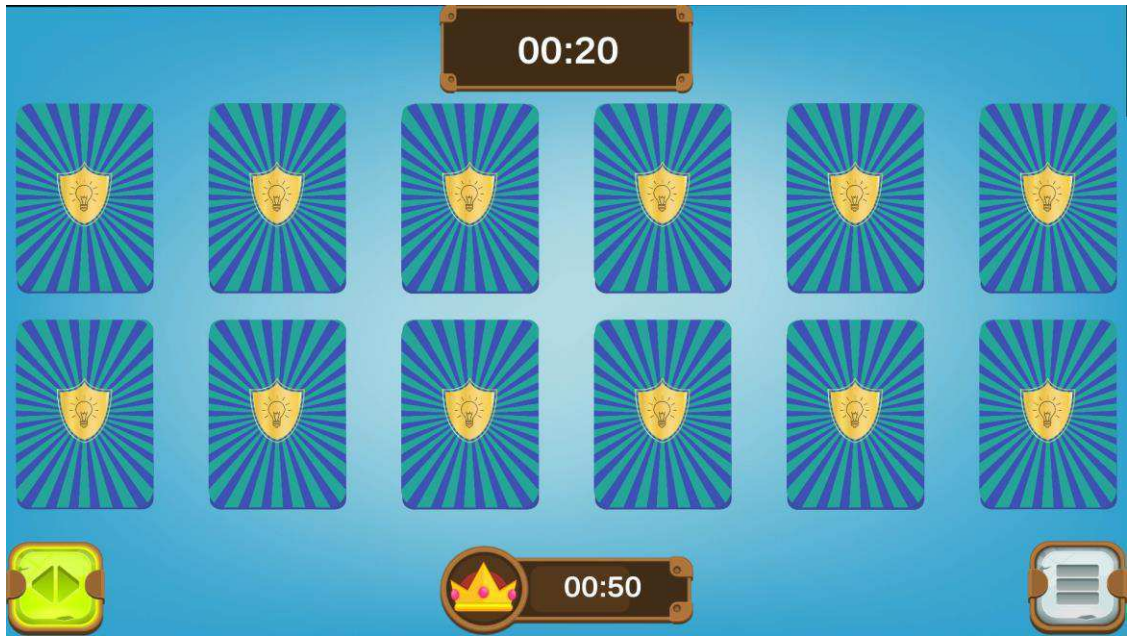
Na tela inicial:

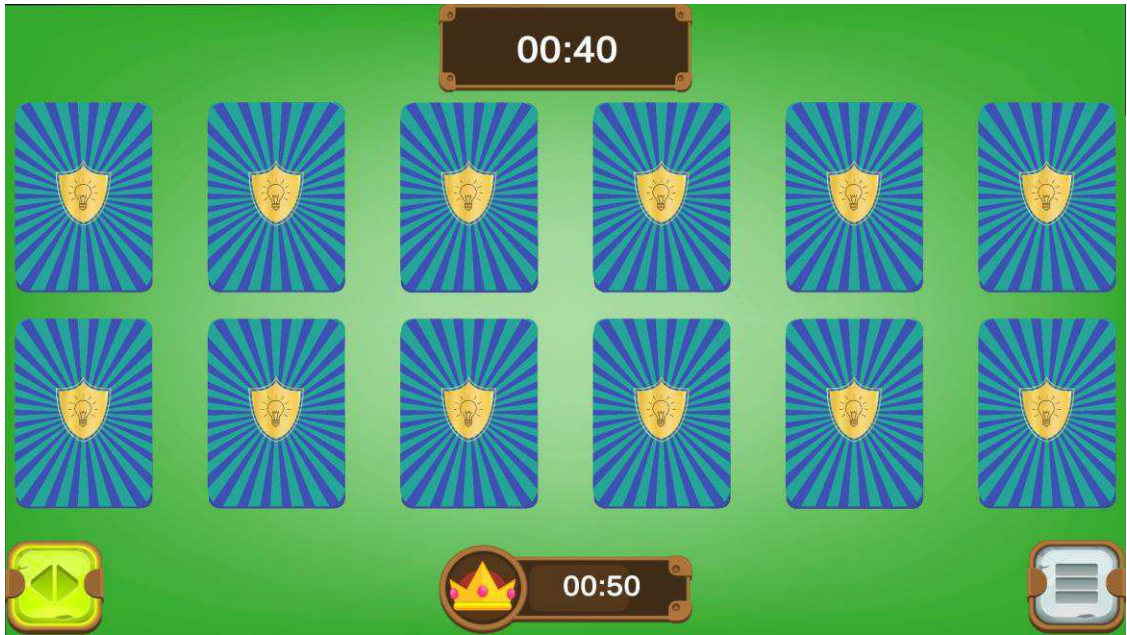
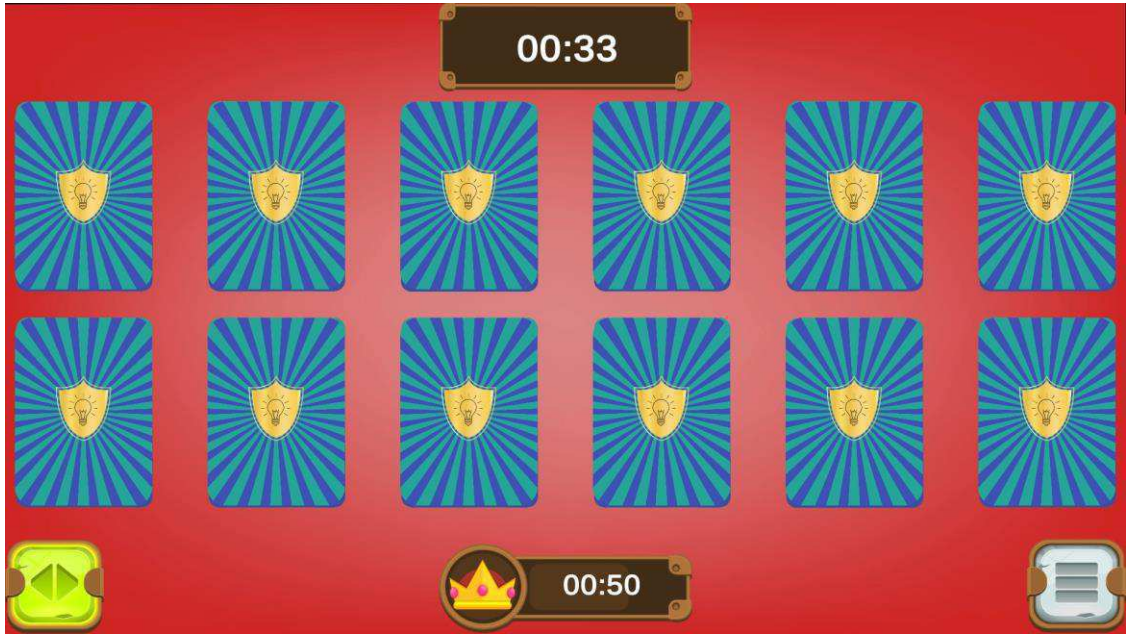
- 1) Perguntar ao entrevistado se ele consegue chegar até o jogo do cofre e do jogo do cofre ir para o jogo da memória. Ou se por acaso não conseguir abrir o jogo do cofre perguntar se ele consegue abrir o jogo da memória.

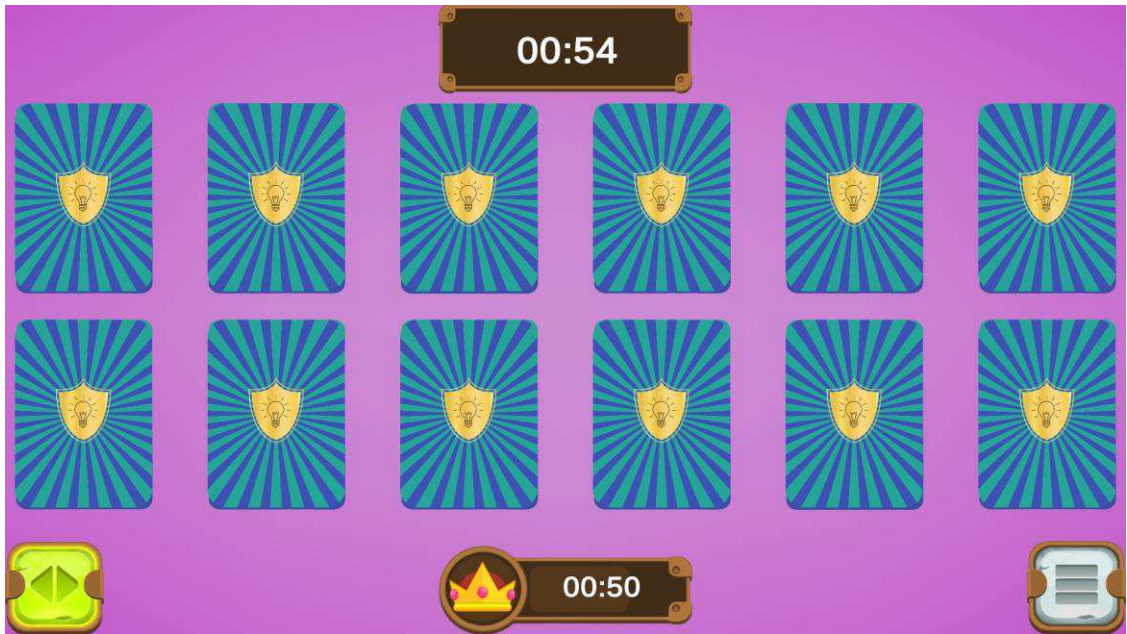
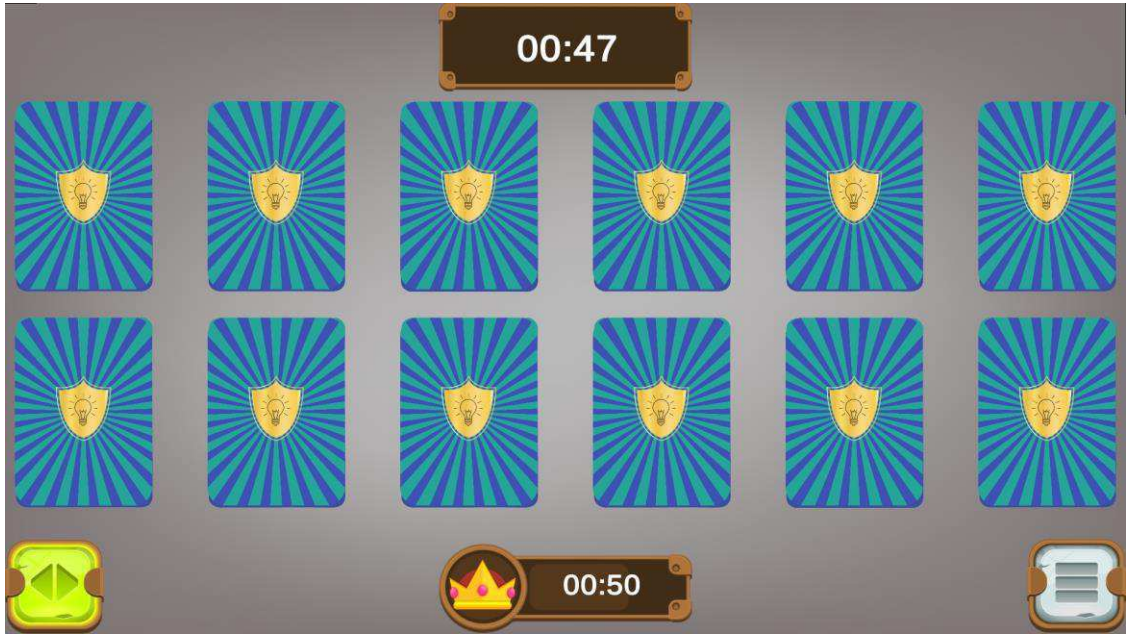
Perguntar ao entrevistado se ele gostaria que o jogo tivesse um narrador.

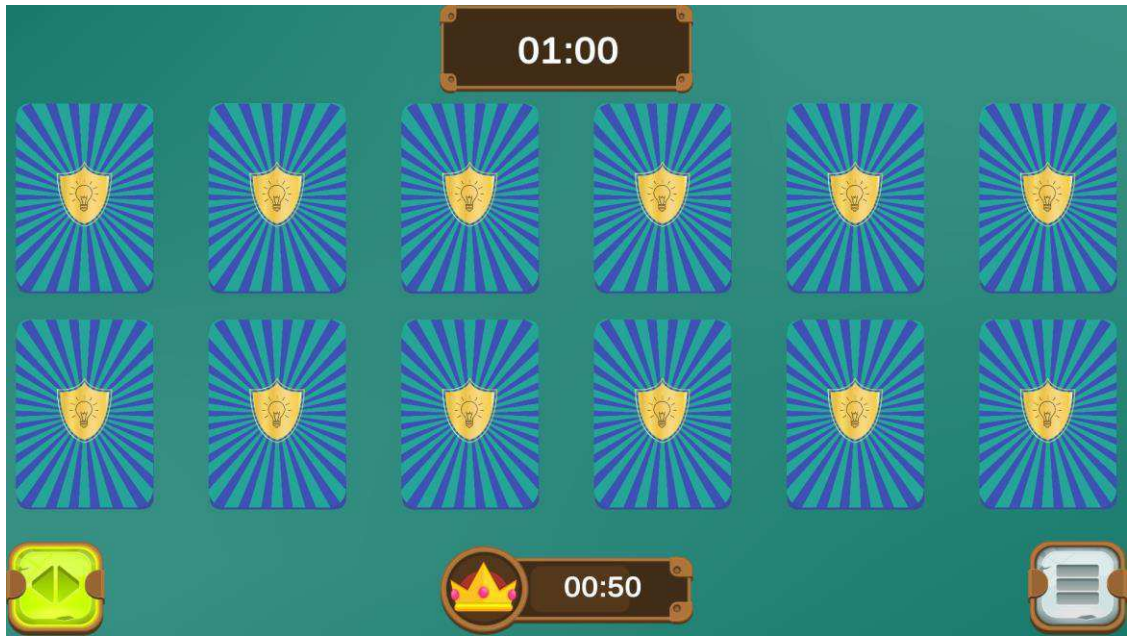


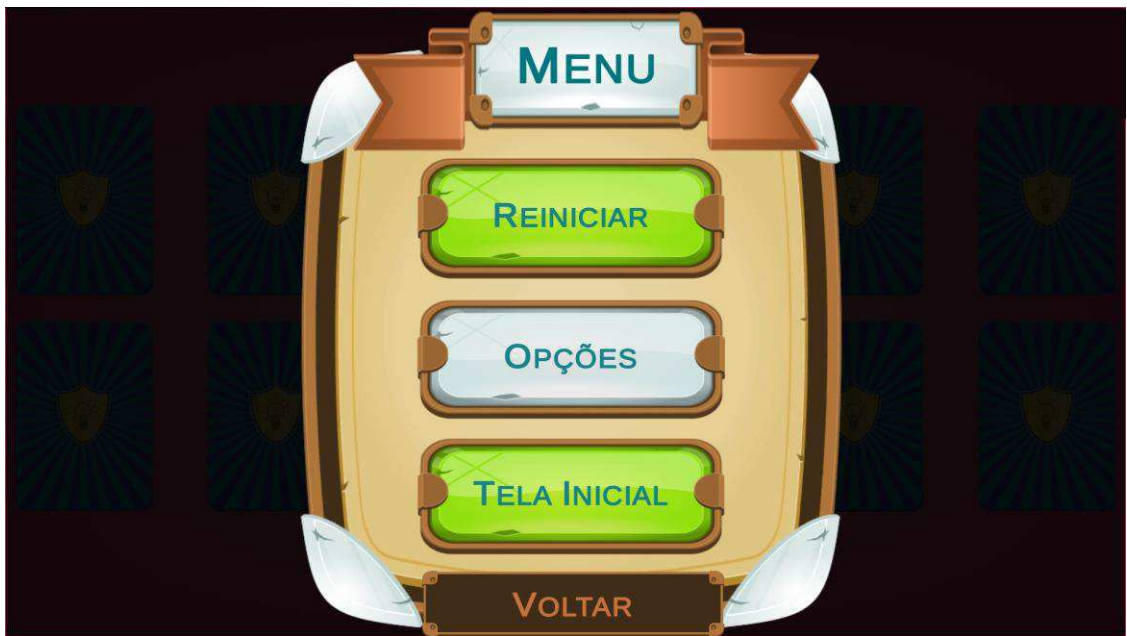



















GA CA

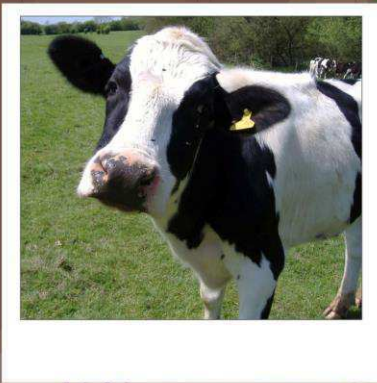
BO TO

RE DI

Apagar

Confirmar

Music icon:  Menu icon: 



CA PE

NHA LO

VA BE

Apagar

Confirmar


Music icon:  Menu icon: 

A screenshot of a word game interface. On the left, a Polaroid-style frame shows a cartoon mouse wearing a red sweater, set against a blue background with white stars. Below this frame are two green icons: a musical note and a list symbol. To the right, a grid of buttons is displayed. The buttons are arranged in three rows and two columns, with a red 'Apagar' button and a green 'Confirmar' button on the far right. The buttons contain the following text:

TO	TI	Apagar
TU	NHO	Confirmar
RA	LA	

A screenshot of a word game interface. On the left, a Polaroid-style frame shows a soccer ball with black and white panels, set against a background of radiating black and white lines. Below this frame are two green icons: a musical note and a list symbol. To the right, a grid of buttons is displayed. The buttons are arranged in three rows and two columns, with a red 'Apagar' button and a green 'Confirmar' button on the far right. The buttons contain the following text:

BO	LHA	Apagar
DO	LA	Confirmar
RO	TA	

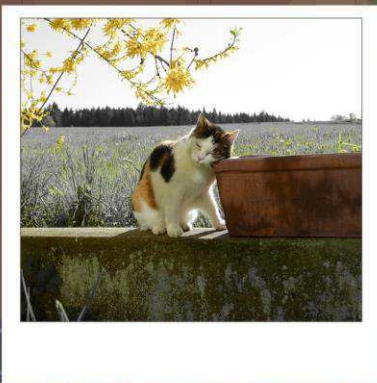


VA FA Apagar

CA SA

MA CO Confirmar

Music icon Menu icon



NA BI Apagar

DA CI

TO GA Confirmar

Music icon Menu icon

NO ME Apagar

JA DO Confirmar

DE NJ

Music icon Menu icon

RU PAS Apagar

CU JA Confirmar

SA CO

Music icon Menu icon

GA TO Apagar

NI ME

NHO NO Confirmar

NA NI Apagar

BI NHA

BA LA Confirmar

MAN PAN Apagar

UR DA

NHA SO Confirmar

Music icon Menu icon

NA NO Apagar

NHA ME

NI GA Confirmar

Music icon Menu icon



Apêndice E

Listas com os Requisitos Mantidos, Adicionados e Excluídos do Conjunto Inicial de Requisitos

Lista com os requisitos mantidos no conjunto inicial

ID	Descrição do requisito
NI.2	<i>Utilizar fontes com contornos e cores brilhantes quando for necessário destacar uma palavra</i>
NI.3	<i>Utilizar negrito forte em palavras que precisem ser destacadas</i>
NI.4	Usar cores e escalas (tamanhos) diferentes para destacar palavras importantes em sentenças/frases.
NI.5	<i>Utilizar fontes estilizadas com elementos gráficos destacados (como estrelas no fundo, setas, elementos coloridos) quando for necessário destacar alguma palavra</i>
NI.6	Não utilizar decorações de fonte que alterem o formato da letra ou que possuam contornos escurecidos e sombreamento.
NI.7	<i>Permitir que o jogadores possam personalizar as telas da aplicação escolhendo as cores</i>
NI.8	Quando a opção de alto contraste for selecionado, não utilizar somente cores primárias.
NI.9	Não utilizar cores opacas.
NI.10	Utilizar imagens de objetos, pessoas e animais que sejam familiares aos jogadores e possam ser facilmente identificados.
NI.13	Utilizar imagens de ação com pessoas pulando, dançando, gesticulando ou praticando algum tipo de esporte (ex: jogando futebol).
NI.14	<i>“Adaptar a quantidade de ilustrações de acordo a faixa etária”</i> Ou
	<i>“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre ilustrações e fotografias”</i>
NI.17	<i>“Permitir que o jogador possa personalizar a interface escolhendo entre fotografias de pessoas com ou sem SD”</i> Ou
	<i>“Utilizar imagens de todas as pessoas em igual proporção”</i>
NI.24	Utilizar Botões clicáveis grandes, claros, com formatos bem definidos e bem rotulados.
NI.26	Utilizar botões em locais fixos e de fácil visualização
NI.30	Evitar o uso de menus suspensos, pois são difíceis para usuários com SD.
FA.1	Utilizar efeitos sonoros, visuais e de vibração como forma de dar um feedback instantâneo imediato ao jogador.

<i>FA.4</i>	Dar recompensas e elogiar os jogadores sempre que eles terminarem alguma atividade.
<i>IN.3</i>	Utilizar telas multitouch.
<i>EG.3</i>	Utilização de pontos: sempre que o jogador terminar uma atividade ele deve receber pontos de acordo com o seu desempenho.

Lista com os requisitos excluídos no conjunto inicial

ID	Descrição do requisito	Sugestão de nova descrição
<i>NI.1</i>	Usar fontes do tipo italic Serif, principalmente, em títulos e subtópicos.	-----
<i>NI.11</i>	Utilizar preferencialmente imagens com cores naturais em vez de imagens coloridas ou manipuladas digitalmente.	-----
<i>NI.12</i>	Utilizar imagens de pessoas, principalmente, jovens e bonitas.	-----
<i>NI.15</i>	Utilizar principalmente imagens de pessoas com a mesma idade ou mais velhas que as crianças e adolescentes utilizando a aplicação.	-----
<i>NI.25</i>	Os botões devem ter o fundo de cor escura e o texto de cor clara (alto contraste).	-----

Lista com os novos requisitos adicionados ao conjunto inicial

Classe	Descrição do novo requisitos
Navegação e Interface	Permitir que jogadores possam dar zoom na tela ou aumentar o tamanho das imagens e fontes
	Possibilitar que o usuário possa dar zoom ou aumentar o tamanho das letras dentro da aplicação
	Evitar usar botões flutuantes
	Utilizar Animações nas palavras que devem ser destacadas
	Utilizar cores fortes/brilhantes
Entradas	Possibilitar o uso de câmeras (celular ou webcam)
	Possibilitar o uso do microfone
	Utilizar joysticks (controle de vídeo game)
Feedback e Ajuda	Criar um narrador/guia para ajudar os jogadores na aplicação
	Criar um narrador/guia para ajudar os jogadores na aplicação
	Os lembretes/avisos/alertas devem possuir efeitos sonoros e visuais;
Atividades	Permitir a criação de atividades e jogos em que a criança possa jogar/fazer em parceria com os profissionais ou pais
	Criar jogos que trabalhem o pensamento abstrato. Por exemplo, a carta enigmática
	Criar atividades em que a criança deve gravar áudio sobre as figuras apresentadas.
Ferramentas e suporte	Criar ferramentas que possibilite colocar sons a imagens
	Criar um pacote de imagens e fundos temático como figuras com o tema de princesas, dinossauros, carros, etc

	Utilizar Inteligência Artificial para monitorar o desempenho de jogadores na repetição de tarefas para ajudá-los de modo mais eficiente
Mecânicas e configurações do sistemas	Permitir que o jogador possa definir um avatar para narrador
	Permitir que o jogador possa escolher o gênero do narrador
	Permitir que o jogador possa escolher as músicas da aplicação (exemplo: Forró, MPB, músicas infantis, etc)
	Colocar em evidência as atividades que os alunos tiveram um bom desempenho.
	Utilizar vídeos para criar um contexto/background para alguma atividade.
	Atividades com os terapeutas devem ser mais focadas (sérias), já as atividades em casa devem ser mais dinâmicas e motivacionais.
	Permitir que o profissional passe atividades para casa por meio do aplicativo.
	O jogador deve poder continuar mesmo que não consiga terminar a atividade. Contudo, caso ele não faça a atividade por completo ele não atingirá os 100% e com isso ganhará menos pontos.