

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**CRISTIANE FONTOURA SILVEIRA**

**ENGENHARIA DE REQUISITOS DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL COM A  
PARTICIPAÇÃO DE ADOLESCENTES**

**Alegrete – RS  
2018**

**CRISTIANE FONTOURA SILVEIRA**

**ENGENHARIA DE REQUISITOS DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL COM A  
PARTICIPAÇÃO DE ADOLESCENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientadora: Amanda Meincke Melo

**Alegrete – RS  
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S587e Silveira, Cristiane Fontoura  
ENGENHARIA DE REQUISITOS DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL COM A  
PARTICIPAÇÃO DE ADOLESCENTES / Cristiane Fontoura Silveira.  
94 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2018.  
"Orientação: Amanda Meincke Melo".

1. Adolescentes. 2. Design Participativo. 3. Engenharia de  
Requisitos. 4. Engenharia de Software. 5. Software  
Educativo. I. Título.

CRISTIANE FONTOURA SILVEIRA

ENGENHARIA DE REQUISITOS DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL COM A  
PARTICIPAÇÃO DE ADOLESCENTES

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia de  
Software da Universidade Federal do  
Pampa, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Bacharel em  
Engenharia de Software.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 25 de junho de 2018.

Banca examinadora:



---

Prof.ª. Dr.ª. Amanda Meincke Melo  
Orientadora  
UNIPAMPA



---

Prof.ª. Dr.ª. Aline Vieira de Mello  
UNIPAMPA



---

Prof. Me. Jean Felipe Patikowski Cheiran  
UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus pais Mauro e Lucimar e meu irmão Daniel. Em especial a minha mãe, grande responsável pela minha formação pessoal e meu maior exemplo de determinação, força, fé e alegria.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente, agradeço a Deus, pois é tudo e sem não sou nada.

Agradeço a minha família, que é a minha base. A minha mãe Lucimar, a meu pai Mauro e ao meu irmão Daniel, por acreditarem em mim, pelo amor e apoio incondicional. Vocês são a razão e o incentivo para eu seguir sempre em frente.

Agradeço a minha orientadora Amanda, primeiramente, por ser essa profissional com conduta impecável, a qual admiro e me inspiro, e por todos os ensinamentos e suporte, seu profissionalismo e amor pelo que faz são motivadores. Em muitos momentos, também foi amiga, conselheira e me fez acreditar que sempre é possível.

Agradeço aos melhores amigos e colegas que eu poderia ter: Bruno, Eric e Jéssica. Obrigada por estarem comigo nesses anos!

Agradeço as minhas amigas e colegas Kézia e Stephanie. Obrigada pelo trabalho que vocês desenvolveram no qual baseio muitas das minhas percepções.

Obrigada à Escola Arthur Horman, por aceitar este desafio e me recepcionarem tão bem. Cecília, você é sensacional! Agradeço, em especial, à professora Maristela e seus alunos do oitavo ano, pela oportunidade de desenvolver este TCC. Vivi experiências enriquecedoras a qual sempre lembrarei com muito carinho.

Aline e Jean, obrigada pelas considerações neste trabalho, e por serem professores inesquecíveis.

Obrigada também ao grupo PET CTC Engenharias, que me transformou e me fez evoluir academicamente e pessoalmente.

Aos meus amigos de Uruguaiana e aos que fiz em Alegrete, agradeço pelos momentos de descontração e pela força, cada vez que precisei de motivação.

Gostaria de citar cada pessoa maravilhosa que esteve comigo durante essa caminhada, mas deixo aqui meu sincero agradecimento para cada ser que cruzou o meu caminho e me ensinou alguma lição. Na UNIPAMPA – Campus Alegrete, progredi muito, e serei eternamente grata por esse momento de tanto aprendizado. Namastê.

## RESUMO

Tecnologias digitais fazem parte do cotidiano de diferentes pessoas e são utilizadas para muitas finalidades, inclusive para apoio ao ensino e a aprendizagem. O computador oferece recursos para o fazer pedagógico, como o software educacional. Seu desenvolvimento envolve trabalho em equipe e deve considerar aspectos pedagógicos e seu público-alvo, ou seja, os estudantes. Assim como as crianças, através do Design Participativo, adolescentes podem contribuir, como parceiros de *design*, durante todo o processo de desenvolvimento de novas tecnologias. Ao se realizar uma revisão da literatura para encontrar contribuições para o desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes, constatou-se a importância de serem observados aspectos pedagógicos e sobre o conteúdo em perspectiva, mas não foram observadas contribuições para a criação de softwares educacionais com a participação de adolescentes. Assim sendo, este Trabalho de Conclusão de Curso integra práticas de Design Participativo à Engenharia de Requisitos no contexto educacional, com a participação de adolescentes, para subsidiar o desenvolvimento de um software educacional para o ensino e a aprendizagem de conteúdo de Matemática. Participaram estudantes de uma turma de oitavo ano e a professora de Matemática da Escola Estadual de Ensino Fundamental Dr. Arthur Hormain, localizada no Polo Rural dos Pinheiros – município de Alegrete/RS. Como resultado, tem-se a Especificação de Requisitos do jogo Sorvete Turbo, que organiza seus requisitos funcionais e não funcionais, além dos protótipos gerados pelos adolescentes. A partir dos requisitos organizados, o jogo deve ser desenvolvido como parte das atividades do programa de extensão GEInfoEdu – Grupo de Estudos em Informática na Educação.

Palavras-Chave: Adolescentes, Design Participativo, Engenharia de Requisitos, Engenharia de Software, Software Educacional.

## **ABSTRACT**

Digital technologies are part of the daily life of different people and they are used to many purposes, including supporting teaching and learning practices. The computer provides resources to pedagogical tasks, like the educational software. Its development includes teamwork and it must consider pedagogical aspects and its target audience, the students. As well as children, through Participative Design, teenagers can contribute, as design partners, during the development process of new technologies. When accomplishing a literature review in order to find contributions to the development of educational software with teenagers participation, we verified the importance of observing pedagogical aspects and the subject in perspective, but no contributions to educational software development with teenagers were observed. Thus, this undergraduate thesis integrates the Participatory Design practices to the Requirements Engineering knowledge in an educational context with the participation of teenagers, in order to support the development of an educational software to teaching and learning Mathematics. Students from a 8th year class and the Math teacher of Arthur Hormain State Elementary School, located in Polo Rural dos Pinheiros, in the city of Alegrete/RS, participated in this study. As the result of this undergraduate thesis, we present the Requirement Specification of the game Soverte Turbo, which organizes the functional and non-functional requirements, as well as the prototypes created by the students. From the organized requirements, the game should be developed as part of the activities of the extension program GEInfoEdu – Computing in Education Studying Group.

**Keywords:** Teenagers, Participatory Design, Requirements Engineering, Software Engineering, Educational Software.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – (a) Acesso à E.E.E.F. Dr. Arthur Hormain; (b) Entrada do laboratório de informática.....	32
Figura 2 – Método de desenvolvimento do trabalho em notação BPMN.....	34
Figura 3 – Adolescente respondendo a avaliação diagnóstica .....	35
Figura 4 – Roda de conversa realizada no laboratório de informática .....	36
Figura 5 – Geração de ideias com a técnica de <i>brainstorming</i> .....	38
Figura 6 – Levantamento de HU .....	40
Figura 7 – Realização da entrevista aberta com os adolescentes .....	41
Figura 8 – Adolescentes criando protótipos de baixa fidelidade em papel.....	42
Figura 9 – Validação de requisitos através de questionário .....	43
Figura 10 – Total de respostas representado em uma planilha.....	46
Figura 11 – Exemplo de ideias geradas com o <i>brainstorming</i> .....	48
Figura 12 – Ideias consolidadas transcritas para a lousa da sala de aula .....	50
Figura 13 – Exemplo de contabilização dos votos nas ideias consolidadas .....	51
Figura 14 – Contribuições a partir da prototipação colaborativa .....	52
Figura 15 – HU geradas pelo Grupo 1 .....	53
Figura 16 – HU geradas pelo Grupo 2 .....	53
Figura 17 – Protótipo de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 1 .....	55
Figura 18 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 2.....	56
Figura 19 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 3.....	57
Figura 20 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 4.....	58
Figura 21 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 5.....	59
Figura 22 – Tela inicial do Sorvete Turbo baseado no protótipo colaborativo.....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Subcaracterísticas dos aspectos educacionais para a avaliação de software educacional, adaptado de Lima <i>et al.</i> (2015).....	17
Quadro 2 – Técnicas utilizadas no processo de Engenharia de Requisitos.....	19
Quadro 3 – Síntese de lições aprendidas, adaptado de Lôbo (2016) .....	22
Quadro 4 – Síntese de reflexões, adaptado de Ribeiro (2016) .....	23
Quadro 5 – Problemas no desenvolvimento de software educacional, adaptado de Dalmon e Brandão (2013) .....	27
Quadro 6 – Contribuições dos autores para o desenvolvimento de SE .....	29
Quadro 7 – Questionamentos realizados na roda de conversa.....	36
Quadro 8 – Organização das atividades de Engenharia de Requisitos .....	37
Quadro 9 – Total de ideias geradas no <i>brainstorming</i> .....	49
Quadro 10 – Total de votos nas ideias consolidadas .....	50
Quadro 11 – Resumo da descrição jogo Sorvete Turbo .....	54
Quadro 12 – Reprodução das HU geradas pelos adolescentes.....	61
Quadro 13 – Histórias de usuário especificadas .....	62
Quadro 14 – Lista de requisitos não funcionais.....	63
Quadro 15 – Total de respostas do questionário para validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais .....	64
Quadro 16 – HU sugeridas para modificar a prioridade .....	65
Quadro 17– Síntese das lições aprendidas.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPMN – *Business Process Model Notation*

CsF – Ciência sem Fronteiras

DP – Design Participativo

ECA – Estatuto da Criança e do Adolescente

E.E.E.F. Dr. Arthur Hormain – Escola Estadual de Ensino Fundamental Doutor Arthur Hormain

E.E.E.M. Dr. Romário – Escola Estadual de Ensino Médio Doutor Romário Araújo de Oliveira

ER – Engenharia de Requisitos

ES – Engenharia de Software

GEInfoEdu – Grupo de Estudos em Informática na Educação

HU – Histórias de Usuário

H.U.A – Histórias de Usuário dos Adolescentes

H.U.P – Histórias de Usuário da Professora

iMA – Módulos de Aprendizagem Interativa

ISO – *International Organization for Standardization*

JS – Jogo Sérió

LPS – Linha de Produto de Software

RBIE – Revista Brasileira de Informática na Educação

RF – Requisitos Funcionais

RNF – Requisitos Não Funcionais

RNF.A – Requisitos Não Funcionais dos Adolescentes

RNF.P – Requisitos Não Funcionais da Professora

SE – Software Educacional

SE2004 – *Software Engineering 2004*

SWEBOK – *Software Engineering Body of Knowledge*

SWECOM – *Software Engineering Competency Model*

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLOGICA .....	15
2.1 Software Educacional.....	15
2.2 Engenharia de Software .....	18
2.3 Design Participativo.....	21
2.4 Considerações Finais do Capítulo.....	23
3 ESTADO DA ARTE .....	25
3.1 Análise dos Trabalhos Relacionados .....	26
3.2 Considerações Finais do Capítulo.....	29
4 METODOLOGIA.....	31
4.1 Ambiente e Participantes.....	31
4.2 Método .....	33
4.2.1 Ambientação .....	33
4.2.2 Engenharia de Requisitos .....	37
5 RESULTADOS .....	45
5.1 Ambientação .....	45
5.2 Engenharia de Requisitos .....	47
5.2.1 Elicitação e análise de requisitos .....	48
5.2.2 Especificação de requisitos .....	60
5.2.3 Validação de requisitos .....	64
5.3 Reflexões e Lições Aprendidas .....	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
REFERÊNCIAS.....	71
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais são parte do cotidiano de diferentes pessoas e são utilizadas para diversas finalidades, como a comunicação interpessoal, o lazer, o aprendizado, o consumo, a produção de informação, entre outras atividades (RIBEIRO, 2016).

O computador oferece muitos recursos para o fazer pedagógico. Entre esses recursos, está o software educacional (SE), que é compreendido como um programa de computador com a finalidade de favorecer os processos de ensino e de aprendizagem, proporcionando ao estudante “construir determinado conhecimento relativo a um conteúdo” (FRANÇA; SILVA, 2014, p. 02).

O uso do computador na Educação só tem propósito “na medida em que os professores o conceberem como uma ferramenta de auxílio as suas atividades didáticos-pedagógicas” (TEIXEIRA; BRANDÃO, 2003, p. 01) e, ainda, o contemplem como um elemento que motiva e ao mesmo tempo desafia o surgimento de práticas pedagógicas novas de maneira que torne os processos de ensino e de aprendizagem inovadores, dinâmicos, participativos e interativos.

O desenvolvimento de um software educacional deve também levar em consideração o seu usuário final. Com o Design Participativo (DP), o usuário final de um produto de software contribui efetivamente com as suas perspectivas e necessidades em diferentes etapas do ciclo de vida do software (MULLER *et al.*, 1997). Sua abordagem favorece que os requisitos desejados pelo usuário final estejam no produto e sejam mais bem aceitos.

Adolescentes, como as crianças, podem contribuir durante o processo de *design* de novas tecnologias, assumindo diferentes papéis, inclusive o papel de parceiros de *design*. Segundo o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA): “Art.2º Considera-se criança, para os efeitos desta Lei, a pessoa até doze anos de idade incompletos, e adolescentes aquela entre doze e dezoito anos de idade.” (BRASIL, 1990). Adolescentes representam um grupo importante no processo de *design*, entretanto, pouco estudado (POOLE; PEYTON, 2013).

Como etapa preliminar deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizou-se uma busca por trabalhos nas bibliotecas digitais da ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus e nos anais do Repositório Brasileiro de Informática na

Educação (RBIE). Procurou-se identificar processos de Engenharia de Software que apoiassem o desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes ou mesmo experiências de desenvolvimento de software educacional com a participação desse público. Nos trabalhos encontrados, não há um processo que evidencie como é o desenvolvimento de um software educacional com a participação de adolescentes. Porém, pôde-se identificar contribuições para o desenvolvimento de SE, como coerência com a proposta pedagógica, cuidado na formulação de requisitos educacionais, observação de critérios específicos de conteúdo, documentação adequada, entre outros.

Portanto, este trabalho tem como objetivo principal integrar práticas de Design Participativo à Engenharia de Requisitos no domínio educacional, com a participação de uma turma de oitavo ano do Ensino Fundamental, para subsidiar o desenvolvimento de um software para a aprendizagem de conteúdo de Matemática. Tem-se por objetivos específicos:

- Investigar a participação de adolescentes na Engenharia de Requisitos de software educacional;
- Gerar artefatos de software, com a participação de estudantes, que informem o desenvolvimento de software para a aprendizagem de conteúdos de Matemática;
- Promover o sentimento de coautoria entre os participantes no processo de Engenharia de Requisitos.

O texto deste TCC está organizado da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórico-Methodológica; o Capítulo 3 retrata o Estado da Arte; o Capítulo 4 aborda a Metodologia; o Capítulo 5 relata os Resultados; o Capítulo 6 expõe as Considerações Finais, assim como realiza a indicação de trabalho futuro.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Este Capítulo apresenta e discute conceitos e métodos que subsidiam o desenvolvimento deste trabalho monográfico. Abrange o Software Educacional, a Engenharia de Software e o Design Participativo.

### 2.1 Software Educacional

Para compreender o que é um software educacional (SE), pode-se conceituá-lo da seguinte maneira:

Software educacional é um tipo de software designado a facilitar o ensino e a aprendizagem, e possui três propriedades: é um software, uma ferramenta educacional e um mediador entre pensamento e conhecimento. Assim sendo, qualquer software que agregue essas características pode trazer resultados positivos quando utilizados em conjunto com os recursos didáticos já disponíveis em sala de aula (LIMA *et al.*, 2015, p. 03 *apud* FANG, 2008).

Abreu *et al.* (2012) questionam quais tecnologias – neste termo inclui-se métodos, técnicas e ferramentas – existem para fundamentar o desenvolvimento de SE. *Design*<sup>1</sup> e *Frameworks* que dão suporte ao desenvolvimento são os mais recorrentes nos estudos analisados. Além disso, apontam a falta de padronização e consolidação de tecnologias no desenvolvimento de SE: em 90% dos casos, propõe-se uma nova tecnologia sem exemplificar seu desenvolvimento em larga escala ou de forma geral que possa ser utilizado em SE.

Os autores afirmam que o SE precisa ser produzido levando em consideração além dos conceitos da ES, também as teorias pedagógicas inerentes ao contexto educacional. A partir disso, os autores consideram os aspectos pedagógicos que são utilizados nas tecnologias para desenvolver SE, entretanto, nem todos os estudos analisados apresentam aspectos pedagógicos. A aprendizagem colaborativa é o aspecto mais recorrente nos estudos e, além disso, os autores perceberam que, em grande parte deles, existe a preocupação com a pedagogia de ensino, o que deveria ser observado por todos os SE, uma vez que estão intimamente relacionados com atividades de ensino. Ainda, ao analisar os temas abordados no desenvolvimento de SE e temas em aberto, identificaram que a

---

<sup>1</sup> O termo *design* é o utilizado pelos autores em relação a *design* de projeto de arquitetura.

discussão sobre tecnologias para a educação e projeto de software são temas sempre abordados, enquanto que temas como acessibilidade, ferramentas educacionais e requisitos pedagógicos – essenciais para SE – são temas em aberto para a discussão.

Rodrigues, Freitas e Mendes (2016) apresentam um estudo que investiga e analisa as competências não técnicas, geralmente características interpessoais, que relacionam conhecimentos, atitudes e habilidades fundamentais para o desenvolvimento de SE. Os autores buscam descobrir outras formas de capacitar os estudantes e investigam se a formação de competências não técnicas pode ser obtida por estudantes de Engenharia de Software que participaram do programa Ciência sem Fronteiras (CsF).

Através de um levantamento bibliográfico, os autores definiram uma lista que considera indicadores (competências) não técnicos que são esperados de um profissional engenheiro de software para o desenvolvimento de software. Essa lista leva em consideração: modelos e guias de habilidades, competências conhecimentos da Engenharia de Software (SE2004, SWEBOK, SWECOM); projetos pedagógicos e Diretrizes Curriculares Nacionais de Graduação para o curso de Engenharia de Software; validação das listas em consonância com o trabalho de Lacher *et al.* (2015) para avaliação comportamental de profissionais de software.

A partir da lista de indicadores, foi aplicado um questionário aos participantes do estudo. Apesar de o questionário ser maior, foram considerados apenas os itens que poderiam impactar na formação de equipe para o desenvolvimento de SE. Após a análise e validação dos dados, obtiveram-se oito indicadores das competências esperadas do profissional que desenvolva software educacional, sendo eles: sensibilidade social, sensibilidade cultural, comunicação oral, comunicação escrita, habilidade de trabalhar em equipe, domínio de uma língua estrangeira, pensamento crítico e habilidade em obter novos conhecimentos. Para os autores, a habilidade de trabalhar em equipe demonstra uma tendência dos profissionais a serem mais bem qualificados para atuar no desenvolvimento de SE.

Pressman (2011) diz que o desenvolvimento de um software, independente de seu domínio de aplicação, deve levar em consideração o foco na qualidade, visto que é a pedra fundamental que sustenta a Engenharia de Software. Lima *et al.* (2015) apresentam em seu trabalho um processo de avaliação da qualidade do



produto de SE, denominado Quali-EDU. Esse processo é baseado nas normas da ISO 9126 e da ISO 14558. Além disso, o trabalho apresenta um estudo de caso que utiliza o Quali-EDU na avaliação do SE TuxMath, mediante questionário disponibilizado pelo modelo.

O processo Quali-EDU tem como premissa ser um modelo de avaliação de SE que esteja mais próximo do usuário final – professor e aluno (LIMA *et al.*, 2015). A avaliação da qualidade através do Quali-EDU, além de considerar as características funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade, eficácia, produtividade e satisfação – em conformidade com a família ISO/IEC 9126, adiciona características definidas como “Aspectos Educacionais” para que o software seja avaliado enquanto produto de uma equipe de desenvolvimento e instrumento de ensino e de aprendizagem. Os aspectos educacionais levam em consideração as subcaracterísticas sumarizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Subcaracterísticas dos aspectos educacionais para a avaliação de software educacional, adaptado de Lima *et al.* (2015)

<b>Aspectos Educacionais</b>	
<b>Subcaracterísticas</b>	<b>Descrição</b>
Coerência	Diz o quão associado está o software em uma vertente pedagógica.
Contextualização	Diz respeito à aderência do software ao contexto em que o usuário está inserido (contexto educacional).
Motivação	Representa o quão atrativo o software é na atividade de expressar um conteúdo e avaliar o aluno em termo de conhecimento.
Satisfatoriedade	Indica o nível de satisfação no uso do software e a intensidade de uso.
Adequação à faixa etária	Verifica o uso de software por um público com determinada idade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Um melhor aproveitamento do SE por parte dos usuários finais se obtém através da avaliação de sua qualidade, antes de seu uso e considerando o contexto em que será utilizado. Na avaliação da qualidade, diferentes papéis participam. Além da equipe de desenvolvimento e da equipe de usuários, existe o avaliador, que é o especialista em qualidade de software e o responsável por guiar esse processo entre as partes envolvidas. No estudo empreendido, o SE TuxMath foi julgado pelos

professores como regular e pelos alunos como insatisfatório, indicando a necessidade de ajustes para que possa ser utilizado.

Ao considerar o processo de avaliação de qualidade, o desenvolvimento de SE pode ser direcionado às características importantes dos aspectos educacionais que permitirá que o SE exerça o seu papel educacional, de forma eficiente e natural, proporcionando ao aluno uma nova possibilidade de aprender e adquirir conhecimento (LIMA *et al.*, 2015).

## **2.2 Engenharia de Software**

Um software, independentemente de seu campo de aplicação<sup>2</sup>, deve passar por processos de engenharia. A Engenharia de Software (ES) integra um processo, métodos de gerenciamento e desenvolvimento de software, bem como ferramentas com o foco na qualidade (PRESSMAN, 2011). Segundo o autor, um processo de software é um conjunto de atividades, ações e tarefas que levam à produção de um produto de software. Esse pode ser adaptado a diferentes contextos de desenvolvimento de software, possibilitando à equipe realizar o trabalho com o conjunto de ações que julgar apropriado, de modo que o produto seja entregue dentro do prazo e com a qualidade desejada.

Há vários processos de software diferentes, porém todos devem incluir quatro atividades que são consideradas fundamentais para a ES (SOMMERVILLE, 2011): (1) Especificação de software – define a funcionalidade do software e as restrições a seu funcionamento; (2) Projeto e implementação de software – produz o software para atender especificações; (3) Validação de software – visa a garantir que o software atenda às demandas do cliente; e (4) Evolução de software – evolui o software para que atenda às necessidades de mudança do cliente.

A Especificação de Software, ou Engenharia de Requisitos (ER), é o processo para compreender e definir serviços, bem como, identificar restrições de operação e de desenvolvimento do sistema. É uma etapa crítica do processo de software, pois os erros podem levar a problemas posteriores no projeto e na implementação. O processo de ER leva à produção de um documento de requisitos, que é a

---

<sup>2</sup>Os campos de aplicação de software estão distribuídos em sete grandes categorias: software de sistema, software de aplicação, software científico/engenharia, software embutido, software para linha de produtos, software de aplicações para web e software de inteligência artificial (PRESSMAN, 2011).

especificação do sistema a ser desenvolvido. A ER é composta por quatro atividades, que são: estudo de viabilidade, elicitação e análise de requisitos, especificação de requisitos e validação de requisitos (SOMMERVILLE, 2011).

Na atividade de elicitação e análise de requisitos, engenheiros de software trabalham em conjunto com clientes e usuários finais do sistema, a fim de obter informações sobre o domínio da aplicação, serviços que deve oferecer, restrições, entre outros conhecimentos. Nesse processo de elicitação e análise são desenvolvidas atividades para a descoberta/obtenção de requisitos, classificação e organização de requisitos, priorização e negociação de requisitos, além da documentação de requisitos (SOMMERVILLE, 2011).

Os requisitos são descrições dos serviços que o sistema deve oferecer e suas restrições, devendo refletir as necessidades do(s) cliente(s). Os requisitos de um sistema podem ser classificados como requisitos funcionais (RF) – declaram os serviços que o sistema deve fornecer, como o sistema deve se comportar com entradas específicas e em determinadas situações, também pode definir claramente o que o sistema não deve fazer. Os requisitos não funcionais (RNF) – definem restrições sobre os serviços ou funções oferecidas pelo sistema. Requisitos de domínio refletem características e restrições do domínio da aplicação do sistema e podem ser RF ou RNF (SOMMERVILLE, 2011).

O Quadro 2 apresenta as técnicas para a prática de ER consideradas no desenvolvimento deste TCC.

Quadro 2 – Técnicas utilizadas no processo de Engenharia de Requisitos  
(continua)

<b>Nome da técnica</b>	<b>Descrição</b>
<i>Brainstorming</i>	Técnica utilizada para a geração de ideias através de reuniões com os desenvolvedores e usuários do produto que será desenvolvido. Os participantes exploram e sugerem ideias sem julgamento ou crítica. As ideias são analisadas, adequadas e consolidadas. Auxilia o levantamento de proposta de novas tecnologias (CARVALHO; CHIOSSI, 2011).

Quadro 2 – Técnicas utilizadas no processo de Engenharia de Requisitos  
(conclusão)

Histórias de Usuário (HU)	Notação para a especificação dos requisitos de usuário, normalmente utilizada na Engenharia de Requisitos ágeis. Compreende três elementos relevantes: para quem é o sistema, o que é esperado do sistema e por que isso é importante. Utilizadas no levantamento e organização de requisitos (RIBEIRO, 2016).
Entrevista	São formuladas questões para os interessados do sistema sobre o sistema que eles usam e o sistema a ser desenvolvido, a fim de derivar requisitos das respostas a essas questões. A entrevista pode ser fechada, com perguntas pré-definidas ou aberta, onde não há um roteiro (SOMMERVILLE, 2011).
Prototipação	Um protótipo ajuda na descoberta e na validação dos requisitos do sistema para identificar preferências. Podem-se desenvolver protótipos em papel e utilizá-los na validação com o usuário, ou protótipos sofisticados automatizados para testes/simulações (SOMMERVILLE, 2011).

Fonte: Elaborado pela autora.

A especificação de requisitos é o processo de escrever em linguagem natural, com tabelas simples, formas e diagramas intuitivos os requisitos de usuário e de sistema em um documento de requisitos. Os requisitos de usuário devem descrever os RF e os RNF de maneira compreensível aos usuários que não têm necessariamente conhecimentos técnicos. Devem especificar somente o comportamento externo do sistema e, portanto, o documento não deve incluir detalhes da arquitetura ou projeto do sistema (SOMMERVILLE, 2011).

A validação de requisitos é a atividade da ER em que se verifica se os requisitos, de fato, definem o sistema desejado pelo usuário. A validação dos requisitos é significativa para a descoberta de problemas com os requisitos. Essa atividade é importante para evitar o retrabalho, visto que as mudanças nos requisitos são inevitáveis. Revisões de requisitos, prototipação e geração de casos de teste são algumas técnicas que apoiam a validação (SOMMERVILLE, 2011).

## 2.3 Design Participativo

O Design Participativo (DP) acontece quando usuários de um software realizam contribuições efetivas, que refletem suas perspectivas e necessidades durante a concepção e o desenvolvimento de um produto de software (MULLER *et al*, 1997). O processo de DP consiste basicamente em uma equipe de *design* ter acesso permanente a um grupo de usuários que representam a população-alvo (BARBOSA; SILVA, 2010).

Druin (2002) afirma que crianças são consideradas como parte igualmente interessada no processo de *design* de novas tecnologias. Elas podem desempenhar quatro papéis principais nesse processo: usuária, testadora, informante e parceira de *design*. O papel de usuária, em geral, tem a finalidade de oferecer *feedback* sobre o impacto que a tecnologia tem sobre a experiência de aprendizagem de usuárias crianças, com a intenção de testar um conceito ou contribuir no processo de práticas educativas. No papel de testadora, a criança contribui à construção de novas tecnologias antes de se tornarem projeto conhecidos ou produtos comerciais. Como informante, a criança pode ser observada com tecnologias existentes ou protótipos de baixa/alta fidelidade, contribuindo na fase de concepção do projeto. Por fim, como parceira de *design*, a criança é considerada parte igualmente interessada no desenvolvimento de novas tecnologias, como parceiro ativo desse processo. Desse modo, devem ter a oportunidade de contribuir da forma que puderem para o processo de *design*, com suas próprias experiências e ponto de vista.

Poole e Peyton (2013) abordam em seu estudo uma investigação sobre como trabalhar com adolescentes. Embora legalmente sejam considerados crianças, adolescentes têm suas próprias necessidades e capacidades, que diferem das crianças – até, então, foco principal de estudos de *design* de interação.

Ao se referirem ao *design* de interação com adolescentes, as autoras contemplam aspectos éticos e destacam questões de consentimento de menores, além do consentimento dos pais. Apresentam, ainda, técnicas de coleta de dados para o *design* de interação, como: entrevistas, grupos focais, observações e vídeos, e colagens de vídeos. Todas as técnicas são adaptadas pelas autoras, a fim de obter uma coleta de dados mais significativa, levando em consideração as particularidades dos adolescentes.

Camargo e Fazani (2014) apontam, em seu trabalho, algumas práticas que consideram participativas, como: depoimentos, oficinas, maquetes, descrição de cenários, *card-sorting*, análise de redes sociais, *braindraw*, prototipação e outras. Para a coleta, análise e projeto de requisitos sugerem utilizar dinâmicas em grupos, elaborar protótipos que podem ser não-informatizados (em papel) ou informatizados (no computador).

Segundo Barbosa e Silva (2010), deve-se considerar que usuários não são *designers*, logo não é esperado que saibam produzir *design* ou saibam definir com clareza o que querem ou precisam. É atribuição da equipe produzir representações do *design* proposto através de protótipos, maquetes ou esboços de tela, afim de facilitar o entendimento do usuário, bem como permitir que reajam às respostas, forneçam *feedback* informativo, levantem novas questões e participem ativamente das discussões sobre as soluções propostas.

Lôbo (2016) apresenta, em seu trabalho de conclusão de curso, lições que podem orientar o desenvolvimento de atividade de ER para/com crianças<sup>3</sup>. Essas lições são expostas no Quadro 3.

Quadro 3 – Síntese de lições aprendidas, adaptado de Lôbo (2016)

- Conhecer o ambiente em que serão desenvolvidas as atividades e suas rotinas;
- Definir um espaço físico que favoreça a concentração e o desenvolvimento das atividades;
- Clarificar a todos os envolvidos os objetivos das atividades e seu papel;
- Clarificar a todos os envolvidos que, embora haja expectativa de comprometimento com a proposta, a participação de cada um é voluntária, sendo possível desistir a qualquer momento;
- Solicitar consentimento livre e esclarecido, às crianças e a seus responsáveis legais, para uso das imagens e de tudo o que é produzido;
- Desenvolver atividades que contribuam à construção de uma relação de confiança com os pesquisadores e a formação da identidade de grupo;
- Oferecer recursos e apoio necessários à participação de cada um;
- Promover a colaboração entre as crianças;
- Facilitar a identificação das contribuições individuais;
- Respeitar as diferenças entre os participantes, considerando também seu estado afetivo.

Fonte: Elaborado pela autora.

<sup>3</sup> A autora trabalhou com participantes de 0 a 18 anos.

Ribeiro (2016) também apresenta importantes reflexões para o desenvolvimento de software por crianças em contexto escolar, que podem ser adaptadas ao contexto de ER com adolescentes. O Quadro 4 sintetiza essas reflexões.

Quadro 4 – Síntese de reflexões, adaptado de Ribeiro (2016)

- Desenvolver um planejamento prévio, realista e flexível para o andamento em segurança do estudo;
- Replanejar quantas vezes for preciso, além de buscar alternativas para que as atividades se alinhem com o tempo disponível através da negociação e diálogo;
- Independente do ambiente de trabalho, imprevistos e dificuldades estarão presentes, é preciso contornar os obstáculos;
- A análise do grupo com o qual se trabalha e o ambiente ajudam a adaptar as melhores maneiras de conduzir as atividades e manter o usuário à vontade para continuar a contribuir;
- Ouvir os participantes (adolescentes) é importante ao desenvolver tecnologia em parceria, pois sua percepção é diferente em relação ao desenvolvimento de algo de seu interesse e aqui podemos incluir a percepção do professor;
- Propiciar um ambiente onde crianças (adolescentes) se sintam à vontade para expressar suas ideias;
- Levantar em consideração o tempo de duração de cada atividade e o tempo disponível para realizar o que se pretende.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 2.4 Considerações Finais do Capítulo

Um software deve passar por um processo que oriente o seu desenvolvimento, sendo que na Engenharia de Requisitos é que são documentados seus requisitos funcionais e não funcionais (SOMMERVILLE, 2011). No desenvolvimento de um software educacional, devem-se levar em consideração aspectos educacionais desde a etapa de ER (ABREU *et al.*, 2012). Nesse processo, é desejável que engenheiros de software que desenvolvem SE possuam competências não técnicas (RODRIGUES; FREITAS; MENDES, 2016).

O professor como especialista de domínio e os alunos devem ser inseridos ativamente na ER de SE, contribuindo à especificação de seus requisitos e à sua validação. Na validação de requisitos de um SE, em particular, podem-se considerar as subcaracterísticas para “Aspectos Educacionais” do modelo Quali-EDU (LIMA *et al.*, 2015), como coerência, contextualização, motivação, satisfatoriedade e adequação à faixa etária.

Adolescentes são importantes partes interessadas em SE e podem contribuir como parceiros de *design* de novas tecnologias computacionais. Ao trabalhar com esse público, deve-se levar em consideração aspectos éticos, como o consentimento para uso de imagens e áudios produzidos. Uma variedade de técnicas participativas pode colaborar à ER com a participação de adolescentes (POOLE; PEYTON, 2013).



### 3 ESTADO DA ARTE

Com o propósito de encontrar contribuições na literatura atual relacionadas ao processo de desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes, realizou-se uma revisão narrativa da literatura (CORDEIRO, 2007). Para definir as palavras-chave utilizadas na busca por trabalhos, elaboraram-se duas perguntas de pesquisa, que orientam essa revisão:

- Que processos de Engenharia de Software existem para o desenvolvimento de Software Educacional com a participação de adolescentes?
- Há trabalhos envolvendo o desenvolvimento de Software Educacional com a participação de adolescentes?

A identificação e a delimitação de trabalhos aconteceram a partir de dois tipos de buscas. Primeiramente, realizaram-se buscas automáticas nas bibliotecas digitais da ACM Digital Library, IEEE Xplore e Scopus, com o uso de palavras-chave em forma de *strings* em inglês, construídas a partir das perguntas de pesquisa. Pode-se conferir as *strings* geradas no APÊNDICE A. Também foi realizada busca manual no repositório da Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), considerando publicações no período de 2012 a 2016.

Para a seleção dos trabalhos, levaram-se em consideração alguns critérios de seleção e de exclusão. Os critérios de seleção aceitam trabalhos em que se abordam processos e adolescentes, bem como o Design Participativo, ou sugerem contribuições para a Engenharia de Software no contexto de desenvolvimento de software educacional, ou a participação de adolescentes. Os critérios de exclusão descartam trabalhos que não estão disponíveis para leitura na íntegra e não há *download* gratuito, além disso, trabalhos em que o processo de desenvolvimento de SE é específico para um grupo de usuário que representam minorias<sup>4</sup> (ex.: software educacional para crianças com dislexia).

A partir das buscas automáticas, encontrou-se o total de setenta e dois trabalhos. Na primeira seleção, foi realizada a leitura de títulos, onde esses deveriam sugerir um processo ou metodologia para o desenvolvimento de SE, além de excluir

---

<sup>4</sup> Na sociologia, o termo “minoria” normalmente é um conceito puramente quantitativo, referindo-se ao subgrupo de pessoas que representa menos da metade da população total, sendo certo que, dentro da sociedade, ocupa uma posição privilegiada, neutra ou marginal (MORENO, 2010).

documentos que não fossem artigos científicos. Desse modo, obteve-se o total de cinco artigos iniciais (APÊNDICE B).

Já na RBIE foi realizada a busca manualmente. Procurou-se por títulos e palavras-chave que continham as seguintes expressões: processo de desenvolvimento de software, software educacional, desenvolvimento de software educacional, metodologia de desenvolvimento de software educacional, língua portuguesa<sup>5</sup>, adolescentes e Design Participativo. Informações sobre os artigos selecionados estão no APÊNDICE C.

Baseada nos critérios de seleção e exclusão apresentados, obtiveram-se o total de cinco artigos que contribuem para este trabalho de conclusão de curso (TCC). Apesar de os trabalhos selecionados contribuírem com algumas considerações importantes, nenhum apresenta como é o processo de desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes.

### **3.1 Análise dos Trabalhos Relacionados**

Dalmon e Brandão (2013) retratam o desenvolvimento de SE a partir de uma proposta de Linha de Produto de Software (LPS) para Módulos de Aprendizagem Interativa (iMA). A LPS pode ser definida como um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas para o desenvolvimento sistemático de sistemas similares, que tenham núcleo comum e comportamento variantes. É a principal ferramenta utilizada no estudo em questão, com o objetivo de amenizar problemas enfrentados durante o processo de desenvolvimento de aplicativos educacionais da família iMA.

Os autores apontam que a tarefa de desenvolver aplicativos educacionais é complexa, pois além de envolver aspectos da Computação e da Educação, inclui aspectos específicos da interdisciplinaridade entre essas duas áreas. Nesse contexto, alguns problemas são indicados pelos autores e sumarizados no Quadro 5. Para enfrentar tais problemas, os autores sugerem o uso de ferramentas, além do conhecimento de ES.

---

<sup>5</sup> Inicialmente, este trabalho de conclusão de curso previa entre os seus objetivos específicos o desenvolvimento de um software educacional para o ensino da Língua Portuguesa, porém, com a greve de professores do estado do Rio Grande do Sul, o objetivo do trabalho precisou ser revisado.

Quadro 5 – Problemas no desenvolvimento de software educacional, adaptado de Dalmon e Brandão (2013)

<b>Problemas no desenvolvimento de SE</b>	
Em um contexto geral	Falta de organização e comunicação entre a equipe multidisciplinar.
	Requisitos educacionais mal formulados.
	Dificuldade de utilização do aplicativo educacional pelo professor.
Em relação ao desenvolvimento de sistema	Dificuldades de associação à degradação do código fonte.
	Baixa qualidade de software.
	Falta de documentação.
Características mais específicas ocasionadas pela falta de sistematização no desenvolvimento	Tempo demais gasto para definir próximas tarefas.
	Dificuldade para compreender e reutilizar código legado.
Problemas no desenvolvimento de aplicativo em ambiente acadêmico	A interrupção prematura do desenvolvimento de aplicativos associados pode deixar o usuário sem suporte técnico.
	Qualidade de código tem influência sobre as experiências de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pela autora.

França e Silva (2014) expõem os resultados de uma análise de dois softwares educativos de Língua Portuguesa, destinados aos anos finais do Ensino Fundamental, com o objetivo de verificar a possibilidade pedagógica. Adotam critérios propostos por Silva *et al.* (2011), que consideram aspectos técnicos e pedagógicos, além de trazerem a importância de avaliar e discutir sobre os conteúdos específicos de uma dada disciplina curricular, no caso Língua Portuguesa.

Entre os critérios técnicos estão a compatibilidade com o sistema operacional, a facilidade de instalação e o *feedback* ao usuário. Entre os critérios pedagógicos estão orientação ao professor, coerência com a proposta pedagógica e adequação

ao público-alvo. Além disso, consideram critérios específicos do conteúdo, relacionados à leitura e compreensão, como presença de textos verbais e não verbais, trabalho de reconhecimento do gênero textual e atividades de reconhecimento do sentido.

Mello e Dantas (2015) apresentam uma metodologia de ensino de conceitos relacionados ao desenvolvimento de jogos para alunos do Ensino Fundamental. Realizaram um estudo de caso com alunos do 6º ao 9º ano. Conceitos de criação de jogos foram introduzidos aos alunos através da ferramenta GameMaker 8.1. Além disso, os participantes foram motivados a desenvolver jogos durante as aulas e a avaliar a experiência proposta.

A abordagem adotada pelos autores envolveu um planejamento pedagógico e o desenvolvimento de um material básico de apoio aos alunos. O estudo de caso foi organizado para que os alunos se motivassem a desenvolver as atividades propostas, e mesmo com alto grau de satisfação e aceitação dos alunos, julgam ser necessário ajuste na metodologia aos alunos de 8º e 9º, como, por exemplo, aumento do grau de dificuldade.

Coelho Neto, Reinehr e Malucelli (2015) elaboram uma revisão sistemática da literatura para analisar quais processos de desenvolvimento de software são utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos educacionais e se esses processos levam em consideração os aspectos educacionais ou cognitivos. Os trabalhos analisados focam nas atividades que auxiliam as equipes de desenvolvimento a estruturar e a posicionar ações para a criação de jogos eletrônicos educacionais, porém nenhum discute fortemente a questão educacional, nem leva em consideração habilidades cognitivas ou psicomotoras, mesmo sendo jogos voltados para a educação. Também é observado o uso de modelos de processo proposto pela Engenharia de Software e um modelo próprio. O trabalho evidencia a importância de propor um processo de desenvolvimento de jogos eletrônicos educacionais que contemple as lacunas referente aos aspectos educacionais.

Rocha *et al.* (2016) apresentam em seu trabalho uma visão geral da metodologia iterativa e integrada para o desenvolvimento de Jogos Sérios com foco na descrição de ferramentas de código livre. Definem como um Jogo Sério (JS) os jogos que são utilizados com o propósito de ensino-aprendizagem ou treinamento, e

não apenas para a diversão. Realizam a apresentação e a comparação entre as metodologias existentes para os jogos educacionais e percebem que as metodologias são limitadas e não abrangem todos os requisitos necessários de cada área. Segundo os autores, a metodologia deve guiar e apoiar o desenvolvimento de um jogo sério, de forma sistemática, padronizada e multidisciplinar, mas também precisa ser flexível para atender as necessidades dos usuários. Logo, a escolha de ferramentas adequadas tem impacto no desenvolvimento.

### 3.2 Considerações Finais do Capítulo

A revisão narrativa da literatura aponta a deficiência de trabalhos que tratem o desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes. Não há documentação de processos sistemáticos para o desenvolvimento de produto de software educacional para/com esse público-alvo.

Os artigos identificados, mesmo que não tratem sobre o processo de desenvolvimento de software educacional para/com adolescentes, apresentam contribuições que devem ser consideradas para o desenvolvimento deste TCC. O Quadro 6 pontua essas contribuições, considerando-se a ênfase deste trabalho na etapa de Engenharia de Requisitos.

Quadro 6 – Contribuições dos autores para o desenvolvimento de SE (continua)

<b>Autores</b>	<b>Contribuição</b>
Dalmon e Brandão (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devem-se considerar aspectos da Computação, da Educação e específicos da interdisciplinaridade entre as duas áreas.</li> <li>• Deve-se tomar cuidado na formulação de requisitos educacionais, prover documentação adequada e primar pela qualidade.</li> </ul>
França e Silva (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devem-se considerar aspectos técnicos, pedagógicos e critérios específicos do conteúdo.</li> <li>• Entre os critérios pedagógicos, devem-se proporcionar orientação ao professor, coerência com a proposta pedagógica e adequação ao público-alvo.</li> </ul>

Quadro 6 – Contribuições dos autores para o desenvolvimento de SE (conclusão)

Mello e Dantas (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É recomendado o planejamento pedagógico para atividades de desenvolvimento de SE com estudantes.</li> <li>• Deve-se oferecer material de apoio aos alunos, além de motivá-los a participar das atividades sugeridas.</li> <li>• Deve-se levar em conta a faixa etária, por exemplo, estudantes das séries finais podem se beneficiar de desafios mais complexos.</li> </ul>
Coelho Neto, Reinehr e Malucelli (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devem-se considerar aspectos educacionais ou cognitivos.</li> </ul>
Rocha <i>et al.</i> (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faz-se necessária uma metodologia sistemática, padronizada e multidisciplinar, porém flexível para atender as necessidades dos usuários.</li> <li>• É importante escolher ferramentas de trabalho adequadas.</li> </ul>

## **4 METODOLOGIA**

Inicialmente foi realizada uma revisão narrativa da literatura sobre o desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes. A partir da busca realizada nas bibliotecas digitais, descobriu-se que a carência de documentação sobre processos que apoiem o desenvolvimento de SE proporciona espaço para contribuições da ES e ER ao desenvolvimento de software educacional que envolva adolescentes e que levem em consideração aspectos educacionais.

Decidiu-se utilizar uma abordagem qualitativa de pesquisa, em que o pesquisador não se prende à representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito. Essa abordagem tem como mecanismo fundamental de investigação a opinião do pesquisador e a necessidade de o pesquisador estar em contato direto com o campo de estudo para filtrar os comportamentos percebidos (TERENCE; FILHO, 2006).

Como método de pesquisa, foi escolhido o estudo exploratório, que permite ao pesquisador aumentar sua experiência em torno de um determinado problema (TRIVIÑOS, 1987). Deste modo, realizou-se um estudo exploratório com adolescentes do oitavo ano do Ensino Fundamental, visando à especificação de requisitos para o desenvolvimento de um software educacional para o ensino e a aprendizagem de conteúdo de Matemática utilizando o método de trabalho proposto neste TCC.

Este Capítulo apresenta o ambiente e os participantes do estudo, além de explanar sobre o método utilizado no desenvolvimento deste trabalho.

### **4.1 Ambiente e Participantes**

O estudo foi planejado para ser executado na E.E.E.M. Dr. Romário com estudantes do 9º ano do ensino fundamental, no contexto da disciplina de Língua Portuguesa. Porém, devido à greve de professores do estado do Rio Grande do Sul, que inviabilizou o desenvolvimento das atividades na escola no 2º semestre de 2017, foi necessário buscar alternativa para desenvolver este trabalho de conclusão de curso.

Considerando-se a atuação do programa de extensão GEInfoEdu – Grupo de Estudos em Informática na Educação (MELO; WERNZ, 2016), desde 2015, na

Escola Estadual de Ensino Fundamental Doutor Arthur Hormain (E.E.E.F. Dr. Arthur Hormain), o estudo foi reorganizado para ser conduzido nessa escola, levando em conta o tempo disponível. A escola está localizada no Polo Rural dos Pinheiros, em Alegrete/RS. A Figura 1 retrata um dos acessos à escola e a entrada do laboratório de informática.

Figura 1 – (a) Acesso à E.E.E.F. Dr. Arthur Hormain; (b) Entrada do laboratório de informática



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pela autora.

Além da pesquisadora, participaram deste estudo a turma de 8º ano, composta pela professora de Matemática em conjunto com 14 adolescentes, totalizando 16 pessoas envolvidas com o estudo exploratório. Os adolescentes envolvidos tinham entre 13 e 16 anos.

As atividades foram desenvolvidas em sala de aula, em sua maioria, e no laboratório de informática da escola, nas terças-feiras, no turno da manhã. Foram utilizados dois períodos, geralmente da disciplina de Matemática, totalizando 1 hora semanal, de 26 de setembro a 14 de novembro de 2017.

Para o registro das atividades, adotou-se a cada encontro um Diário de Campo (APÊNDICE D), onde foram descritos o que aconteceu no dia e as percepções da pesquisadora, para apresentar posteriormente as informações de forma coerente como o que aconteceu.



## 4.2 Método

O desenvolvimento deste trabalho foi organizado em duas etapas principais: Ambientação e Engenharia de Requisitos. A Figura 2 apresenta, em notação BPMN (do inglês, *Business Process Model Notation*), as atividades desenvolvidas em cada etapa. O APÊNDICE E, apresenta o diagrama segmentado em etapas de modo a facilitar sua legibilidade.

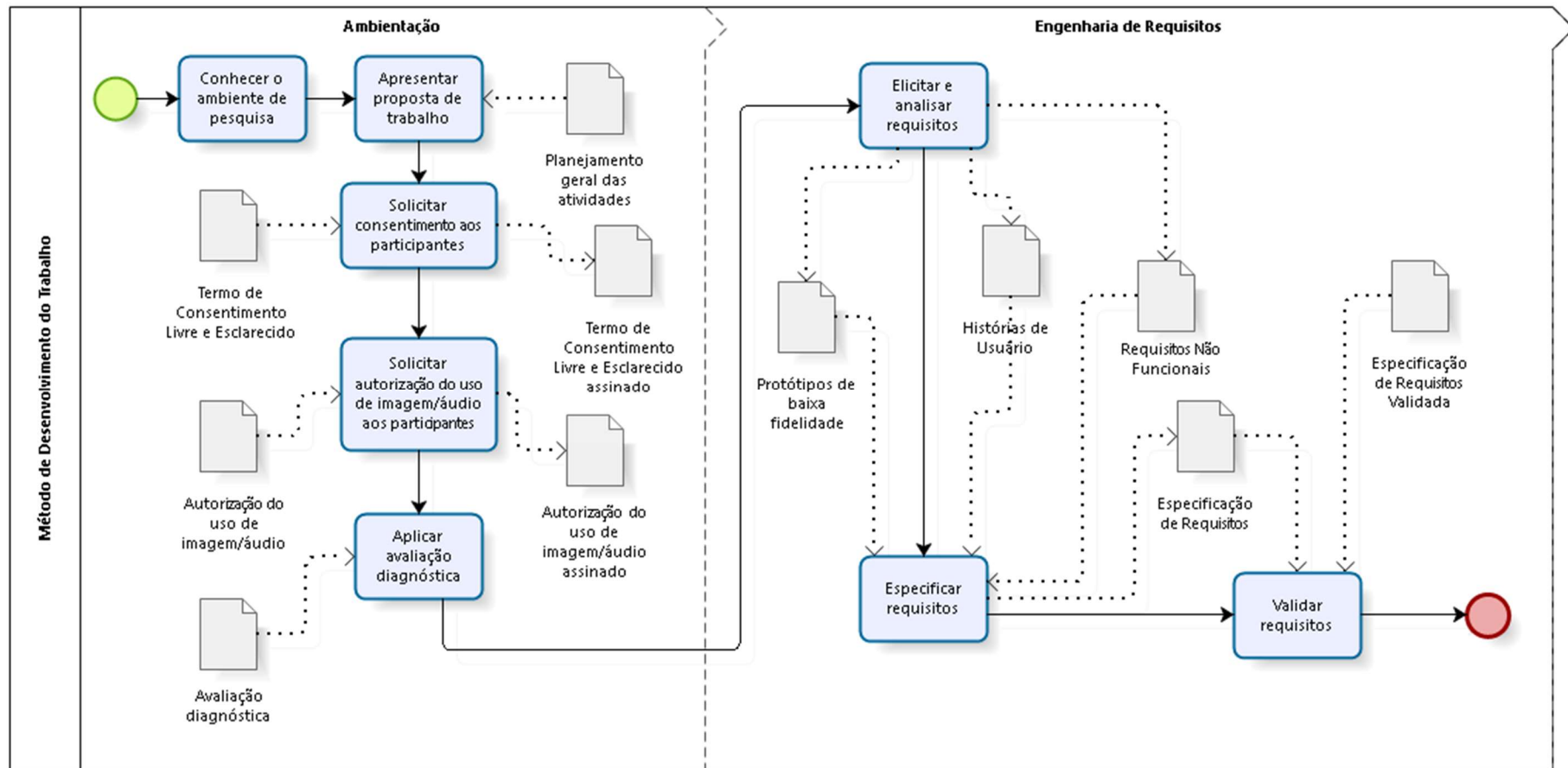
### 4.2.1 Ambientação

Nesta etapa, levaram-se em consideração as lições e reflexões aprendidas das autoras Lôbo (2016) e Ribeiro (2016). Durante seu desenvolvimento, deve-se conhecer o ambiente onde são desenvolvidas as atividades e suas rotinas, além de clarificar a todos os envolvidos sobre os objetivos da proposta de trabalho e o papel de cada um. Aspectos éticos devem ser observados, como a natureza voluntária da participação e o consentimento aos responsáveis legais para a participação de adolescentes, bem como a autorização do uso de imagem e áudio. Além disso, a Ambientação foi pensada para criar um vínculo entre a pesquisadora e os participantes.

Iniciou-se a Ambientação com a atividade “Conhecer o ambiente de pesquisa”, quando foi visitada a escola e realizada uma conversa com a vice-diretora e a professora de Matemática. Nesse momento, foi estabelecido um diálogo para apresentar a pesquisa e conhecer a rotina da escola, descobrindo-se o horário de início das aulas, intervalo para o lanche, distribuição das aulas das diferentes disciplinas, entre outros aspectos.

Então, seguiu-se à atividade “Apresentar proposta de trabalho”. Nessa atividade, os envolvidos realizaram uma breve apresentação pessoal e, então, foram apresentados à turma (professora e adolescentes) o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa. Na ocasião, também foi realizada uma explicação sobre o que é Engenharia de Software e Engenharia de Requisitos, além de exibir o planejamento do dia e o planejamento geral das atividades (APÊNDICE F) que seriam desenvolvidas.

Figura 2 – Método de desenvolvimento do trabalho em notação BPMN



Fonte: Elaborado pela autora.

Com todos cientes da proposta de trabalho e seu planejamento, seguiu-se para as próximas atividades, “Solicitar consentimento” e “Solicitar autorização de imagem/áudio”. Estas tinham por objetivo principal notificar aos responsáveis legais sobre a pesquisa que seria desenvolvida e coletar suas assinaturas no termo de consentimento livre e esclarecido e na autorização para uso da imagem/áudio (APÊNDICE G). Esses documentos foram entregues aos adolescentes e lidos em voz alta, sendo esclarecido sobre sua relevância.

Após, realizou-se a atividade “Aplicar avaliação diagnóstica”, para verificar o conhecimento dos adolescentes no uso do computador/Internet (APÊNDICE H). A Figura 3 retrata a adolescente respondendo à avaliação diagnóstica.

Figura 3 – Adolescente respondendo a avaliação diagnóstica



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, todos os envolvidos se encaminharam para o laboratório de informática para uma roda de conversa informal. Foi anunciado aos participantes que seriam questionados sobre aspectos relacionados ao conteúdo de Matemática, ao uso do laboratório/computador e softwares educacionais, foi esclarecido que a conversa seria gravada em áudio, mas que deveriam ficar bem à vontade para contribuir com suas respostas. O Quadro 7 apresenta os questionamentos realizados aos participantes e a Figura 4 ilustra a roda de conversa.

#### Quadro 7 – Questionamentos realizados na roda de conversa

**Questões para os adolescentes:**

- Quais conteúdos de Matemática recordam de estudar?
- Qual conteúdo gostaram mais?
- Qual conteúdo tiveram dificuldade?
- Revisar um conteúdo em um software educacional seria interessante?
- Já utilizaram o computador para aprendizagem de Matemática? De que forma?
- Já utilizaram algum software educacional para a aprendizagem de conteúdo da Matemática? Qual?
- Gostam de ir ao laboratório? Por quê?
- Gostam de utilizar o software para jogar?

**Questões para a professora:**

- O que o software educacional proporciona aos alunos?
- De que maneira trabalha com o software educacional?
- O que mais gostam de utilizar no computador?
- Já jogou/explorou o software do laboratório?
- O conteúdo didático do software está em acordo com a proposta pedagógica?

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 4 – Roda de conversa realizada no laboratório de informática



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao final da etapa de “Ambientação”, todos os envolvidos ficaram cientes da proposta de trabalho, das atividades que seriam desenvolvidas, da importância da documentação assinada pelos responsáveis. Pôde-se, ainda, conhecer o nível de familiaridade dos adolescentes com o computador/Internet e da professora de Matemática.

## 4.2.2 Engenharia de Requisitos

Nesta etapa, buscou-se especificar requisitos para um software educacional para o ensino-aprendizagem de conteúdo de Matemática. Foram conduzidas atividades de elicitación e análise, especificação e validação de requisitos, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Organização das atividades de Engenharia de Requisitos

<b>Atividade</b>	<b>Técnica(s)</b>	<b>Data</b>	<b>Participantes</b>
Elicitación e análise de requisitos	<i>Brainstorming</i>	03/10/2017 10/10/2017	Adolescentes e Pesquisadora
	Prototipação colaborativa	17/10/2017	Adolescentes e Pesquisadora
	Levantamento de HU	17/11/2017 24/10/2017	Adolescentes e Pesquisadora
	Entrevista aberta	24/10/2017	Adolescentes e Pesquisadora
	Prototipação	7/11/2017	Adolescentes e Pesquisadora
	Entrevista fechada	7/11/2017	Professora e Pesquisadora
Especificação de requisitos	Leitura/Interpretação dos artefatos gerados, organização e documentação	10/11/2017	Pesquisadora e Orientadora
Validação de requisitos	Validação do documento de especificação de requisitos, questionário para validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais e questionário para validação dos aspectos educacionais	14/11/2017	Adolescentes, Professora e Pesquisadora

Fonte: Elaborado pela autora.

Em conversa anterior ao desenvolvimento da primeira técnica de ER, descobriu-se o desejo dos adolescentes em contribuir para o desenvolvimento de um jogo educacional, ficando, assim, definido o tipo de software educacional.

A primeira atividade, “Elicitar e analisar requisitos”, envolveu a adoção de técnicas para gerar ideias para o jogo educacional, incluindo seus requisitos funcionais (RF) e requisitos não funcionais (RNF).

Essa atividade iniciou com a técnica “*Brainstorming*” para a geração espontânea de ideias por parte dos adolescentes. Sugeriu-se que os adolescentes se organizassem em grupos. Então, a técnica foi explanada e as regras da sessão de *brainstorming* foram apresentadas: é proibido criticar ideias, ideias não convencionais são encorajadas e quanto mais ideias forem geradas, melhor. Distribuíram-se papéis coloridos para a escrita e/ou desenho de ideias. A Figura 5 retrata os alunos, supervisionados pela professora, gerando ideias para o jogo educacional.

Figura 5 – Geração de ideias com a técnica de *brainstorming*



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a geração das ideias, houve a consolidação pela pesquisadora, para revisar, esclarecer – com os adolescentes – e combinar ideias. Nesse momento, foi

gerada uma lista numerada com as ideias consolidadas, utilizada para a votação. Essa lista foi transcrita para a lousa, facilitando a visualização por todos. A votação, anônima, aconteceu da seguinte maneira: professora e adolescentes receberam dois papéis cada um; nesses papéis, cada participante anotou o número correspondente a duas ideias de sua preferência. Após a votação, contaram-se quantos votos cada ideia teve e as duas ideias mais votadas foram combinadas, gerando uma ideia final. Definiu-se, com apoio da técnica, de maneira democrática, o jogo educacional.

No terceiro encontro da ER, os adolescentes se organizaram em círculo para trabalhar na técnica de “Prototipação colaborativa”, na qual foi entregue uma folha A4 para que cada adolescente, em um tempo pré-determinado, pudesse colaborar com o desenvolvimento dos personagens, cenários e o esboço da tela inicial do jogo. Nesse momento, obtiveram-se informações sobre os personagens principais do jogo.

Após esse primeiro momento, foi iniciada a técnica para “Levantamento de HU”. Explicou-se e exemplificou-se como seria aplicada. Então, a turma foi separada em dois grupos (G1 – Grupo 1 e G2 – Grupo 2), cada grupo com 7 alunos. Com base em Ribeiro (2016), confeccionaram-se dois painéis em papel pardo, cada qual dividido em três colunas: Quem? O que? Para que? Os painéis foram dispostos no chão da sala, de modo que todos pudessem visualizá-los. Utilizaram-se notas adesivas coloridas para auxiliar na priorização das HU, sendo: amarelo – muito importante, rosa – média importância e verde – pouco importante, para dar autonomia ao trabalho e evitar interrupções sobre o que cada nota representava, na lousa da sala foram coladas as notas indicando a prioridade para que os adolescentes pudessem conferir quando quisessem. A Figura 6 ilustra o levantamento de histórias de usuário.

Figura 6 – Levantamento de HU



Fonte: Elaborado pela autora.

Os grupos de trabalho verificaram os painéis com as histórias de usuário, tendo liberdade para retirar ou adicionar requisitos que julgassem necessários.

Após o “Levantamento de HU”, foi realizada a “Entrevista aberta”, com a finalidade de obter mais informações sobre como os adolescentes imaginavam o jogo e seu funcionamento. Essa entrevista, sem um roteiro prévio, foi gravada em áudio. Os adolescentes foram interrogados sobre vários aspectos do jogo e, ao longo da conversa, outros aspectos iam surgindo. Alguns dos questionamentos realizados foram: O que o jogo oferece ao usuário? Quantas fases o jogo deve ter? Como é a descrição dos personagens? Como poderia ser o nome do jogo? Os personagens também têm nomes?

Foi necessário realizar moderação para filtrar repostas e obter um consenso geral ao final da entrevista sobre os pontos analisados. Nesse processo, alguns dos adolescentes sugeriram nomes que foram anotados em uma lista. Uma votação foi, então, conduzida e cada participante verbalizou para a turma o seu voto. Em seguida, os votos foram contados e os dois nomes mais votados foram escolhidos para os personagens. Ainda, nesse diálogo, foram definidos com os adolescentes o cenário, obstáculos e objetivo de cada fase, bem como o tipo de conta de Matemática (ex.: subtração, divisão, multiplicação etc.), além de definir o nível de dificuldade de cada fase. Os adolescentes, ainda, sugeriram o tipo de plataforma para a qual o jogo deveria ser disponibilizado. A Figura 7 apresenta a turma organizada em semicírculo para a realização da entrevista aberta.



Figura 7 – Realização da entrevista aberta com os adolescentes



Fonte: Elaborado pela autora.

A técnica de “Prototipação” de baixa fidelidade foi conduzida em papel. A turma foi organizada em cinco grupos – 4 trios e 1 dupla, que representavam uma fase/cenário do jogo educacional. Espontaneamente, cada grupo escolheu o cenário que gostaria de trabalhar. A atividade foi explicada aos adolescentes e foram disponibilizadas folhas A4, canetas e lápis de colorir sobre uma mesa, de modo que todos pudessem utilizar o material para seus esboços de cenários. A Figura 8 ilustra os adolescentes criando protótipos de baixa fidelidade em papel.

Além das técnicas de eliciação de requisitos com os adolescentes, foi realizada com a professora uma “Entrevista fechada”, com perguntas pré-definidas, relacionadas aos aspectos pedagógicos e critérios específicos de conteúdo, como sugerem França e Silva (2014), tendo como base as subcaracterísticas dos aspectos educacionais para a avaliação de software educacional de Lima *et al.* (2015). Inicialmente, um questionário foi entregue à professora, que teve cerca de uma semana para respondê-lo (APÊNDICE I). Então, foi realizada uma sessão de entrevista fechada com a professora, gravada em áudio e transcrita para um documento.

Figura 8 – Adolescentes criando protótipos de baixa fidelidade em papel

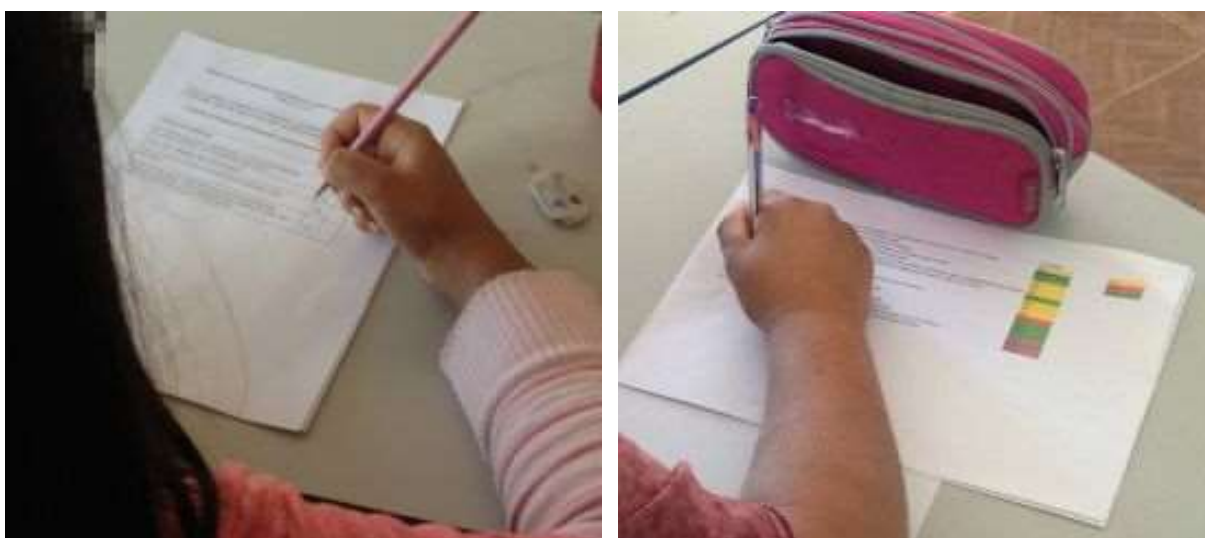


Fonte: Elaborado pela autora.

Na atividade “Especificação de requisitos”, as HU geradas pelos adolescentes foram organizadas e transcritas. Com base nas HU organizadas e nas entrevistas realizadas com os adolescentes e com a professora, as HU foram reescritas, distinguindo-se seu proponente (adolescentes ou professora), organizadas e priorizadas pela pesquisadora, com apoio da orientadora. Gerou-se, então, um documento de especificação de requisitos com as histórias de usuário especificadas e uma lista de requisitos não funcionais. Também foi gerado, a partir do protótipo colaborativo de baixa fidelidade, um protótipo de alta fidelidade desenvolvido pela pesquisadora da tela inicial do jogo e um documento com definições e características do jogo.

A última atividade da ER, denominada “Validar requisitos”, teve o intuito de verificar se os requisitos de fato definem o sistema desejado pelos usuários. Como de costume, foi explicado aos envolvidos como seria conduzido o encontro e, posteriormente, foram entregues aos adolescentes e à professora as HU especificadas e priorizadas, assim como a lista de requisitos não funcionais. Baseado em Anschau (2017), entregou-se um questionário para validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais para cada adolescente e para a professora (APÊNDICE K), conforme ilustra a Figura 9.

Figura 9 – Validação de requisitos através de questionário



Fonte: Elaborado pela autora.

Cada HU especificada, os requisitos não funcionais e o questionário para a validação foram lidos em voz alta para os participantes, além de ser explicado em detalhes cada um desses documentos. Aos participantes, mencionou-se que tinham total liberdade para realizar anotações, para adicionar/excluir HU e RNF e, ainda, modificar a prioridade das HU. No questionário de validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais, foi pedido para justificar, caso houvesse discordância em algum dos pontos de verificação. A professora recebeu um questionário para validação dos aspectos educacionais – baseado nas subcaracterísticas do Quali-Edu de De Silva *et al.* (2015) (APÊNDICE L). Questionaram-se com esse instrumento pontos relacionados à coerência, contextualização, motivação, satisfatoriedade e adequação à faixa etária e, para cada pergunta, foi solicitada

justificativa. As respostas do questionário de validação das HU e dos requisitos não funcionais foram contabilizadas e exibidas para toda a turma, para fins de conhecimento. Além disso, também foram validados os protótipos de baixa fidelidade em papel desenvolvidos pelos adolescentes, e o protótipo de alta fidelidade da tela inicial desenvolvido pela pesquisadora.

## 5 RESULTADOS

Este Capítulo apresenta os resultados do método de trabalho desenvolvido neste TCC.

### 5.1 Ambientação

Nesta etapa foi possível conhecer o ambiente de pesquisa, além de apresentar a proposta de trabalho.

A característica rural e o ambiente pequeno da escola aproximaram a todos, refletindo no comportamento dos adolescentes, que foram receptivos e afetuosos.

Em diálogo com a vice-diretora e a professora de Matemática, ficou esclarecido que o planejamento deveria ser flexível e adaptável, levando-se em consideração as condições climáticas, pois em dias chuvosos não há aula.

A professora – especialista do domínio – e os adolescentes puderam conhecer sobre o trabalho que seria desenvolvido e seus objetivos. Também foram instruídos sobre conceitos importantes, como: Engenharia de Software e Engenharia de Requisitos. O termo de consentimento livre e esclarecido e a autorização do uso de mídias foram assinados pelos responsáveis e todos os adolescentes concordaram em participar do estudo exploratório.

A avaliação diagnóstica trouxe informações sobre o conhecimento em computador/Internet dos adolescentes. No dia da aplicação da avaliação diagnóstica, um adolescente faltou à aula, totalizando 13 respostas. A Figura 10 apresenta as questões da avaliação diagnóstica e o total das respostas obtidas organizadas em uma planilha. A barra na cor preta representa, de maneira visual, a quantidade total de respostas para cada uma das opções de resposta.

Observa-se que a maioria já faz uso de computadores num período de 1 a 5 anos, a partir de suas residências e da escola. Mais da metade dos adolescentes está sempre conectada à Internet, sendo a tecnologia utilizada com maior frequência o *Facebook*. *Smartphone*, *Vídeos online*, *Messenger*, *WhatsApp*, *SMS* e jogos *online* também aparecem na preferência dos adolescentes. Nenhum dos adolescentes possui experiência anterior com na criação de algum jogo ou programa de computador.

Figura 10 – Total de respostas representado em uma planilha

1. Há quanto tempo você utiliza computadores?	Total de Respostas
Menos de 1 ano	4
De 1 a 3 anos	2
De 3 a 5 anos	4
Mais de 5 anos	3

2. De quais locais você acessa um computador?	Total de Respostas
Residência	10
Escola	10
Local de estágio/trabalho	0
Telecentro comunitário	0
Lan House/Cyber	1
Outro:	0

3. Quantas vezes por semana acessa a internet?	Total de Respostas
Não utilizo a internet	1
Raramente utilizo	2
1 a 3 vezes por semana	1
Mais de 5 vezes por semana	2
Estou sempre conectado	7

4. Utiliza em seu dia-a-dia alguma das tecnologias computacionais a seguir?	Total de Respostas
Computador (ex.: Desktop, Notebook, Netbook)	2
Tablet	3
Smartphone	10
Autoatendimento bancário	0
E-mail	2
Vídeos Online (ex.: YouTube, Netflix, Twitch)	7
Facebook	13
Messenger	9
WhatsApp	11
SMS	10
Jogos online	4
Notícias online	3
Portais institucionais	0
Petições online	0
Outras:	1

5. Você já contruiu um jogo ou programa de computador?	Total de Respostas
Sim	0
Não	13

Fonte: Elaborado pela autora.

Com a roda de conversa realizada no laboratório de informática da escola, percebeu-se que os adolescentes ficam confortáveis em compartilhar pensamentos e ideias. A presença da professora auxiliou no bom comportamento dos adolescentes, além de promover um ambiente descontraído, no qual todos ficaram à vontade para responder a questionamentos quanto aos conteúdos de Matemática e ao uso de softwares e dos computadores do laboratório de informática da escola. A conversa, realizada com os adolescentes e a professora, foi gravada em áudio. Sua transcrição para texto está no APÊNDICE M.

Os conteúdos da Matemática que os adolescentes recordam de estudar são equação, álgebra, monômio e polinômio. Desses, os que mais gostaram foram monômio, polinômio e álgebra, apresentando mais dificuldade nas expressões. Também observaram que revisar conteúdo em um software educacional seria interessante. Os adolescentes pontuaram que já utilizaram o computador para aprender Matemática, através de vídeos e do jogo educacional TuxMath – que foi demonstrado por um dos adolescentes –, e gostam de ir ao laboratório, pois é uma atividade interessante e diferente. A professora expressou que o software educacional ajuda no raciocínio rápido e promove agilidade para a resolução de problemas (exercícios). Ainda, comentou que algumas vezes distribui a turma em grupos, desafiando-os a competir entre si, pois assim motiva os adolescentes, que também afirmaram gostar quando há competição. Além disso, a professora declarou que geralmente observa os alunos, mas já jogou e explorou o software para ver os conteúdos do jogo. Considera que o conteúdo do jogo é abrangente, vai dos números naturais até os inteiros e o software é interessante, pois tem vários níveis de dificuldade.

Assim, nesta etapa, foi possível observar preliminarmente alguns aspectos pedagógicos, como o método de trabalho da professora, os conteúdos já abordados, o que conhecia e trabalhava de tecnologias digitais. Além disso, consultaram-se os alunos sobre dificuldades nos conteúdos, softwares de matemática que já utilizaram, entre outros aspectos.

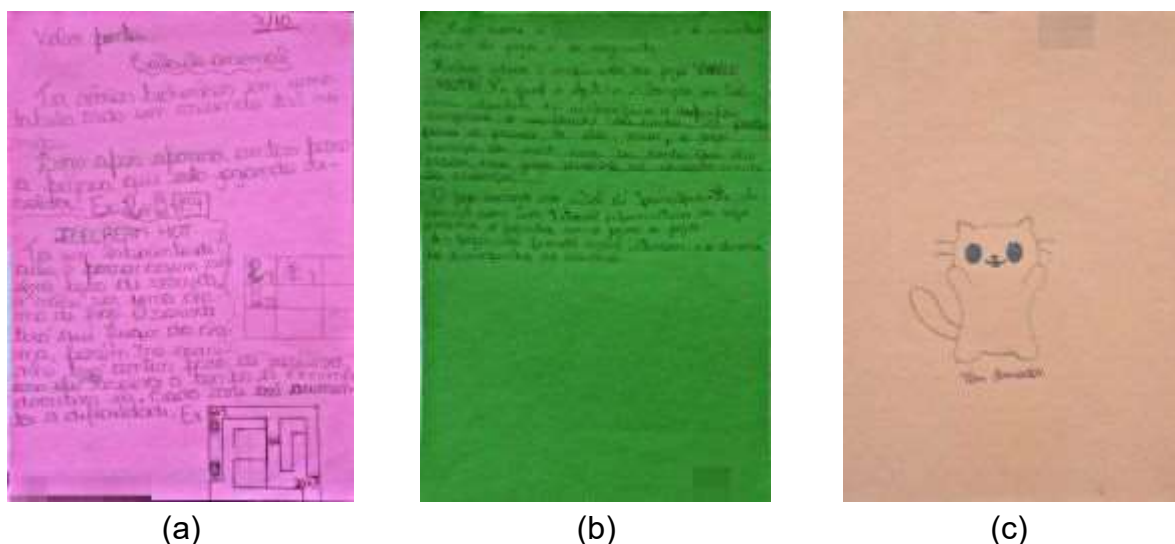
## **5.2 Engenharia de Requisitos**

Nesta Seção são apresentados os resultados referentes às atividades da etapa de ER.

### 5.2.1 Elicitação e análise de requisitos

Com a técnica de “*Brainstorming*”, os adolescentes conseguiram, de maneira criativa, expor suas ideias. Inicialmente, chegou-se ao consenso de que o software educacional seria um jogo. A partir da definição do software, os adolescentes foram instigados a pensar como transformar a Matemática em um jogo, apresentando várias ideias. A Figura 11 ilustra exemplos de ideias geradas pelos adolescentes com a técnica de *brainstorming*.

Figura 11 – Exemplo de ideias geradas com o *brainstorming*



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 11a, são apresentadas duas ideias. A primeira, denominada “Cálculo animal”, foi descrita da seguinte maneira: “Ter vários bichinhos em uma tabela, cada um valendo tal número. Logo após aparecer contas para a pessoa que está jogando resolver!”, e ainda exemplifica através de um desenho. A segunda ideia, “Icecream Hot”, tem a seguinte descrição: “Ter um labirinto de gelo, o personagem ser uma bola de sorvete e “vilão” ser uma chama de fogo. O sorvete terá que fugir da chama, porém no caminho terá contas para ele resolver, caso ele não consiga resolver a tempo, a chama derrete. Cada fase irá aumentar a dificuldade.” Também exemplificou a ideia com um desenho. Na Figura 11b o adolescente descreveu sua ideia com um texto: “(...) minha ideia é inspirada no jogo “BUBBLE SHOOTER!”. No qual o objetivo é lançar as bolinhas coloridas do caminhão para a superfície conforme o resultado da conta. 100 pontos para a pessoa, se ela



errar o jogo começa de novo com as contas que ela errou, esse jogo auxilia no desenvolvimento da criança. O jogo começa no nível de principiante, ele começa com um tutorial informativo, ou seja, ensina o jogador como jogar o jogo. As fases vão ficando mais intensas, no decorrer do desempenho do usuário.” No último exemplo (Figura 11c), tem-se o desenho de um personagem denominado Tom Somador. O adolescente descreveu o personagem oralmente, que é um gato que ajuda a somar e resolver diferentes tipos de contas de Matemática.

O Quadro 9 apresenta todas as ideias geradas pelos adolescentes, respeitando-se fielmente a denominação atribuída por eles.

Quadro 9 – Total de ideias geradas no *brainstorming*

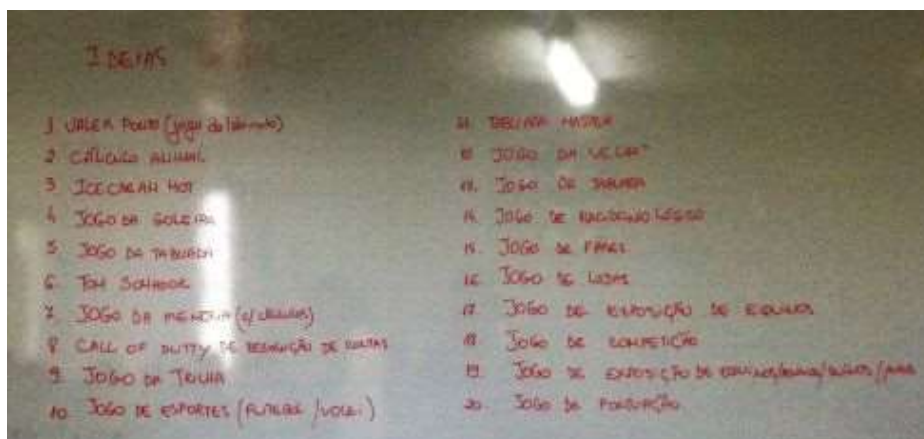
1. Valer ponto (jogo do labirinto)
2. Cálculo Animal
3. Icecream Hot
4. Jogo de raciocínio lógico
5. Jogo de loja
6. Jogo de exposição de equinos, bovinos, suínos e aves
7. Call of Duty de resolução de contas
8. Jogo da goleira
9. Jogo de perguntas de Matemática
10. Jogo inspirado no Bubble Shoote
11. Jogo da memória
12. Jogo da velha
13. Jogo da tabuada
14. Jogo da trilha
15. Jogo da morte
16. Jogo de futebol
17. Jogo de vôlei
18. Jogo de robô
19. Tom Somador
20. Jogo da tabuada Master
21. Jogo de competição
22. Jogo de resolver problemas, com fases e pontuação
23. Jogo de loja – novamente.
24. Jogo de exposição de bichos: equinos, bovinos, suínos e aves – novamente
25. Jogos de pontuação

Fonte: Elaborado pela autora.

A maioria dos adolescentes descreveu sua ideia em texto e a exemplificou através de desenhos, enquanto alguns citaram nomes de jogos ou desenharam. A consolidação totalizou 18 ideias, descartando-se as ideias repetidas. Na transcrição para a lousa foram registradas 20 ideias, mas os alunos perceberam que havia

ideias repetidas, a exemplo das ideias de número 13 e 18. Ambas as ideias não foram consideradas para votação (Figura 12).

Figura 12 – Ideias consolidadas transcritas para a lousa da sala de aula



Fonte: Elaborado pela autora.

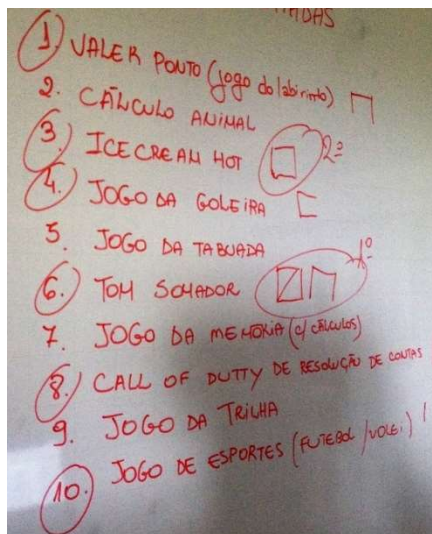
O Quadro 10 apresenta o total de votos somados da professora e os adolescentes. A Figura 13 apresenta como foi contabilizada a votação.

Quadro 10 – Total de votos nas ideias consolidadas

Ideias consolidadas	Total de votos
1. Valer ponto (jogo do labirinto)	3
2. Cálculo animal	0
3. Icecream hot	4
4. Jogo da goleira	3
5. Jogo da tabuada	0
6. Tom Somador	8
7. Jogo da memória com tabuada	0
8. Call of Dutty de resolução de contas	1
9. Tabuada máster	2
10. Jogo da velha	0
11. Jogo de trilha	0
12. Jogo de esportes (ex.: futebol/vôlei)	1
13. Jogo de raciocínio lógico	1
14. Jogo de fases	0
15. Jogo de loja	2
16. Jogo de competição	1
17. Jogo de exposição de equino, bovinos, suínos	3
18. Jogo de pontuação	0

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 – Exemplo de contabilização dos votos nas ideias consolidadas



Fonte: Elaborado pela autora.

As ideias mais votadas foram: Tom Somador e Icecream Hot, respectivamente, 8 e 5 votos. Essas ideias foram unidas em uma só, pois a turma achou conveniente.

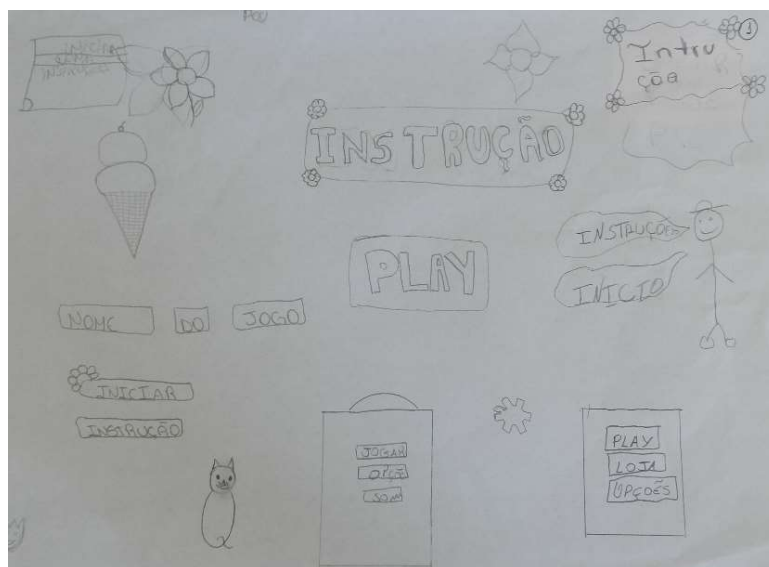
Então, em diálogo com os adolescentes, chegou-se a uma descrição inicial do jogo: o jogo é de resolução de contas. O personagem “sorvete” deve percorrer um labirinto até encontrar a sua saída e passar para a próxima fase. A fase seguinte deve ter um nível maior de dificuldade em relação à fase anterior. Logo, o jogo tem um nível crescente de dificuldade. O personagem “fogo” é um obstáculo permanente no labirinto, que dificulta o objetivo do “sorvete”, que é resolver as contas de Matemática e sair do labirinto. O “sorvete deve fugir do fogo” para não derreter. No labirinto, há contas que o usuário deve solucionar e o personagem Tom Somador (gato) oferece ajuda ao usuário para resolver as contas, se solicitado.

A técnica de “Brainstorming” promoveu o trabalho em grupo e a troca de ideias entre os adolescentes. Inicialmente, a colaboração foi individual, mas quando as ideias foram consolidadas e expostas, os participantes perceberam que possuíam ideias em comum. Isso os aproximou. Na votação, para selecionar ideias, de maneira democrática, os adolescentes tiveram autonomia para escolher aquelas com as quais mais se identificavam, sendo que o sigilo minimizou a influência.

Com a “Prototipação colaborativa” em papel, obtiveram-se propostas para a tela inicial (Figura 14). Foram determinados dois minutos para cada adolescente. O pouco tempo para a realização da atividade afetou o trabalho. Além disso, eles

também não compreenderam muito bem a ideia de todos colaborarem com o esboço de tela inicial no mesmo papel. Então, para a geração de um protótipo de alta fidelidade pela pesquisadora, foi necessário capturar elementos essenciais, que posteriormente foram validados com os adolescentes.

Figura 14 – Contribuições a partir da prototipação colaborativa

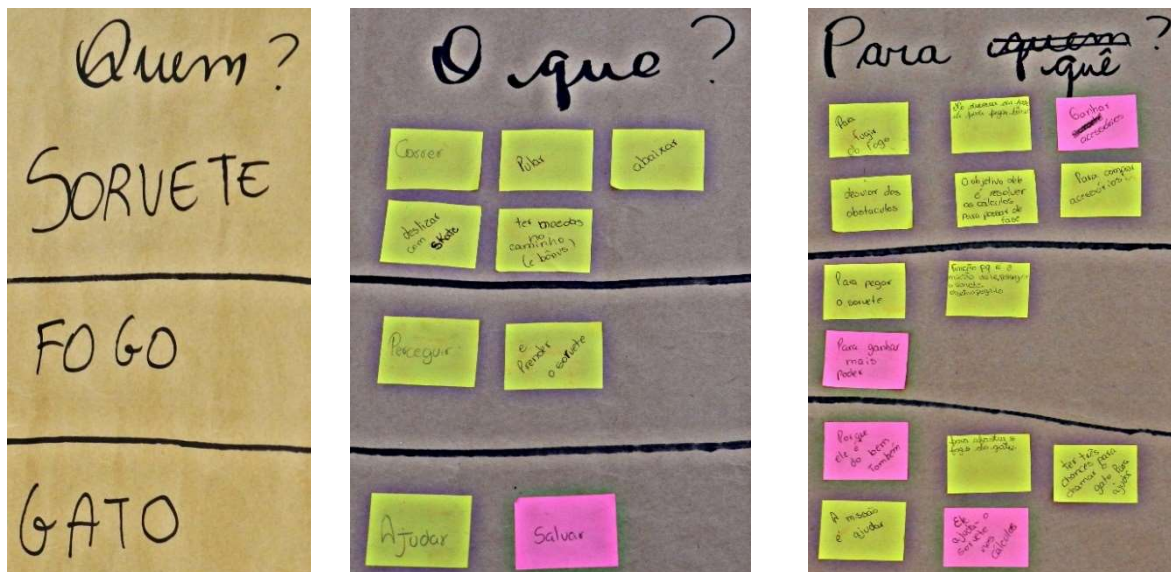


Fonte: Elaborado pela autora.

Na dinâmica da criação de HU, os alunos atribuíram aos personagens do jogo: sorvete, fogo e gato <o que> queria/gostaria/deveria/poderia <para quê>. As Figuras 15 e 16 apresentam as histórias de usuário geradas, respectivamente, pelos grupos 1 e 2.

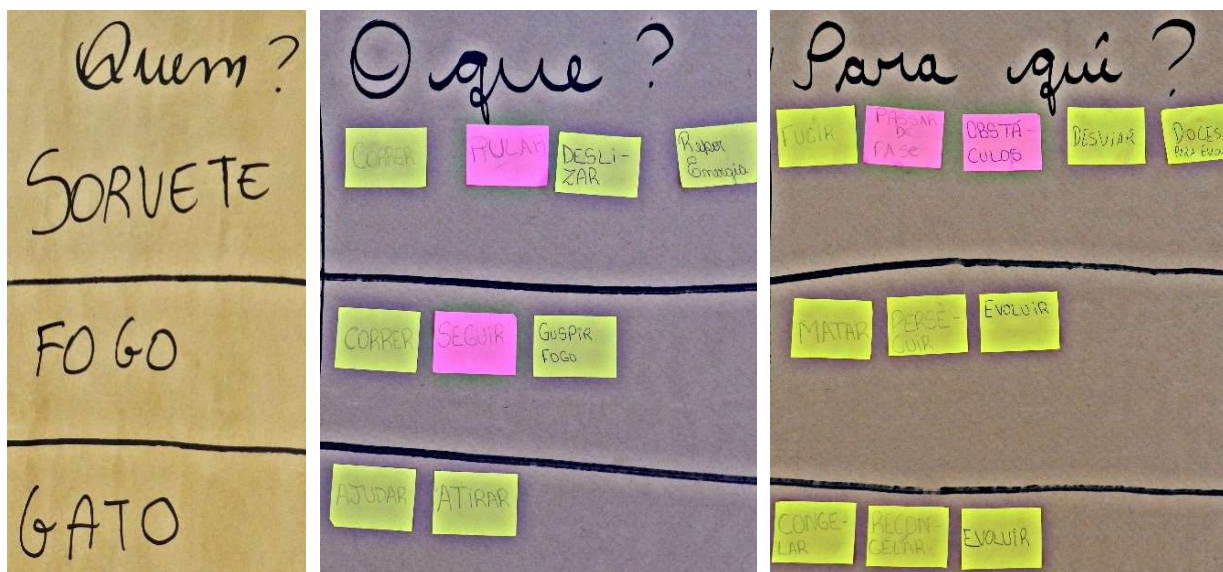
Com a entrevista aberta, os adolescentes puderam expor suas ideias sobre diversos aspectos do jogo. Ficou definido que o jogo deve oferecer ao usuário uma opção para escolher o nome para o personagem principal – o sorvete, e também para definir o sabor do sorvete antes de iniciar o jogo. Definiu-se que o jogo tem cinco fases e que os personagens sorvete, fogo e gato estão presentes em todas as fases. O sorvete é o personagem principal e é com ele que o usuário joga. O fogo é o vilão do jogo e um obstáculo do qual o sorvete deve sempre fugir. O gato é uma ajuda ao sorvete e ao usuário para resolução de contas. O nome do jogo foi definido como “Sorvete Turbo” e, por pedido dos adolescentes, o nome do gato, que antes era “Tom Somador”, foi modificado, além de ser atribuído um nome ao fogo.

Figura 15 – HU geradas pelo Grupo 1



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16 – HU geradas pelo Grupo 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Com a votação, realizada para definir os novos nomes a esses personagens, o nome Nina teve um total de 10 votos, sendo atribuído ao personagem gato, que passou a ser do gênero feminino; o nome Steve teve 6 votos e foi atribuído ao personagem fogo, que ficou caracterizado com do gênero masculino. Ainda, foi definido que o jogo deve ter um nível crescente de dificuldade, iniciando com contas mais simples e, conforme cada fase for conquistada, aumentando a complexidade.

Assim, o jogo deve ter cinco fases que se diferenciam através de cenários e obstáculos, mas mantêm o objetivo. O Quadro 11 resume a descrição das fases, níveis e tipos de contas atribuídas aos níveis, cenários, obstáculos e objetivo do jogo Sorvete Turbo.

Quadro 11 – Resumo da descrição jogo Sorvete Turbo

<b>Fase</b>	<b>Nível, tipo de conta</b>	<b>Cenário</b>	<b>Obstáculos</b>	<b>Objetivo</b>
1	Principiante, contas de adição.	Labirinto aquático.	Steve (na água ele está dentro de uma bolha), peixes, polvos, algas marinhas, corais.	Fugir/vencer os obstáculos, resolver as contas e sair do labirinto.
2	Principiante, contas de subtração.	Labirinto floresta.	Steve, árvores, troncos de árvores, animais jogando banana	
3	Intermediário, contas de multiplicação.	Labirinto na neve.	Steve (poderia estar no <i>snowboard?</i> ), <i>icebergs</i> , boneco de neve, morro de neve/avalanche.	
4	Intermediário, contas de divisão.	Labirinto vulcão em erupção.	Steve, lavas que saem do vulcão.	
5	Difícil, expressões.	Labirinto cemitério.	Steve, esqueleto, caixão com esqueletos, morcegos, túmulos.	

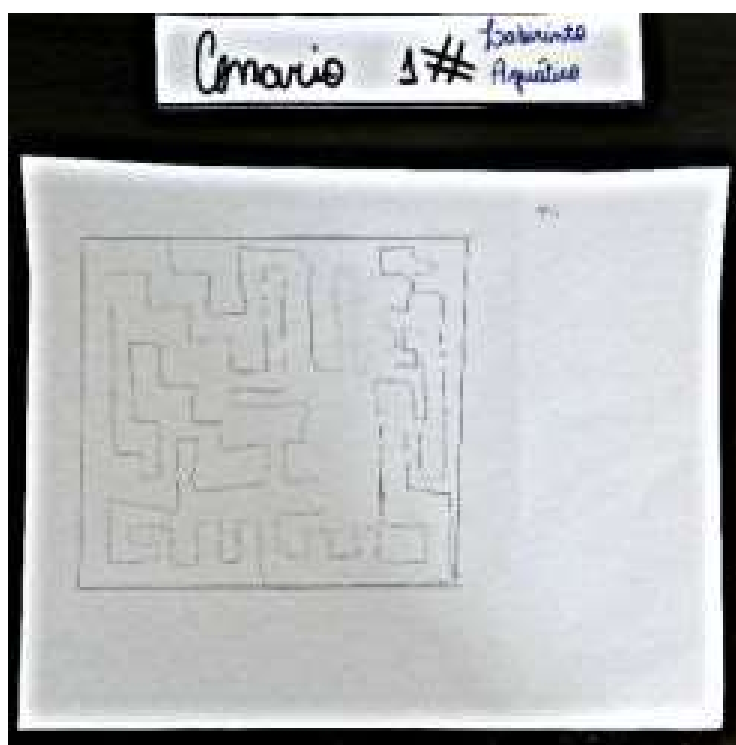
Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda, definiu-se que, em cada fase, as contas não aparecem no labirinto em si, mas cada cenário tem uma entrada específica na qual o sorvete deve ir para, então, em outra tela, solucionar as contas. Nessa tela, a gata Nina aparece como uma ajuda extra para resolver as contas. Além disso, o jogador deveria acumular pontos e tais pontos ficarem visíveis aos usuários, além de poder coletar “moedas”, que podem ser usadas para acumular pontos e/ou bônus para serem trocados por confeitos. Estes dão poder ao sorvete para que não seja facilmente derretido pelo fogo. No diálogo, aspectos da plataforma foram discutidos. Os adolescentes sugeriram que o jogo seja para a plataforma *mobile*, para que pudessem utilizar como recurso pedagógico em sala de aula e para ser disponibilizado para outros colegas.

Com a criação de protótipos de baixa fidelidade em papel, foi possível levantar elementos essenciais para cada fase do jogo. As Figuras 17,18,19, 20 e 21 exibem os protótipos em papel gerados por cada grupo de trabalho.

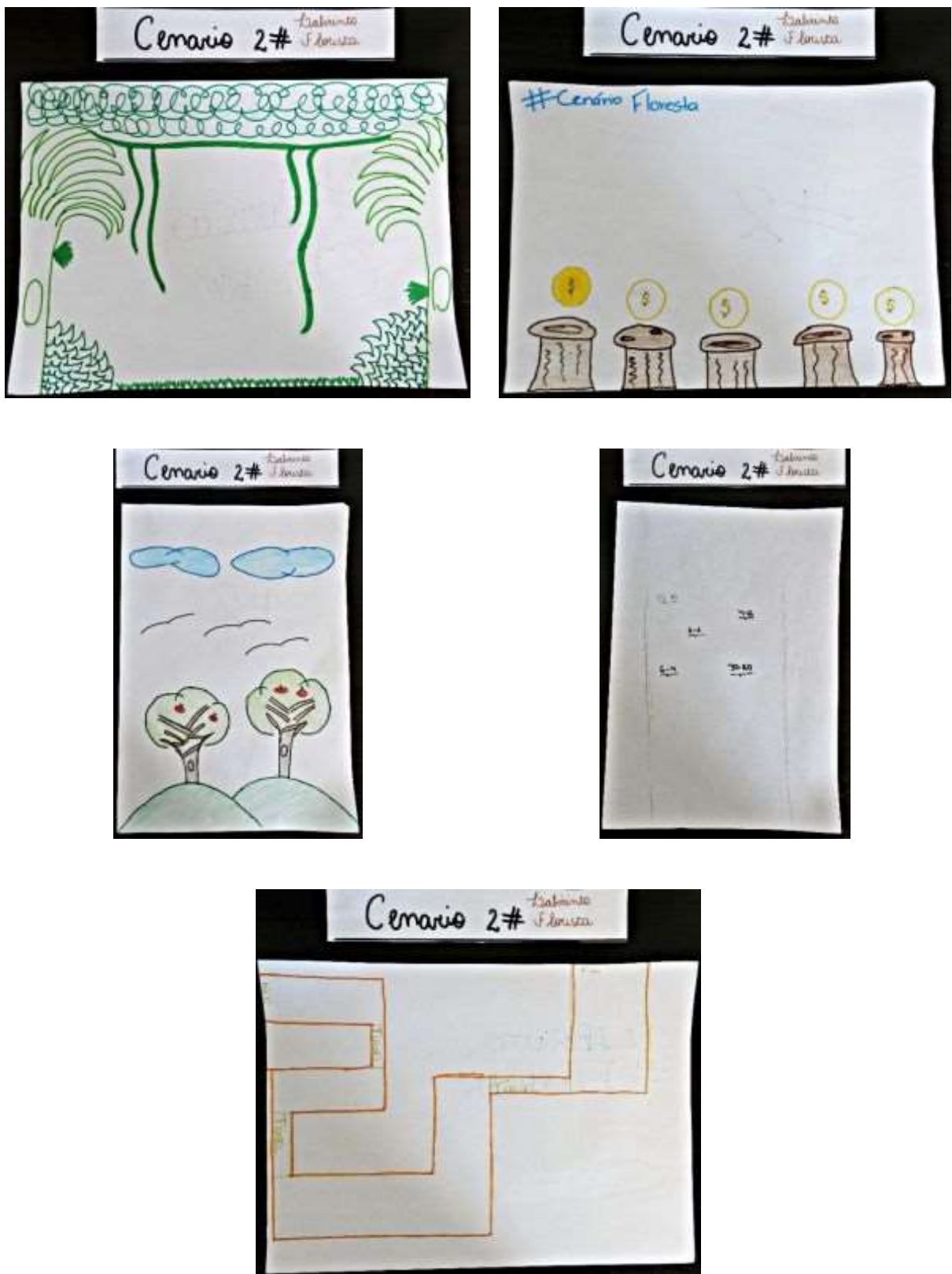
Observou-se que, embora alguns dos adolescentes tenham apresentado dificuldade em se expressar através de desenhos, a atividade de criar protótipos em papel foi bem aceita por eles e a maioria desenvolveu bem as atividades. A partir do que foi desenvolvido pelos adolescentes, é possível capturar elementos a fim de desenvolver protótipos funcionais.

Figura 17 – Protótipo de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 1



Fonte: Elaborado pela autora.

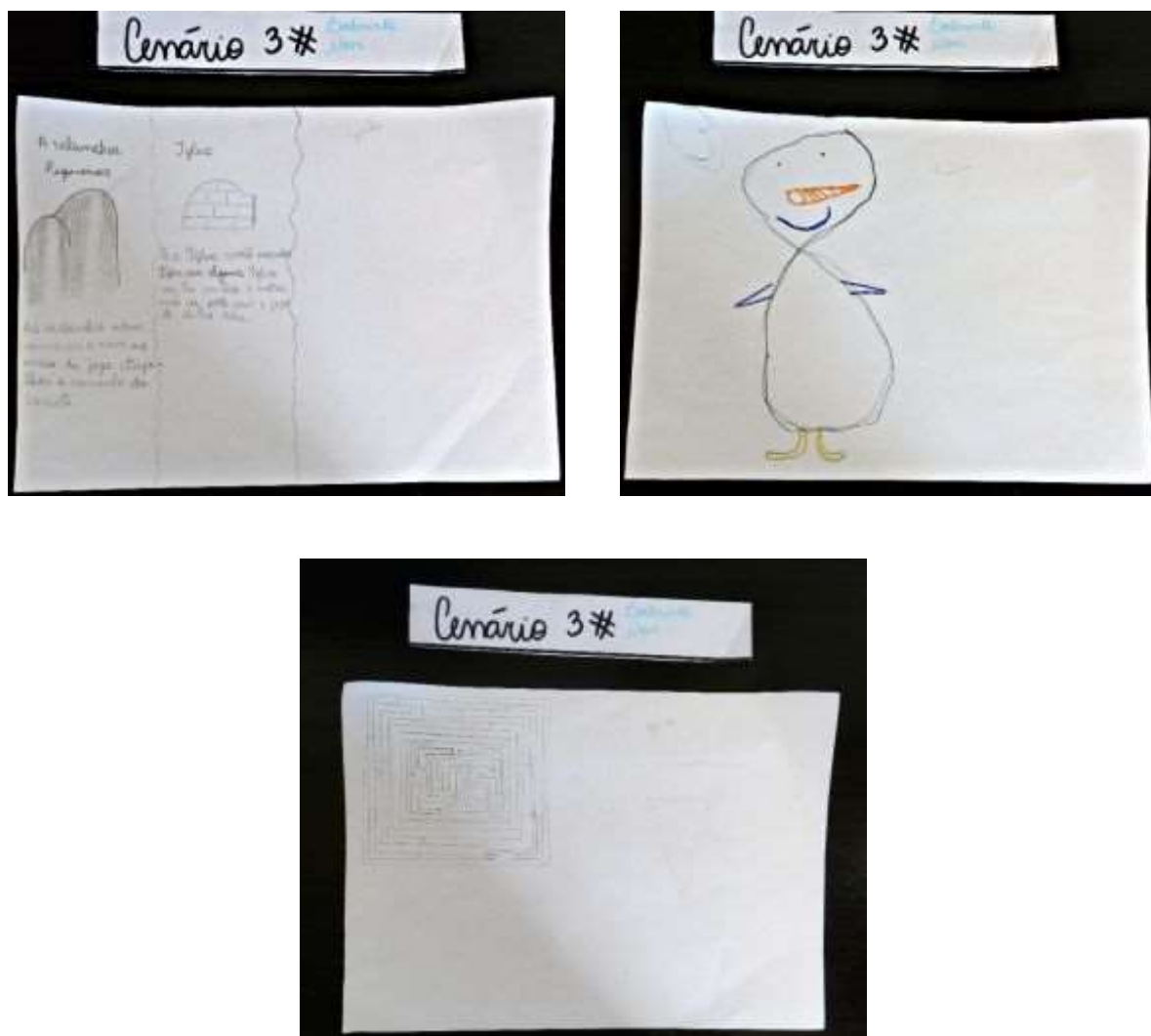
Figura 18 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 2



Fonte: Elaborado pela autora.

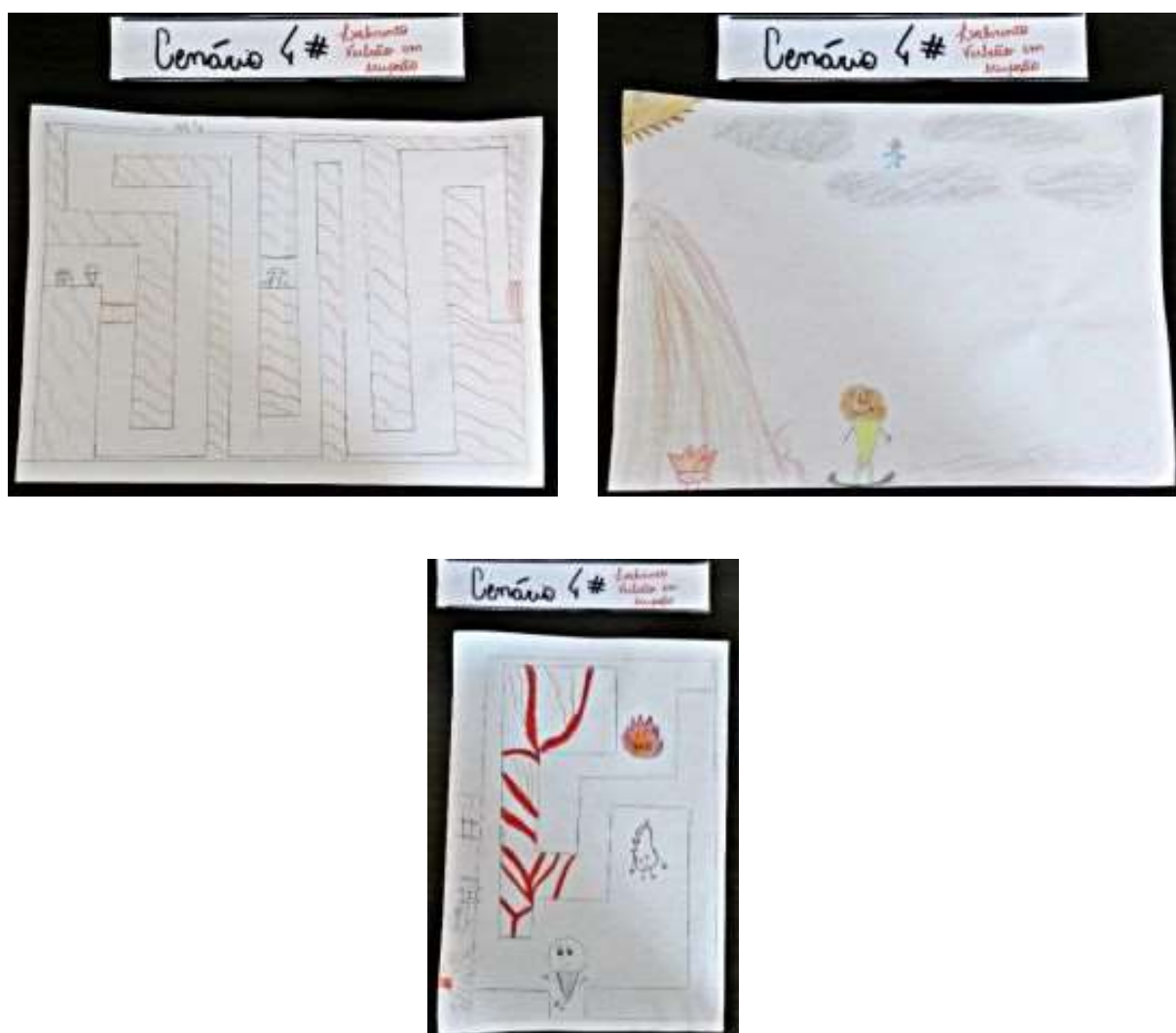


Figura 19 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 3



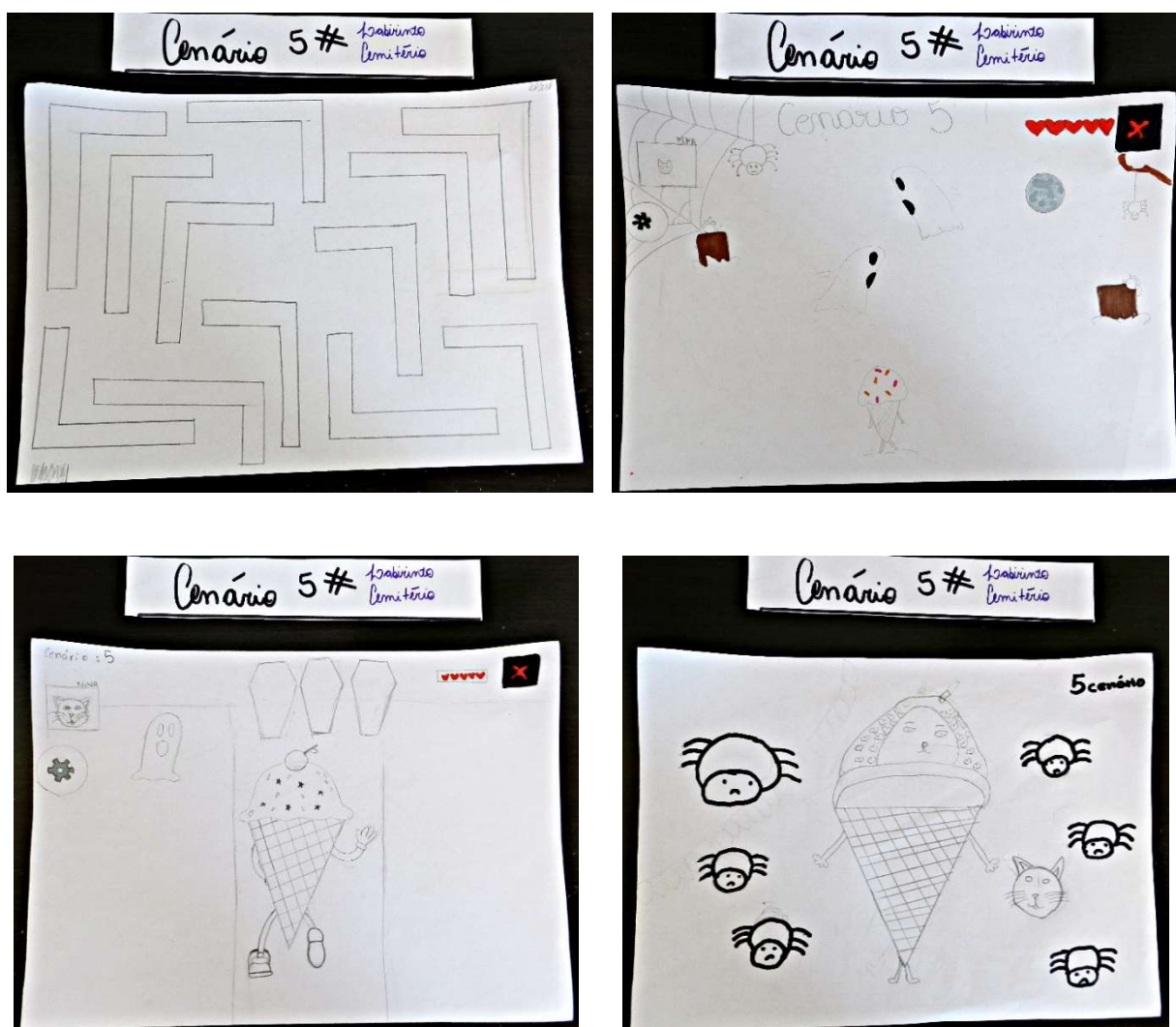
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 20 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 4



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 21 – Protótipos de baixa fidelidade em papel gerado pelo grupo 5



Fonte: Elaborado pela autora.

Através da entrevista fechada, realizada com a professora, diferentes aspectos puderam ser analisados. Em relação ao conteúdo/conceitos, de modo geral, os conteúdos trabalhados em aula que tiveram melhor aceitação dos alunos foram a multiplicação e a divisão de potências de polinômios, assim com os produtos notáveis. A menor aceitação foi a de operações envolvendo frações.

Sobre as habilidades esperadas que os alunos desenvolvam a partir de um software educacional que envolva o conteúdo de Matemática estão raciocínio, interpretação e tabuada. Assim, a professora indicou concordar que o software educacional proposto por seus alunos pode desenvolver tais habilidades.

Sobre a abordagem pedagógica, além da exposição de conteúdos/resolução de exercícios, a professora utiliza recursos como o laboratório de informática, celular, jogos (ex.: bingo de tabuada) para o ensino de Matemática, e mobiliza os alunos para o aprendizado dos conteúdos a partir de questões do cotidiano, como, por exemplo, “Que horas são?”, “Quanto tempo falta para chegar o ônibus?”. Pontua, ainda, que motivar os alunos a gostarem da professora facilita o ensino de qualquer conteúdo. Acredita que com o uso do software educacional proposto, a didática ficaria mais atrativa e mais próxima do que os adolescentes querem e vivem.

Em relação aos concorrentes, já utilizou jogos como bingo, caixa surpresa, latinha surpresa e software TuxMath, disponível no laboratório da escola. Observa que gosta do software porque tem várias etapas, inicia com a mais simples e vão se tornando cada vez mais complexas, começa com os números naturais e passa para os inteiros, além de possuir operação mais simples e mais avançadas. Assim, pode ser utilizado por diferentes públicos. Várias opções chamam a atenção no software, como a diversidade de questões, desde as mais simples para iniciantes, a possibilidade de fazer minicompetições, sendo de interpretação bastante simples.

Indicou que entre o público-alvo, além dos alunos do 8º ano, se começar de algo simples, todos podem utilizar. Seria possível, assim, atingir crianças de 8 a 9 anos até adolescentes de 15 a 16 anos, o que dependeria da complexidade. Completou que um software educacional para o ensino de Matemática para ser atrativo e promover a aprendizagem deve possuir visual estimulante, questões práticas, que possam ser resolvidas sem usar papel (para trabalhar o raciocínio rápido).

### **5.2.2 Especificação de requisitos**

A atividade de especificação de requisitos serviu para clarificar, organizar e documentar os artefatos gerados na atividade de elicitação e análise.

As HU geradas pelos adolescentes foram transcritas para uma melhor compreensão dos RF e RNF. O Quadro 12 apresenta a reprodução das HU desenvolvidas nos painéis pelos adolescentes.

Quadro 12 – Reprodução das HU geradas pelos adolescentes

Quem?	Grupo (G):	O quê?	Para quê?
SORVETE	G1	Correr Pular Abaixar Deslizar com skate Ter moedas no caminho (bônus)	para fugir do fogo desviar dos obstáculos pegar bônus no decorrer da fase ganhar acessórios  resolver os cálculos para passar de fase para comprar acessórios
	G2	Correr Pular Deslizar Repor energias	Fugir, passar de fase obstáculos desviar doces para evoluir
FOGO	G1	Perseguir Prender o sorvete	para pegar o sorvete porque é a missão dele, para ganhar mais poder
	G2	Correr Seguir Cuspir fogo	matar perseguir evoluir
GATO	G1	Ajudar Salvar	porque ele é do bem também, para afastar o fogo do gato, ele ajuda o sorvete nos cálculos (ter 3 chances para chamar o gato para ajudar) a missão é ajudar
	G2	Ajudar Atirar	evoluir congelar, recongelar

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir das HU geradas, da transcrição da entrevista aberta com os adolescentes, da transcrição da entrevista fechada com a professora, foram identificadas e organizadas as histórias de usuário e a lista de requisitos não funcionais.

As HU e os RNF dos adolescentes foram identificados como H.U.A e RNF.A, seguidos de enumeração em ordem crescente. As da professora foram identificados como H.U.P e RNF.P, seguido de enumeração em ordem crescente. As HU foram reescritas e priorizadas, gerando as HU especificadas (Quadro 13).

Quadro 13 – Histórias de usuário especificadas

ID	Descrição	Prioridade	Legenda
HU.A.01	Como usuário quero configurar opções para o personagem principal (sorvete), atribuindo a ele um sabor e um nome.	Alta	Alta
HU.A.02	Como usuário gostaria de acessar instruções que ensinam a jogar.	Baixa	Média
HU.A.03	Como usuário gostaria de ter acesso às maiores pontuações acumuladas.	Baixa	Baixa
HU.A.04	Como usuário quero visualizar, a qualquer momento, a pontuação acumulada durante um jogo.	Alta	
HU.A.05	Como um sorvete, quero realizar contas em nível crescente de dificuldade.	Alta	
HU.A.06	Como um sorvete, devo correr para fugir do fogo, Steve, para não perder confeitos ou derreter e, assim, conseguir realizar meu objetivo.	Alta	
HU.A.07	Como um sorvete, posso ser preso pelo fogo e perder energias (perder confeitos ou derreter) ou até mesmo morrer.	Baixa	
HU.A.08	Como um sorvete, devo abaixar para desviar de obstáculos.	Alta	
HU.A.09	Como um sorvete, devo pular para desviar de obstáculos.	Alta	
HU.A.10	Como um sorvete, devo deslizar com skate para desviar de obstáculos de lava de vulcão.	Alta	
HU.A.11	Como um sorvete, posso pular para pegar moedas.	Média	
HU.A.12	Como um sorvete, gostaria de pegar moedas para comprar confeitos.	Baixa	
HU.A.13	Como um sorvete, gostaria de trocar moedas por confeitos.	Baixa	
HU.A.14	Como um sorvete, gostaria de repor energias com confeitos para evoluir.	Baixa	
HU.A.15	Como um sorvete, posso solicitar ajuda da gata, Nina, na resolução de contas.	Média	
HU.A.16	Como um sorvete, gostaria de ser ajudado pela gata para repor energias (recongelar e ganhar confeitos).	Baixa	
HU.P.01	Como um sorvete, posso solicitar à gata acesso à tabuada para auxiliar na resolução de contas.	Média	

Fonte: Elaborado pela autora.

Os RNF foram organizados em uma lista, conforme o Quadro 14.

Quadro 14 – Lista de requisitos não funcionais

ID	Categoria	Descrição
RNF.A.01	Implementação	Plataforma mobile.
RNF.A.02	Conteúdo	Adição, subtração, multiplicação, divisão e cálculo de expressões.
RNF.P.01	Conteúdo	Regras de sinais, envolver frações.
RNF.P.02	Habilidades	Desenvolver a interpretação.
RNF.P.03	Habilidades	Desenvolver agilidade no raciocínio, evitando a necessidade de papel para resolver os cálculos propostos.
RNF.P.04	Proposta Pedagógica	Nível crescente de dificuldade.
RNF.P.05	Proposta Pedagógica	Ludicidade.
RNF.P.06	Proposta Pedagógica	Apresentar questões práticas.
RNF.P.07	Público-alvo	Atender a estudantes do 3º ao 9º ano.

Fonte: Elaborado pela autora.

Com o protótipo colaborativo, foi desenvolvida pela pesquisadora uma ideia de tela inicial, ilustrada na Figura 22.

Figura 22 – Tela inicial do Sorvete Turbo baseado no protótipo colaborativo



Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.2.3 Validação de requisitos

Nesta etapa, foi verificado se os requisitos especificados definem o sistema desejado pelos usuários e ainda contempla os aspectos educacionais.

No dia da validação de requisitos, uma aluna faltou à aula. Obtiveram-se, portanto, no questionário para a validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais, 14 repostas (13 alunos e professora). O Quadro 15 apresenta o total de respostas desse questionário.

Quadro 15 – Total de respostas do questionário para validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais

Pontos de Verificação	Sim	Não
As Histórias de Usuário Organizadas e a Lista de Requisitos Não Funcionais refletem o que foi idealizado pelo grupo?	14	0
Tudo o que é desejado está documentado?	14	0
Todos os requisitos podem ser desenvolvidos para gerar o jogo pretendido?	14	0
As Histórias de Usuário Organizadas e a Lista de Requisitos Não Funcionais apresentam as informações de forma objetiva, de modo que possam ser verificadas se foram desenvolvidas?	14	0

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos que responderam concordam que as HU e a lista de RNF refletem o que foi idealizado pelo grupo. Além disso, tudo que é desejado está documentado, todos os requisitos podem ser desenvolvidos para gerar o jogo pretendido e a HU organizadas e a lista de RNF apresentam as informações de forma objetiva, podendo ser verificadas se forem desenvolvidas.

Nas HU organizadas foram apontadas algumas alterações nas prioridades. O Quadro 16 apresenta para quais histórias de usuário foram sugeridas modificações e as sugestões de mudança das prioridades, bem como o total de votos.



Quadro 16 – HU sugeridas para modificar a prioridade

ID	Descrição	Prioridade	Sugestão de prioridade e total de votos
HU.A.02	Como usuário gostaria de acessar instruções que ensinam a jogar.	Baixa	Alta= 8; Média= 1.
HU.A.03	Como usuário gostaria de ter acesso às maiores pontuações acumuladas.	Baixa	Alta= 2.
HU.A.07	Como um sorvete, posso ser preso pelo fogo e perder energias (perder confeitos ou derreter) ou até mesmo morrer.	Baixa	Alta= 1; Média= 1.
HU.A.11	Como um sorvete, posso pular para pegar moedas.	Média	Alta=1.
HU.A.12	Como um sorvete, gostaria de pegar moedas para comprar confeitos.	Baixa	Média= 2.
HU.A.13	Como um sorvete, gostaria de trocar moedas por confeitos.	Baixa	Alta= 1; Média= 2.
HU.A.14	Como um sorvete, gostaria de repor energias com confeitos para evoluir.	Baixa	Alta= 1; Média= 1.
HU.A.15	Como um sorvete, posso solicitar ajuda da gata, Nina, na resolução de contas.	Média	Alta= 1; Média =1.

Fonte: Elaborado pela autora.

A HU. A.02 teve 8 solicitações de alteração de prioridades, refletindo que pelo menos a metade dos adolescentes gostaria de alterar a prioridade para alta.

Com o questionário para avaliar os aspectos educacionais, pôde-se obter um *feedback* da professora sobre as subcaracterísticas desses aspectos. Antes de desenvolver o produto, portanto, pôde-se verificar se ele atende às subcaracterísticas para o desenvolvimento de um software educacional.

Segundo a professora, a proposta do software educacional está coerente com sua abordagem pedagógica, além de estar de acordo com a solicitação e com o interesse dos alunos. A proposta de software também está aderente ao contexto educacional, pois atende às habilidades sugeridas. Além disso, tem potencial de atrair os alunos para o conteúdo apresentado e apoiar na avaliação do conhecimento, pois o envolvimento na criação e no desenvolvimento o torna atrativo. Segundo a

professora, a proposta de software tem o potencial de gerar satisfação e intensidade no uso dos estudantes, pois foi pensado para ser atrativo, com os cenários descritos pelos adolescentes e ordem crescente de dificuldade, pontuação e criatividade dos personagens. Finalmente, a proposta está adequada a um público na faixa etária pretendida (8 a 16 anos), pois a ordem crescente de dificuldade proporcionaria isso.

Ao final da etapa de Engenharia de Requisitos, a professora e os adolescentes contribuíram na geração de ideias para um jogo educacional, de seus requisitos funcionais e não funcionais, incluindo requisitos pedagógicos. Os requisitos gerados estão disponíveis no APÊNDICE J.

### **5.3 Reflexões e Lições Aprendidas**

Na etapa de Ambientação, reforçaram-se algumas lições aprendidas apresentadas pela autora Lôbo (2016) e reflexões de Ribeiro (2016). As autoras mencionam a necessidade de se conhecer o ambiente em que as atividades serão desenvolvidas, assim como de serem criadas condições para que a colaboração voluntária ocorra. De acordo com Ribeiro (2016), o planejamento prévio das atividades é essencial, sendo necessária flexibilidade para se adequar a possíveis imprevistos.

Assim, levou-se em consideração o ambiente em que se pretendia trabalhar, por exemplo, no polo educacional rural, em dias chuvosos não há aula. Além disso, conhecer as rotinas da escola foi fundamental à organização do tempo de cada atividade. Ainda, previram-se dias livres no planejamento geral das atividades para o caso de ser necessário adiar algum encontro. Apenas um dia de atividades foi adiado, sendo possível reacomodar o cronograma.

A clarificação da proposta aos envolvidos foi essencial para que percebessem a relevância do trabalho e se comprometessem com seu andamento. Considerando-se se tratar de uma atividade relacionada ao desenvolvimento de software – incomum para aquela turma e professora –, a apresentação da área de Engenharia de Software e da Engenharia de Requisitos, relacionando ao objetivo do trabalho e clarificando as contribuições e papéis dos envolvidos, também foi bastante relevante para motivar a colaboração.

Sugerido pelas autoras Poole e Peyton (2013), aspectos éticos foram contemplados com utilização de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a Autorização do uso de imagem/áudio, a fim de informar os responsáveis legais sobre o trabalho a ser desenvolvido e obter suas assinaturas.

Ainda concordando com Ribeiro (2016), elaborar um meio de verificar os conhecimentos dos envolvidos em computador/Internet foi interessante para pensar sobre como atuar com a turma.

Na etapa de Engenharia de Requisitos, indo ao encontro de Ribeiro (2016), organizaram-se suas atividades com técnicas dinâmicas, apoiadas por recursos visuais, buscando criar um ambiente no qual os adolescentes ficassem à vontade para expressar suas ideias. A aplicação de técnicas como *Brainstorming*, Levantamento de Histórias de Usuário e a Prototipação em papel, de forma lúdica, facilitou a compreensão, em consequência o desenvolvimento das atividades com os adolescentes.

Em todas as atividades propostas aos adolescentes, a intenção foi promover o sentimento de coautoria, interferindo o mínimo possível, apenas supervisionando e fornecendo apoio para dirimir dúvidas, proporcionando total liberdade para trabalhar com autonomia. O registro em áudio se mostrou relevante, permitindo a recuperação de informações e evitando a perda de dados relevantes.

A professora, durante as atividades desenvolvidas, atuou muitas vezes como moderadora e motivadora dos adolescentes. Além de ser parceira de *design*, pois tem papel fundamental como especialista do domínio, a delimitação dos aspectos pedagógicos só foi possível com o olhar apurado dessa parte interessada – responsável por considerar os critérios específicos do conteúdo de Matemática, alinhar a proposta com coerência pedagógica e com o público-alvo. A inserção da professora na etapa de ER permitiu que o SE levasse em consideração requisitos educacionais, fundamentais para o desenvolvimento de um SE.

Observa-se, ainda, que o contexto de estudo exploratório oportunizou observações sobre o ambiente e seus participantes. Os adolescentes, em particular, estão em fase de transições e novidades, sendo observável a criação de grupos por afinidades e isolamento de colegas. Algumas novidades podem gerar mudanças repentinas de comportamento, influenciando diretamente no desempenho das atividades propostas e até no levantamento dos requisitos.

O diálogo aberto com a professora auxiliou a organizar os adolescentes para que não excluíssem e isolassem alguns colegas, visto que esse era um comportamento observável na turma. Assim, tratando-se do desenvolvimento de atividades de Engenharia de Software em contexto escolar, deve-se realizar mediação e reestruturação de grupos de trabalho, pensando-se em estratégias que aproximem a turma para que todos trabalhem espontaneamente, sem ninguém sentir que colaborou mais ou que ficou excluído. O Quadro 17 sumariza algumas lições aprendidas.

#### Quadro 17 – Síntese das lições aprendidas

1. É importante conhecer o ambiente, assim como suas rotinas e envolvidos;
2. Deve-se definir um planejamento prévio das atividades que seja adaptável;
3. Deve-se clarificar aos envolvidos sobre a proposta de trabalho, atividades a serem desenvolvidas e seu papel no estudo;
4. Deve-se solicitar o consentimento livre e esclarecido e a autorização do uso de tudo que é produzido, aos adolescentes e aos seus responsáveis legais;
5. Deve-se reforçar a ideia de participação voluntária, levando em conta o ambiente escolar;
6. É interessante a construção de uma relação de confiança entre os envolvidos e um ambiente onde os participantes se sintam à vontade para expressar suas ideias;
7. Deve-se intervir minimamente nas atividades, deixando que os adolescentes trabalhem de forma autônoma, utilizando a moderação quando necessária;
8. O compartilhamento de ideias entre os adolescentes oportuniza a identificação entre os participantes que podem apresentar ideias em comum;
9. Deve-se oferecer recursos e apoio necessários à participação de cada um;
10. A análise do grupo com o qual se trabalha e o ambiente ajudam a adaptar as melhores maneiras de conduzir as atividades e manter o usuário à vontade para continuar a contribuir;
11. É recomendável adaptar as técnicas de ER para que as atividades se tornem visuais e lúdicas a fim de instigar a participação do adolescente;
12. Deve-se levar em consideração o tamanho do grupo de trabalho, dividindo em grupos menores como é comum na ES;
13. A estratégia de votação favorece a mediação e o trabalho democrático;
14. O envolvimento ativo da professora é essencial tanto para manter a motivação quanto para realizar a moderação das atividades;
15. A professora é a especialista de domínio e usuária final e, assim, suas percepções fundamentam os requisitos educacionais e ajudam a alinhar o SE a sua proposta pedagógica;
16. O registro em áudio colabora à recuperação de informações, além de evitar a perda de dados relevantes;
17. Competências não técnicas (ex.: sensibilidade social e cultura, comunicação oral e escrita, habilidade de trabalhar em equipe, pensamento crítico) são relevantes ao desenvolvimento de software educacional em colaboração com adolescentes.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso objetivou integrar práticas de Design Participativo à Engenharia de Requisitos no domínio educacional, com a participação de adolescentes, a fim de amparar o desenvolvimento de um jogo educacional para o ensino e a aprendizagem de conteúdo da Matemática. Para isso, foi conduzido um estudo exploratório com a participação de estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental.

O método de trabalho foi organizado em duas etapas: Ambientação e Engenharia de Requisitos. Na etapa de Ambientação, levaram-se em consideração as características do ambiente escolar para o planejamento de atividades e possíveis adaptações. Aspectos éticos foram contemplados com a utilização de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a Autorização do uso de imagem/áudio, que tinham o intuito de informar os responsáveis legais sobre o trabalho que seria desenvolvido e obter sua anuência para a participação dos adolescentes sob sua responsabilidade nas atividades propostas. Na etapa de ER, houve colaboração dos adolescentes desde a escolha do tipo de *software* que seria desenvolvido até a validação dos requisitos especificados.

Cuidados quanto ao anonimato dos participantes também foram observados, tanto na omissão dos rostos no registro fotográfico, quanto na omissão dos nomes em alguns artefatos gerados.

Observou-se, no desenvolvimento deste trabalho, que o Design Participativo promoveu o sentimento de coautoria nos adolescentes em cada atividade desenvolvida, pois participaram ativamente da descoberta e da obtenção de requisitos, além de sua classificação, organização, priorização e negociação, ou seja, durante toda a etapa de ER. Algumas técnicas foram adaptadas para que ficassem mais visuais e de fácil compreensão para os adolescentes ficarem motivados a participar e a colaborar. Nesse processo, buscou-se prezar pela contribuição espontânea na geração de ideias e autonomia na realização das tarefas.

A professora, como parceira de *design*, contribuiu para a formulação de requisitos educacionais, contribuindo com os aspectos pedagógicos do software educacional. Como especialista de domínio, considerou os critérios específicos do

conteúdo de Matemática, além de alinhar a proposta com a coerência pedagógica e com o público-alvo.

Tem-se como resultados do processo de Engenharia de Requisitos com usuários finais – professora e estudantes –, a especificação de um jogo educacional para o ensino e a aprendizagem de operações Matemáticas, contemplando as histórias de usuário validadas, requisitos não funcionais e protótipos. Com a Especificação de Requisitos é possível realizar através do desenvolvimento iterativo incremental a implementação do jogo Sorvete Turbo como parte das atividades do programa de extensão GeInfoEdu – Grupo de Estudos em Informática na Educação.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Flávio *et al.* **Métodos, Técnicas e Ferramentas para o Desenvolvimento de Software Educacional**: um mapeamento sistemático. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2012.
- ANSCHAU, Leonardo de Oliveira. **Processo de Desenvolvimento de um Jogo Digital do Gênero RPG com Adolescentes**. Monografia (Bacharelado) – Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017.
- BARBOSA, Simone Diniz Junqueira, DA SILVA, Bruno Santana. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BRASIL. **Lei n. 8.069**, de 13 de julho de 1980. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília, 13 de jul. 1980. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8069.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069.htm)>. Acesso em: 19/06/2017.
- CAMARGO, Liriane Soares de Araújo; FAZANI, Alex Jose. **Explorando o design participativo como prática de desenvolvimento de sistemas de informação**. In CID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, v. 5, n. 1, 2014.
- CARVALHO, Ariadne Maria Brito Rizzoni; CHIOSSI, Thelma Cecília dos Santos. **Introdução à Engenharia de Software**. 1. Ed. São Paulo: Editora da UNICAMP, 2001.
- COELHO NETO, João Coelho; REINEHR, Sheila; MALUCELLI, Andreia. **Processo de Desenvolvimento para Jogos Eletrônicos Educacionais**: uma Revisão de Literatura. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 23, n. 2, p. 84-98, 2015.
- CORDEIRO, Alexander Magno *et al.* **Revisão sistemática**: uma revisão narrativa. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcbc/v34n6/11.pdf>>. Acesso em: 21 de abril de 2017.
- DALMON, Danilo Leite; BRANDÃO, L. de O. **Sobre o Desenvolvimento de Software Educacional**: proposta de uma Linha de Produto de Software para Módulos de Aprendizagem Interativa. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 21, n. 3, 2013.
- DRUIN, A. The role of children in the design of new technology. In **Behaviour and Information Technology** (2002), vol. 21, no. 1, 1- 25. Disponível em: <<http://hcil2.cs.umd.edu/trs/99-23/99-23.pdf>>. Acesso em: junho de 2017.
- FANG, Haiguang. Modeling and analysis for educational software quality hierarchy triangle. In: Web-based Learning, 2008. ICWL 2008. Seventh International Conference on. IEEE, 2008. p. 14-18 *apud* LIMA, Jefferson Silva *et al.* **Quali-EDU**: Um processo de avaliação da qualidade de software educacional. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 229.

FRANÇA, Rozelma Soares; SILVA, Ana Cristina Barbosa. **Avaliação de softwares educativos para o ensino de Língua Portuguesa**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 22, n. 3, 2014.

LACHER, L. L. *et al.* **A behavior marker tool for measurement of the non-technical skills of software professionals: an empirical investigation**. The 27th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, (pp. 478-483). Pittsburgh, USA, 2015.

LIMA, Jefferson Silva *et al.* **Quali-EDU: um processo de avaliação da qualidade de software educacional**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 229.

LÔBO, Kézia Letícia da Silva. **Uma abordagem ética e responsável ao design para/com crianças e adolescentes: investigando a integração de práticas de Interação Humano-Computador à Engenharia de Requisitos**. Monografia (Bacharelado) - Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2016.

MELO, A. M.; WERNZ, M. C. G. GEInfoEdu – Grupo de Estudos em Informática na Educação: relação dialógica universidade e educação básica. In: TOLFO, C. (Org.). **Extensão Universitária: vivências nas Engenharias e na Computação**, 1. ed. Bagé: Ediurcamp, 2016. 11-26 p.

MELLO, Thiago Silva; DANTAS, Ayla. GameMaking: **Uma Metodologia para o Ensino de Informática para Alunos do Ensino Fundamental através da criação de Jogos Digitais**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 23, n. 1, 2015.

MORENO, Jamile Coelho. Conceito de minorias e discriminação. In: **Direito e Humanidades**, n. 17, 2010.

MULLER, Michael J.; HASLWANTER, Jean Hallewell; DAYTON, Tom. **Handbook of Human-Computer Interaction**. 2. Ed. Elsevier, 1997.

POOLE, Erika S.; PEYTON, Tamara. **Interaction design research with adolescents: methodological challenges and best practices**. In: Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children. ACM, 2013. p. 211-217.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2011

RIBEIRO, Stephanie da Silva. **Um Método para o Desenvolvimento de Software por Crianças com o Ambiente Scratch**. Monografia (Bacharelado) – Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2016.

ROCHA, Rafaela Vilela *et al.* **Metodologia de Desenvolvimento de Jogos Sérios: especificação de ferramentas de apoio open source**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 489. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/6437/4976>>. Acesso em: abril de 2017.



RODRIGUES, Leandro Veloso; FREITAS, Sérgio; MENDES, Fabiana. **Um estudo sobre o perfil das equipes de desenvolvimento de softwares educacionais**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2016. p. 159.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TEIXEIRA, Adriano Canabarro. BRANDÃO, Edemilson Jorge Ramos. **Software educacional: o difícil começo**. RENOTE, v. 1, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13629/7699>> Acesso em: abril de 2017.

TERENCE, A. C. F.; FILHO, E. E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. Anais eletrônicos... Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006\\_tr540368\\_8017.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr540368_8017.pdf)>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2011.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – *Strings* de busca em inglês utilizadas na busca automática nas bibliotecas digitais da ACM Digital Library, IEEE Xplore e Scopus

Pergunta de Pesquisa	<b>Strings de busca</b>		
	<b>ACM Digital Library</b>	<b>IEEE Xplore</b>	<b>Scopus</b>
Que processos de Engenharia de Software existem para o desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes?	(+"software engineering" +"development process" +"educational software" +teen)	((("software engineering") AND "development process") AND "educational software") AND teen)	ALL ( "software engineering" AND "development process" AND "educational software" AND teen )
	(+"software engineering" +"development process" +"educational software" +teenager)	((("software engineering") AND "development process") AND "educational software") AND teenager)	ALL ( "software engineering" AND "development process" AND "educational software" AND teenager )
	(+"development process" +"educational software" +teen)	((("development process") AND "educational software") AND teen)	ALL ( "development process" AND "educational software" AND teen )
	(+"development process" +"educational software" +teenager)	((("development process") AND "educational software") AND teenager)	ALL ( "development process" AND "educational software" AND teenager )
	(+"software engineering" +"educational software" +teen)	((("software engineering") AND "educational software") AND teen)	ALL ( "software engineering" AND "educational software" AND teen )
	(+"software engineering" +"educational software" +teenager)	((("software engineering") AND "educational software") AND teenager)	ALL ( "software engineering" AND "educational software" AND teenager )
	Há trabalhos envolvendo o desenvolvimento de software educacional com a participação de adolescentes?	(+"educational software" +"participatory design" +teen)	((("educational software") AND "participatory design") AND teenager)
(+"educational software" +"participatory design" +teenager)		((("educational software") AND "participatory design") AND teen)	ALL ("educational software" AND "participatory design" AND teenager)

**APÊNDICE B – Trabalhos encontrados com as *strings* de busca nas bibliotecas digitais da ACM Digital Library, IEEE Xplore e Scopus**

<b>Base</b>	<b>String de Busca</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Evento/Journal</b>	<b>Link</b>
IEEE Xplore	((("software engineering") AND "development process") AND "educational software") AND teenager)	The Design and Development of Fire Edutainment Software and its Application Research	2010	International Forum on Information Technology and Applications	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5634721">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5634721</a>
	((("software engineering") AND "educational software") AND teen)	Children and educational software: software design under the microscope	1996	IEEE International Conference on Multi Media Engineering Education	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=570306">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=570306</a>
Scopus	ALL ("software engineering" AND "educational software" AND teen)	Experience focused requirements gathering with children and young people-balancing player, learner and user (PLU) requirement needs	2016	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	Acesso à leitura na integra indisponível.
	ALL ("software engineering" AND "educational software" AND teenager)	Designing and deploying 3D collaborative games in education	2016	International Journal of Game-Based Learning	Acesso à leitura na integra indisponível.
		Computer-Assisted Language Learning (CALL) for dyslexic students	2006	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	Acesso à leitura na integra indisponível.
ALL ("educational software" AND "participatory design" AND teenager)	On being cool - Exploring interaction design for teenagers	2016	27th International British Computer Society Human Computer Interaction Conference: The Internet of Things	Acesso à leitura na integra indisponível.	

## APÊNDICE C – Trabalhos encontrados na busca manual nos arquivos da RBIE

Título	Resumo	Ano	Link
Metodologia de Desenvolvimento de Jogos Sérios: especificação de ferramentas de apoio open source	O uso de jogos sérios vem crescendo para fins de aprendizado, treinamento e avaliação do desempenho dos seus usuários. Entretanto, para obter sucesso como produto final, seu desenvolvimento tem que ser sistemático e multidisciplinar. Sendo assim, a escolha das ferramentas de suporte impacta muito além do custo financeiro. Este artigo apresenta uma visão geral da metodologia iterativa e integradora para desenvolvimento de jogos sérios com foco na descrição de ferramentas de código livre. Foram revisadas e selecionadas as ferramentas adequadas, de modo a fornecer um conjunto que poderá ser usado de acordo com as necessidades do projeto do jogo sério. Elas são agrupadas em ferramentas de uso geral, sistemas de gerenciamento de banco de dados, motores de jogos, ferramentas para uso no projeto, e uso na implementação. Além disso, os usos da metodologia e dessas ferramentas são exemplificados com dois cenários distintos.	2016	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/6437/4976">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/6437/4976</a>
GameMaking: Uma Metodologia para o Ensino de Informática para Alunos do Ensino Fundamental através da criação de Jogos Digitais	Considerando jogos eletrônicos como um grande atrativo de entretenimento de pessoas de todas as idades, incluindo os jovens, este trabalho busca propor e avaliar uma metodologia de ensino de informática para turmas do ensino fundamental II baseada na produção de jogos eletrônicos por intermédio da ferramenta de autoria <i>GameMaker</i> . A metodologia foi projetada para tentar introduzir em aulas de informática para o ensino fundamental atividades relacionadas ao desenvolvimento de jogos simples, utilizando princípios pedagógicos propostos pela literatura. Na avaliação da metodologia proposta foram executadas as atividades previstas pela metodologia junto aos alunos de uma escola. Além disso, foram analisados os resultados produzidos pelos alunos nas aulas de informática e suas respostas a um questionário online e anônimo de avaliação.	2015	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2459/2848">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2459/2848</a>
Processo de Desenvolvimento para Jogos Eletrônicos Educacionais: uma Revisão de Literatura	A área de jogos eletrônicos educacionais tem crescido rapidamente. Entre os fatores responsáveis por esse crescimento evidenciam-se a diversidade e a possibilidade de integração que estes proporcionam entre o campo tecnológico e os métodos educacionais. Todavia, entende-se que o desenvolvimento desses jogos eletrônicos é uma tarefa complexa, uma vez que requer a colaboração efetiva de uma equipe multidisciplinar que precisa dominar habilidades técnicas e educacionais. Com base nessas atribuições, a proposta deste artigo é investigar, por meio de uma revisão sistemática de literatura, quais os processos de desenvolvimento de software que estão sendo utilizados nos jogos eletrônicos educacionais e se há algum modelo de processo que direcione a equipe à compreensão das habilidades cognitivas e psicomotoras. A revisão abordou trabalhos publicados no período 1998-2014, em sete bases de dados científicas diferentes. Foram encontrados 956 artigos. Após aplicar o critério de exclusão, o conjunto foi reduzido para 55 artigos, os quais foram lidos integralmente, revisados e analisados e apenas 4 artigos correspondiam claramente aos critérios definidos para a realização dessa revisão sistemática. Os trabalhos foram classificados de acordo com o tipo de modelo de desenvolvimento de software utilizado. A análise possibilitou		<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2876/4457">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2876/4457</a>

	constatar que há uma carência de pesquisas voltadas aos processos de desenvolvimento de jogos eletrônicos educacionais. Também foi possível identificar que há processos de desenvolvimento para jogos eletrônicos educacionais adaptados de processos de desenvolvimento já existentes, tais como: cascata, espiral e RUP. Não foram encontrados trabalhos nesta pesquisa que contemplem a questão de processos que direcionam a equipe à compreensão das habilidades cognitivas e psicomotoras.		
Desenvolvimento de um jogo educativo para crianças com hemofilia	Este artigo apresenta o projeto de Mestrado da aluna Roberta Mayumi Matsunaga. Trata-se do desenvolvimento de um jogo educativo para crianças com hemofilia. O objetivo do jogo é estimular crianças portadoras da doença a tomar atitudes adequadas em relação à doença. Ao longo do texto será descrito o processo de desenvolvimento da interface e as metodologias de Gerenciamento de Projetos utilizadas.		<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2847/4455">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2847/4455</a>
Avaliação de softwares educativos para o ensino de língua Portuguesa	Esta pesquisa teve como objetivo avaliar dois softwares educativos de conteúdos específicos de Língua Portuguesa, em discos compactos, para averiguar a possibilidade pedagógica desses materiais. A análise se baseou em critérios para os aspectos técnico, pedagógico, de leitura e compreensão textual. Após as análises, verificou-se que ambos os softwares não apresentam características que propiciam um eficiente ensino, pois apresentam boas características na parte técnica, mas nas dimensões pedagógica e específica não apresentam boa qualidade, tendo um dos softwares, apenas característica lúdica.	2014	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2444/2830">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2444/2830</a>
Elaboração de uma metodologia de desenvolvimento de software para a fábrica de software de uma instituição de ensino	O Instituto Federal de Goiás - Campus Inhumas, possui uma demanda reprimida de projetos de software que hoje não consegue ser atendida com a estrutura e equipe disponível. Por outro lado, estudantes dos cursos de informática do campus necessitam de experiências práticas que os capacitem para o mercado de trabalho. Diante deste contexto, está sendo implantada uma Fábrica de Software, com o propósito de oferecer aplicação prática aos alunos e também facilitar o desenvolvimento de sistemas de acordo com as necessidades do campus, unindo esforços de servidores do instituto com professores e estudantes. Uma Fábrica de Software deve ter, entre outras coisas, uma metodologia de desenvolvimento bem formulada que garanta a continuidade de projetos durante toda sua vida útil, independentemente dos participantes da equipe. É com esse objetivo que se propõe a formulação de uma metodologia padrão que seja adequada para as necessidades do instituto oferecendo as melhores condições de trabalho para as equipes envolvidas na Fábrica de Software do Campus Inhumas. Para isso, foi realizado um estudo bibliográfico das metodologias mais conceituadas na literatura e utilizadas no mercado de trabalho.	2013	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1429/2129">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1429/2129</a>
Sobre o Desenvolvimento de software educacional: proposta de uma Linha de Produto de Software para Módulos de	O atual uso intensivo da Web para apoiar a educação tem demandado o desenvolvimento de novas soluções educacionais que proporcionem maior interatividade do aprendiz com o conteúdo e que aprimorem as atividades docentes. Isso tem implicado em sistemas mais complexos e na necessidade de uma maior integração deles com os ambientes Web. Esse é o caso dos Módulos de Aprendizagem Interativa (iMA), uma família de sistemas para atividades interativas que podem ser integrados a		<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2403/2463">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2403/2463</a>

<p>Aprendizagem Interativa</p>	<p>Sistemas de Gerenciamento de Cursos. Entretanto, problemas no processo de desenvolvimento do sistema educacional pode anular eventuais benefícios didáticos, por exemplo, quando o sistema apresenta uma falha inesperada ou quando se leva muito tempo para sanar esta falha. Para reduzir as dificuldades enfrentadas pelos programadores, este trabalho propõe uma Linha de Produto de Software (LPS) como método sistemático de desenvolvimento para iMA. Neste artigo serão apresentados o processo de construção da LPS, além de dois iMA que foram implementados para avaliar a influência da LPS. As avaliações mostraram melhorias na percepção de produtividade, na qualidade do código produzido e na satisfação dos programadores. Outro resultado é o arcabouço de aplicação, disponível na forma de software livre para alavancar a produção de novos iMA.</p>		
--------------------------------	---	--	--

## APÊNDICE D – Modelo de Diário de Campo

Universidade Federal do Pampa  
Campus Alegrete

### Diário de Campo

**Responsável:** Cristiane Fontoura Silveira

**Local do desenvolvimento da atividade:** E.E.E.F. Dr. Arthur Horman

**Data do desenvolvimento da atividade:** dia/mês/ano

**Horário inicial da atividade:**

**Horário final da atividade:**

**Encontro:**

**Pessoas Envolvidas:**

Identificação	Registro de Entradas/Saídas

Desenvolvimento da atividade (dinâmica do trabalho)	Análise

**Dúvidas, questionamento e sugestão das pessoas envolvidas:**

--

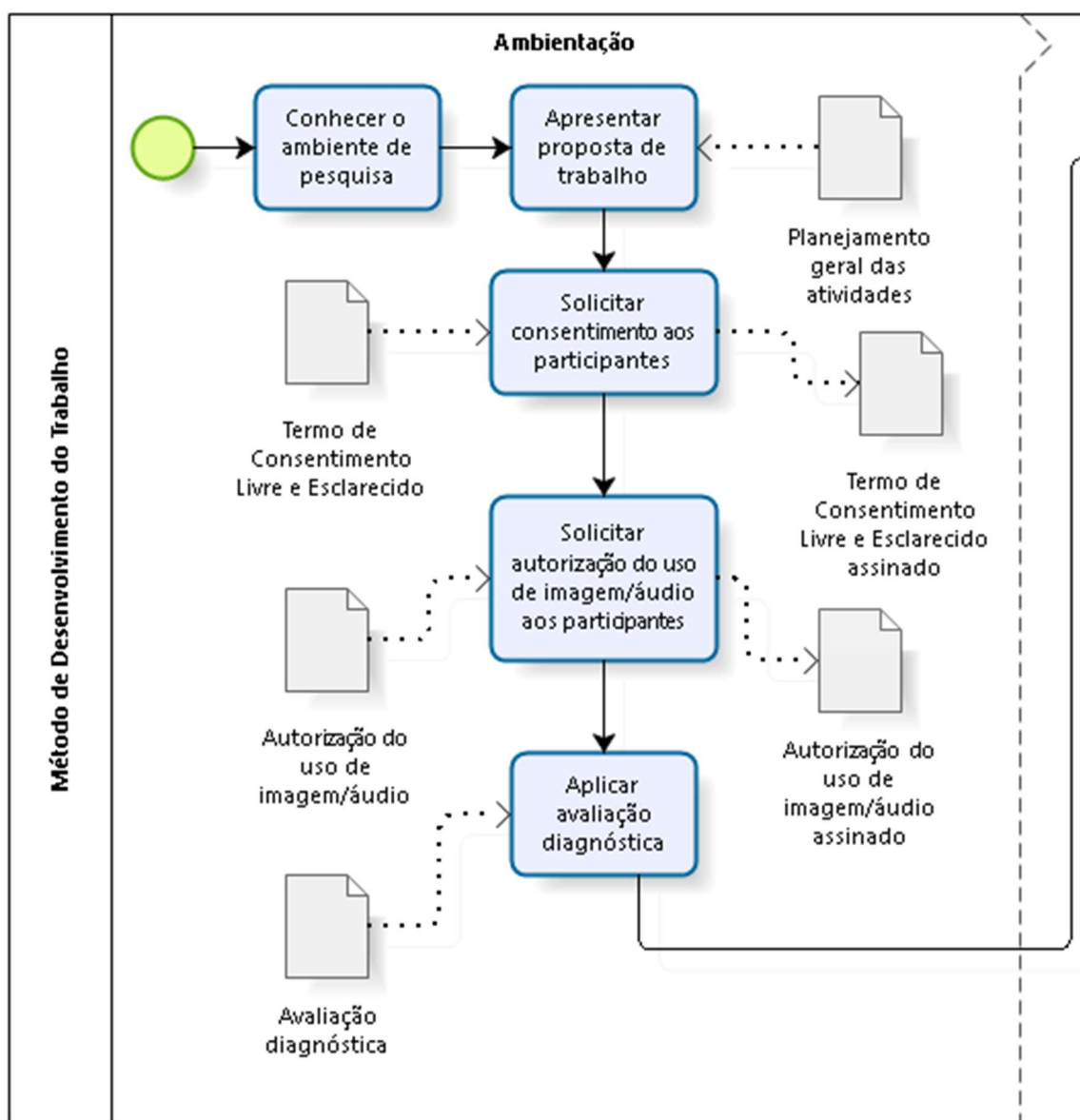
**Resultados Alcançados:**

**Avaliação (análise e avaliação da atividade realizada com base nos objetivos, resultados esperados e alcançados, dúvidas, questionamentos e sugestões das pessoas envolvidas):**

--

## APÊNDICE E – Processo de desenvolvimento segmentado em etapas

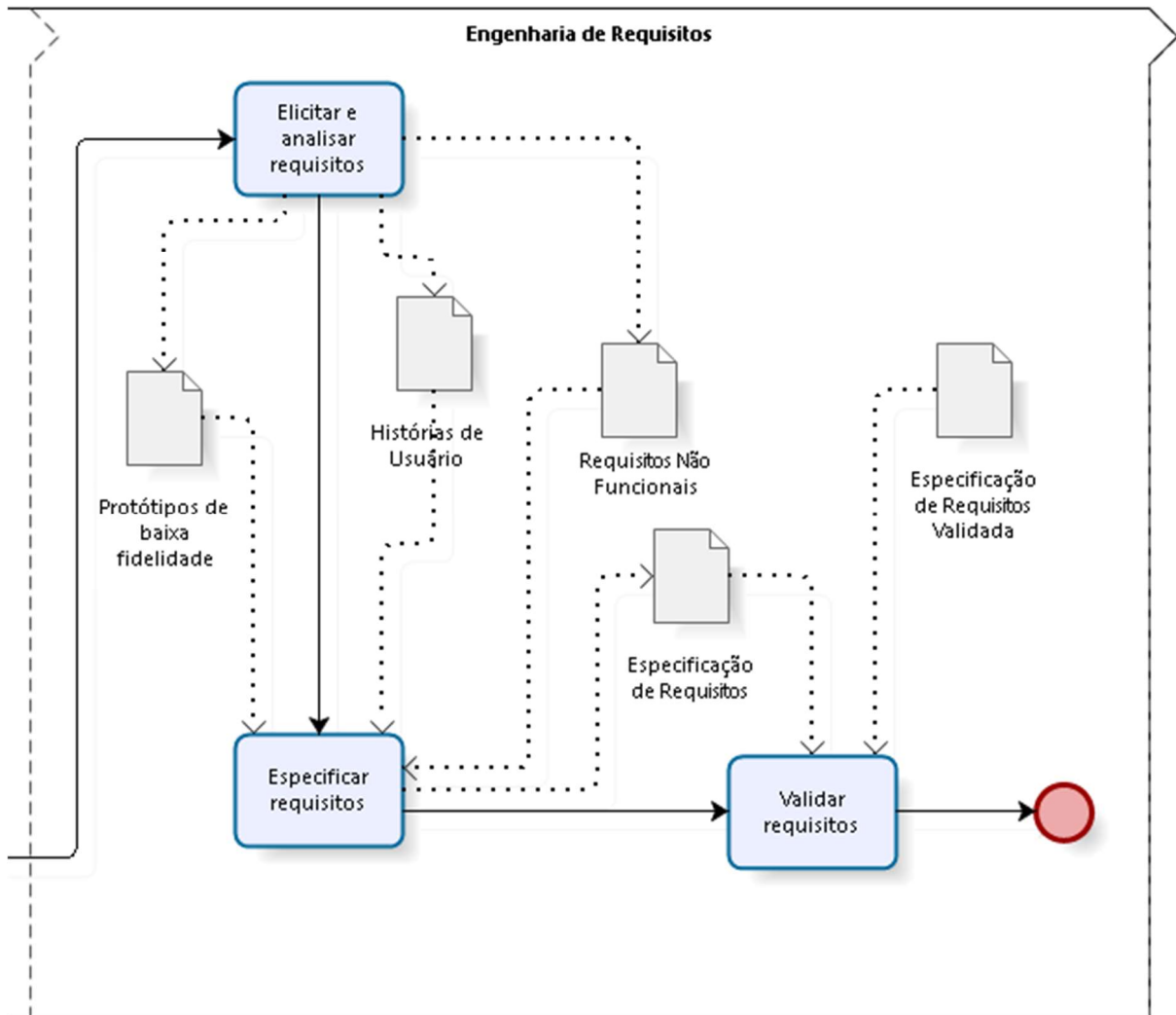
### Figura E1 – Etapa Ambientação segmentada



Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura E2 – Etapa de Engenharia de Requisitos Segmentada**



Fonte: Elaborado pela autora.

**APÊNDICE F – Planejamento geral das atividades na E.E.E.F. Arthur Horman**

<b>Data / Horário / Local</b>	<b>Planejamento</b>
<b>26/09/2017, 08:00-09:30</b> <b>(Sala de Aula + Laboratório de Informática)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da proposta de trabalho</li> <li>• Consentimento livre e esclarecido / Autorização para uso da imagem e áudio</li> <li>• Avaliação diagnóstica</li> <li>• Roda de conversa</li> </ul>
<b>03/10/2017, 08:00-09:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brainstorming</i></li> </ul>
<b>10/10/2017, 08:00-09:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Votação das Ideias geradas</li> </ul>
<b>17/10/2017, 08:00-09:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histórias de Usuário</li> </ul>
<b>24/10/2017, 08:00-09:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histórias de Usuário</li> <li>• Prototipação</li> </ul>
<b>31/10/2017, 08:00-09:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prototipação</li> <li>• Validar HU com a professora</li> </ul>
<b>07/11/2017, 08:00-9:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prototipação</li> <li>• Validar HU com a professora</li> </ul>
<b>14/11/2017, 08:00-9:30</b> <b>(Sala de Aula)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validação</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Autorização

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do projeto:** Um Processo de Desenvolvimento de Software Educacional com a Participação de Adolescentes

**Pesquisadora responsável:** Amanda Meincke Melo

**Pesquisadora participante:** Cristiane Fontoura Silveira

**Telefone para contato:** (55) 99908-9666

**Instituição:** Universidade Federal do Pampa – Unipampa

**O/A filho/filha do Sr./Sr<sup>a</sup>/Você** está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa de nome **Um Processo de Desenvolvimento de Software Educacional com a Participação de Adolescentes**, de um Trabalho de Conclusão de Curso, que tem por objetivo **realizar o levantamento e análise de requisitos para o desenvolvimento de software educacional com adolescentes**.

Por meio deste documento e a qualquer tempo o **Sr./Sr<sup>a</sup>/Você** poderá solicitar esclarecimentos adicionais sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar. Também poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação de seu/sua filho/filha a qualquer momento, sem sofrer qualquer tipo de penalidade ou prejuízo.

Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar que seu/sua filho/filha faça parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável.

Será realizado a engenharia de requisitos para o desenvolvimento de um software educacional para o ensino aprendizagem de conteúdo de matemática com os participantes, onde eles irão fazer parte do levantamento e validação de requisitos, seguindo um processo criado para este fim, onde terão atividades a serem executas pelos adolescentes juntamente com a pesquisadora. Eles, portanto, farão parte ativamente do projeto.

Neste projeto o participante pode estar sujeito a alguns riscos, como: desconfortos durante a execução do trabalho e conflitos ao trabalhar em grupos.

Como benefícios, este projeto traz o conhecimento e o aprendizado em desenvolvimento de software educacional, sobre conteúdos de matemática, assim como do trabalho em grupo.

Uma pesquisadora acompanhará sempre os participantes no desenvolvimento das atividades, para apoiá-los em todas elas.

Para seu/sua filho/filha participar deste estudo, o Sr./Sr. <sup>a</sup>/Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Os gastos necessários (se houver) para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelo pesquisador.

Seu nome e identidade serão mantidos em sigilo, assim como de seu/sua filho/filha, e os dados da pesquisa serão armazenados pelo pesquisador responsável. Os resultados poderão ser divulgados em publicações científicas e mostrará apenas como um todo sem que haja qualquer informação pessoal do participante.

Nome do (a) Participante da Pesquisa:

\_\_\_\_\_.

Nome do Responsável: \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Assinatura do Responsável

Nome da Pesquisadora Responsável:

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Assinatura da Pesquisadora Responsável

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

### **AUTORIZAÇÃO**

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) da cédula de identidade nº \_\_\_\_\_, responsável legal pelo (a) menor \_\_\_\_\_, portador (a) da cédula de identidade nº \_\_\_\_\_, autorizo o uso da imagem, da voz e conteúdos produzidos pelo(a) menor acima citado(a) durante o trabalho de conclusão de curso para fins didáticos, de pesquisa e de divulgação sem quaisquer ônus e restrições.

Fica ainda autorizada, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação dos itens citados acima, não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Alegrete, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

## APÊNDICE H – Modelo de avaliação diagnóstica

### Avaliação Diagnóstica

**Data:** dia de mês de 2017

**Local:** Escola Estadual de Ensino Fundamental Dr. Arthur Horman

Este questionário objetiva conhecer melhor sobre suas experiências no uso do Computador/Internet.

**Nome:**

**E-mail:**

**Idade:**

1. Há quanto tempo você utiliza computadores?

- Menos de 1 ano
- De 1 a 3 anos
- De 3 a 5 anos
- Mais de 5 anos

**Responda as questões seguintes somente se já tem algum contato com computadores.**

2. De quais locais você acessa um computador?

- Residência
- Escola
- Local de estágio/trabalho:
- Telecentro comunitário:
- Lan house/Cyber:
- Outro:

3. Quantas vezes por semana acessa a Internet?

- Não utilizo a Internet
- Raramente utilizo
- 1 a 3 vezes por semana
- Mais de 5 vezes por semana
- Estou sempre conectado(a)

4. Utiliza em seu dia-a-dia alguma das tecnologias computacionais a seguir?

- Computador (ex.: Desktop, Notebook, Netbook)
- Tablet
- Smartphone
- Autoatendimento bancário
- e-mail
- Vídeos online (ex.: YouTube, Netflix, Twitch)
- Facebook
- Messenger
- WhatsApp

- SMS
- Jogos online
- Notícias online
- Portais institucionais
- Petições online
- Outras:

5. Você já construiu um jogo ou programa de computador?

- Sim
- Não

6. Em caso afirmativo, qual programa você utilizou?

## APÊNDICE I – Questionário para a especialista de domínio



**Etapa:** Engenharia de Requisitos

**Técnica:** Entrevista fechada

**Artefato:** Questionário

**Entrevistado:**

**Data:**

---

### Perguntas:

#### CONTEÚDO/CONCEITOS

1. De modo geral, qual conteúdo trabalhado em aula teve uma melhor aceitação dos alunos? Qual teve uma menor aceitação?
2. Em qual conteúdo os alunos obtiveram melhor aproveitamento na resolução de exercícios? Em qual tiveram maior dificuldade?
3. Você considera importante revisar algum conteúdo já trabalhado em sala de aula?
4. Qual conteúdo você considera mais importante abordar em um software educacional para o ensino da Matemática para a turma de 8º ano?

#### HABILIDADES

5. Que habilidades você espera que os alunos desenvolvam a partir das atividades propostas para conceber um *software* educacional para aprendizagem de conteúdos da Matemática?
6. *Que habilidades podem ser desenvolvidas nos alunos a partir de um software educacional como o proposto?*

#### ABORDAGEM PEDAGÓGICA

7. Além de exposição de conteúdos/resolução de exercícios, que outras estratégias/métodos você já utilizou para o ensino da Matemática? De que modo mobiliza os alunos para o aprendizado dos conteúdos ministrados?
8. *Que tipos de atividades poderiam ser incluídas no software para refletir abordagem utilizada?*
9. *O que poderia mudar na didática atual com o uso desse software educacional?*

#### CONCORRENTES



10. Você poderia compartilhar algumas atividades ou alguns exercícios propostos em sala de aula?

11. Que jogos educacionais você já utilizou para o ensino da Matemática? O que você achou? O que chamou atenção nesses softwares? Encontrou alguma dificuldade? De que tipo?

### **PÚBLICO-ALVO**

12. Além de seus alunos de 8º ano, quem seriam usuários potenciais do *software* educacional proposto?

13. Qual a faixa etária dos possíveis usuários desse software?

*O que um software educacional para o ensino de Matemática deve possuir para ser atrativo e promover a aprendizagem?*

## APÊNDICE J – Histórias de usuário e lista de requisitos não funcionais organizadas

Quadro J1 – Histórias de usuário organizadas

ID	Descrição	Prioridade		
HU.A.01	Como usuário quero configurar opções para o personagem principal (sorvete), atribuindo a ele um sabor e um nome.	Alta		Alta
HU.A.02	Como usuário gostaria de acessar instruções que ensinam a jogar.	Baixa		Média
HU.A.03	Como usuário gostaria de ter acesso às maiores pontuações acumuladas.	Baixa		Baixa
HU.A.04	Como usuário quero visualizar, a qualquer momento, a pontuação acumulada durante um jogo.	Alta		
HU.A.05	Como um sorvete, quero realizar contas em nível crescente de dificuldade.	Alta		
HU.A.06	Como um sorvete, devo correr para fugir do fogo, Steve, para não perder confeitos ou derreter e, assim, conseguir realizar meu objetivo.	Alta		
HU.A.07	Como um sorvete, posso ser preso pelo fogo e perder energias (perder confeitos ou derreter) ou até mesmo morrer.	Baixa		
HU.A.08	Como um sorvete, devo abaixar para desviar de obstáculos.	Alta		
HU.A.09	Como um sorvete, devo pular para desviar de obstáculos.	Alta		
HU.A.10	Como um sorvete, devo deslizar com skate para desviar de obstáculos de lava de vulcão.	Alta		
HU.A.11	Como um sorvete, posso pular para pegar moedas.	Média		
HU.A.12	Como um sorvete, gostaria de pegar moedas para comprar confeitos.	Baixa		
HU.A.13	Como um sorvete, gostaria de trocar moedas por confeitos.	Baixa		
HU.A.14	Como um sorvete, gostaria de repor energias com confeitos para evoluir.	Baixa		
HU.A.15	Como um sorvete, posso solicitar ajuda da gata, Nina, na resolução de contas.	Média		
HU.A.16	Como um sorvete, gostaria de ser ajudado pela gata para repor energias (recongelar e ganhar confeitos).	Baixa		

HU.P.01	Como um sorvete, posso solicitar à gata acesso à tabuada para auxiliar na resolução de contas.	Média	
---------	--	-------	--

Quadro J2 – Lista de requisitos não funcionais organizadas

ID	Categoria	Descrição
RNF.A.01	Implementação	Plataforma mobile.
RNF.A.02	Conteúdo	Adição, subtração, multiplicação, divisão e cálculo de expressões.
RNF.P.01	Conteúdo	Regras de sinais, envolver frações.
RNF.P.02	Habilidades	Desenvolver a interpretação.
RNF.P.03	Habilidades	Desenvolver agilidade no raciocínio, evitando a necessidade de papel para resolver os cálculos propostos.
RNF.P.04	Proposta Pedagógica	Nível crescente de dificuldade.
RNF.P.05	Proposta Pedagógica	Ludicidade.
RNF.P.06	Proposta Pedagógica	Apresentar questões práticas.
RNF.P.07	Público-alvo	Atender a estudantes do 3º ao 9º ano.

**APÊNDICE K – Modelo de questionário para validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais**

**Questionário para Validação das histórias de usuário e requisitos não funcionais**

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Para consolidar a Engenharia de Requisitos, é necessário responder os pontos de Verificação. Caso não haja um consenso, os tópicos serão abertos para discussão.**

**A respeito da Engenharia de Requisitos, responda os Pontos de Verificação.**

<b>Pontos de Verificação</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
As Histórias de Usuário Organizadas e a Lista de Requisitos Não Funcionais refletem o que foi idealizado pelo grupo?		
Tudo o que é desejado está documentado?		
Todos os requisitos podem ser desenvolvidos para gerar o jogo pretendido?		
As Histórias de Usuário Organizadas e a Lista de Requisitos Não Funcionais apresentam as informações de forma objetiva, de modo que possam ser verificadas se foram desenvolvidas?		

**APÊNDICE L – Modelo de questionário para validação dos aspectos educacionais  
utilizado com a professora**

**Questionário para Validação dos Aspectos Educacionais**

**Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_**

**Para consolidar a Engenharia de Requisitos, é necessário responder os pontos de Verificação. Caso não haja um consenso, os tópicos serão abertos para discussão.**

**A respeito dos Aspectos Educacionais, responda os Pontos de Verificação.**

<b>Aspectos Educacionais</b>	
<b>Subcaracterística</b>	<b>Pergunta</b>
Coerência	A proposta de software educacional é coerente com a sua abordagem pedagógica? Justifique.
Contextualização	A proposta de software está aderente ao contexto educacional? Justifique.
Motivação	A proposta de software tem potencial de atrair alunos para o conteúdo apresentado e apoiar na avaliação de seu conhecimento? Justifique.
Satisfatoriedade	A proposta de software tem o potencial de gerar satisfação e intensidade no uso por estudantes? Justifique.
Adequação à faixa etária	A proposta está adequada a um público na faixa etária pretendida (8 a 16 anos)? Justifique.

**APÊNDICE M –** Transcrição roda de conversa informal gravada em áudio realizada com os adolescentes e a professora no laboratório de informática

**Questões/Respostas**

- Quais conteúdos da Matemática recordam de estudar? R.: Equação, álgebra, monômio, polinômio.
- Qual conteúdo gostaram mais? R.: Monômio, polinômio e álgebra.
- Qual conteúdo tiveram dificuldade? R.: Expressões.
- Revisar um conteúdo em um software educacional seria interessante? R.: Sim.
- Já utilizaram o computador para aprendizagem de Matemática? De que forma? R.: Sim. Através da internet podem assistir vídeos sobre determinado conteúdo.
- Já utilizaram algum software educacional para a aprendizagem de conteúdo da Matemática? Qual? R.: Sim. Tux of Math. / Um dos adolescentes mostrou o software e a professora mencionou que na aula anterior trabalham com os números inteiros no software.
- Gostam de ir ao laboratório? Por quê? R.: Sim, é legal, interessante, e é uma atividade diferente da sala de aula.
- O que o software educacional utiliza proporciona aos alunos? R.: Ajuda no raciocínio mais rápido, promove a agilidade para realizar tarefas.
- De que maneira trabalha com o software educacional? R.: Às vezes separa a turma em grupos, onde competem entre si e os motiva a jogar.
- Gostam de utilizar o software para jogar? R.: Sim, quando há competição.
- O que mais gostam de utilizar no computador? R.: Internet.

**Outras resoluções da conversa:**

- O professor geralmente observa os alunos e não joga no software educacional.
- A professora já explorou o software para ver os conteúdos que o jogo proporciona aprendizagem.
- O conteúdo do jogo é abrangente, pois vai desde os números naturais até os inteiros.
- O software é interessante pois tem vários níveis de dificuldade.
- O computador foi utilizado pela professora com outra turma, a turma foi desafiada a desenhar apenas com figuras geométricas.

Fonte: Elaborado pela autora.