



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO

Yvan Pereira dos Santos Brito

**Implementação de um fluxo dinâmico de dificuldade e viabilização de acessibilidade
para o jogo “As Aventuras de Amaru”**

Belém
2018

Yvan Pereira dos Santos Brito

**Implementação de um fluxo dinâmico de dificuldade e viabilização de acessibilidade
para o jogo “As Aventuras de Amaru”**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Dionne Cavalcante Monteiro
Coorientador: MSc. Gilberto Nerino de Souza Junior

Belém

2018

Yvan Pereira dos Santos Brito

**Implementação de um fluxo dinâmico de dificuldade e viabilização de acessibilidade
para o jogo “As Aventuras de Amaru”**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em: 20 de fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Dr. Dionne Cavalcante Monteiro – UFPA (Orientador)

MSc. Gilberto Nerino de Souza Junior – UFPA (Coorientador)

Dr. Carlos Gustavo Resque dos Santos – UFPA (Avaliador)

Dr^a. Marcelle Pereira Mota – UFPA (Avaliadora)

Aos meus pais, por sempre colocarem a educação
dos filhos em primeiro lugar

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus familiares por me apoiarem nas minhas decisões, especialmente aos meus pais, Waldir Pereira de Brito e Ana do Socorro Ferreira dos Santos, que sempre colocaram a educação dos filhos em primeiro lugar desde o dia em que estes chegaram ao mundo, e que moldaram, nos mínimos detalhes, o ser humano que sou hoje e a minha irmã Yrvana Brito que mesmo com as “briguinhas” normais entre irmãos eu a amo muito. O crédito é todo deles.

Agradeço também aos amigos Russel Correa, Jean Holanda, Vitor Yuji, Isaac Magalhães, Leo Tolosa, Ítalo Dourado, Albino Jr e Alander Ribeiro que me acompanham desde o ensino médio, sempre me trazendo momentos de descontração e alegria quando a preocupação com as obrigações acadêmicas atingia meus limites.

Agradeço aos amigos de laboratório Leonardo Matakura, Ellton Sales, Anderson Batista, Carla Araújo, Francielma Assunção, Paola Braga que me acompanharam durante as elaborações de pesquisas e relatórios feitos dentro do laboratório onde obtive ensinamento que levarei a vida toda comigo.

Agradeço às grandes amizades que fiz durante meu período de graduação dentro da UFPA. Muitos deles meus colegas de turma como Adriano Barreto (pela calma nos momentos de aflição), Caio Pinheiro (pelo grande amigo que é), Felipe Eliasquevici (por ser o mais inteligente, na minha opinião, e tentar ajudar a todos com esse talento), Felipe Lopes (pelos conselhos), Filipe Damasceno (pelo talento de fazer todos sorrirem), Gabriel Crispino (pelas excelentes imitações), Gabriel Escudeiro (pelas histórias contadas, mesmo a maioria delas sendo fantasiosas), George Tassiano (pelos ensinamentos nos momentos que mostrava-se com a autoestima sempre alta mesmo quando a situação piorava), Giordanna De Gregoriis (pelos momentos de companheirismo), Kaê Uchoa (por ser o mais responsável), Danilo Figueiredo (por ser como um pai para todos da turma), Paulo Sena (pelo otimismo nos trabalhos em grupo), Paulo Victor Sfair (pelos ensinamentos na área da programação), Ramon Cordeiro (pelas gírias inventadas que eu nunca vou esquecer), Renan Filip (por ser a dupla do Gabriel Crispino nas imitações), Ricardo Arraes (pela humildade, e por me surpreender com a habilidade de dormir em algumas aulas mas mesmo assim tirar notas boas), Thales Sousa (pelos momentos de descontração e por ser um grande amigo) e Abner Farias (pelas conversas no laboratório). Apesar de pequenas desavenças durante alguns trabalhos em grupo, a companhia deles durante essa jornada foi incrível.

E agradeço também àqueles que conheci fora da sala de aula como Renato Oliveira (pelas conversas pelos corredores do ICEN e por ser o amigo em quem tento me espelhar na área acadêmica), Jessica Andrade (pelos abraços e palavras aconchegantes) e Cynthia Telles (a pessoa que eu conheci em uma viagem de ônibus e que me acompanha desde antes do início deste trabalho sendo uma das melhores companhias que já tive mesmo morando longe). Todos foram parte importante da minha história e estarão para sempre em minha memória.

Agradeço também ao meu professor e orientador Dionne Monteiro, que me acompanha desde o início da minha graduação, por ser um excelente orientador e estar sempre disposto a tirar as minhas dúvidas e a mostrar o melhor caminho para se chegar na excelência. E ao meu coorientador Gilberto Nerino Jr minha gratidão por me aceitar como parte da equipe dos projetos de pesquisa para o seu doutorado e me fazer passar por um dos meus melhores momentos da minha graduação: o momento da coleta dos dados em uma escola infantil. Ver a animação daquelas crianças em utilizar um material fruto de nosso trabalho foi um dos momentos mais gratificantes para mim.

Agradeço a todos os meus professores da Faculdade de Computação que sempre se mostraram dispostos a passar os seus conhecimentos aos seus alunos e que ajudaram a construir o profissional que sou, em especial aos meus avaliadores.

No fim tudo dá certo, e se não deu certo, é porque
ainda não chegou ao fim.

Fernando Sabino

RESUMO

No Brasil há um grande número de pessoas analfabetas. De acordo com estatísticas de 2015 do IBGE, cerca de 8% da população brasileira com 15 anos ou mais de idade são analfabetos. Apesar de políticas públicas serem implementadas nas regiões mais precárias do país, a eficiência das mesmas parece não ser suficiente para zerar estes dados ou, pelo menos, diminuir estes números a um nível satisfatório. Com isso, diversos projetos educacionais foram desenvolvidos para contornar estes problemas e um destes projetos foi idealizado a partir de uma parceria entre psicólogos e profissionais da área da computação gerando o jogo chamado “As Aventuras de Amaru”, com o intuito de auxiliar crianças na leitura e escrita utilizando tarefas que apresentam letras, sílabas e figuras. Para este trabalho foram desenvolvidos um sistema de balanceamento de dificuldades das tarefas executadas no jogo com o objetivo de balancear as tarefas que são atribuídas às crianças; e adaptações nas interações com o jogo adicionando uma ferramenta de detecção de movimentos chamada Leap Motion, onde o usuário pode usar movimentos de uma ferramenta acoplada em sua mão para guiar o Amaru pela fase caso o teclado e *mouse* não sejam a melhor opção. Além disso, foram realizadas mudanças na interface gráfica do jogo para melhor interação com o usuário e com o especialista que manipulará a aplicação.

Palavras-chave: Jogos digitais, jogos educativos, fluxo de dificuldade, ensino de leitura e escrita, tecnologia assistiva.

ABSTRACT

In Brazil there are a large number of illiterate people. According to IBGE's 2015 statistics, about 8% of the Brazilian population aged 15 years or older are illiterate. Although public policies are implemented in the most precarious regions of the country, their efficiency does not seem to be enough to zero these data or at least to reduce these numbers to a satisfactory level. With this, several educational projects were developed to overcome these problems and one of these projects was conceived from a partnership between psychologists and computer professionals generating the game called "The Adventures of Amaru", with the purpose of helping children in reading and writing using tasks that present letters, syllables, and pictures. For this work a system of balancing difficulties of the tasks performed in the game was developed with the purpose of balancing the tasks that are assigned to the children; and adaptations in the interactions with the game, adding a tool of detection of movements called Leap Motion, where the user can use motions of a coupled tool in your hand to guide the Amaru through the level if the keyboard and mouse are not the best option. In addition, changes have been made to the game's graphical interface for better interaction with the user and the expert who will handle the application.

Keywords: Digital games, educational games, difficulty flow, reading and writing teaching, assistive technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tela ALE RPG. Fonte: (Siqueira, Barros, Monteiro, de Souza, & Marques, 2012).	23
Figura 2: Tela ALE RPG. Fonte: (Siqueira, Barros, Monteiro, de Souza, & Marques, 2012).	23
Figura 3: Comparação do Minijogo do Cubo. Fonte: (Oliveira, 2016)	24
Figura 4: Elemento do XML representando uma tarefa do jogo	30
Figura 5: Elementos do CSV representando as tarefas do jogo	31
Figura 6: Diagrama de sequência do processo de geração do fluxo	32
Figura 7: Diagrama do modelo de testes proposto para o sistema do fluxo dinâmico de dificuldade	33
Figura 8: Abertura do Jogo. Fonte: (de Aviz, 2013)	35
Figura 9: Amaru (a) e Urama (b). Fonte: (Oliveira, 2016)	35
Figura 10: Modelo ou Estímulo sendo mostrado	36
Figura 11: Comparações no jogo As Aventuras de Amaru	37
Figura 12: Minijogo do Cubo	37
Figura 13: Minijogo da Plataforma	38
Figura 14: Minijogo da Jetpack	38
Figura 15: Tarefa com som como estímulo. O alto-falante representa o áudio a ser reproduzido	39
Figura 16: Tarefa com imagem como estímulo	39
Figura 17: Tarefa com palavra como estímulo	39
Figura 18: Comparações das tarefas com sílabas. As palavras representadas são CAVALO e MULETA	40
Figura 19: Tela do jogo antes. Fonte: (de Aviz, 2013)	40
Figura 20: Tela de criação de novo jogador antes. Fonte: (de Aviz, 2013)	41
Figura 21: Tela de configuração antes. Fonte: (de Aviz, 2013)	41
Figura 22: Tela de carregar jogador antes: Fonte: (de Aviz, 2013)	42
Figura 23: Nova tela de interface do usuário	43
Figura 24: Tela de carregamento de jogador	43
Figura 25: Selecionando uma das poções	44
Figura 26: Representação de acerto e como juntar sílabas (a) e representação de erro (b)	44
Figura 27: Peças de recompensa (a) e os pesos de seus valores no jogo (b)	45
Figura 28: Recompensas do jogo e suas pontuações representativas	45
Figura 29: Exemplos de fluxo de dificuldade. Eixo X: número da tarefa. Eixo Y: dificuldade da tarefa. (a) função linear com 20 tarefas, (b) função sigmoïdal com 15 tarefas. Fonte: (Nerino G. d., 2015)	46
Figura 30: Fluxo de dificuldade do tipo degrau	47
Figura 31: Estados de um fluxo de dificuldade	48
Figura 32: Primeiro passo do balanceamento	50
Figura 33: Segundo passo do balanceamento	51
Figura 34: Terceiro passo do balanceamento	51
Figura 35: Representação da utilização do Leap Motion (Guedim, 2017)	52
Figura 36: Relógio indicativo do pulo do personagem	53
Figura 37: Tela inicial do software desenvolvido	54

Figura 38: Tela inicial com os campos preenchidos.....	55
Figura 39: Novo fluxo de dificuldade do aluno 1.....	56
Figura 40: Novo fluxo de dificuldade do aluno 2.....	56
Figura 41: Novo fluxo de dificuldade do aluno 3.....	57
Figura 42: Imagens das órteses separadas	58
Figura 43: Uma das órteses encaixadas em uma mão	58
Figura 44: Uma das órteses encaixada na mão junto com a ferramenta.....	59
Figura 45: Uma das órteses e ao lado o suporte para ferramenta	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Combinações de tarefas que podem ser realizadas com o GIEC. Fonte: (Marques, Golfeto, & Melo, 2011)	22
Quadro 2: Porcentagem de respostas positivas ao questionário	26
Quadro 3: Critérios de ajustes nas dificuldades das tarefas	49

LISTA DE SIGLAS

GEIC	Gerenciador de Ensino Individualizado por Computador
UFPA	Universidade Federal do Pará
IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística
PC	Personal Computer
ALEPP	Aprendendo A Ler e Escrever em Pequenos Passos
ALE RPG	Aprendendo a Ler e Escrever em Pequenos Passos com RPG
IDE	Integrated Development Environment
XML	Extensible Markup Language
CSV	Comma-Separeted Values
LED	Light-Emitting Diode

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. JUSTIFICATIVA	16
1.2. MOTIVAÇÃO.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.4. ESTRUTURA.....	18
2. ESTADO DA ARTE.....	19
2.1. CONCEITO	19
2.1.1. LUDICIDADE.....	19
2.2. FERRAMENTAS	19
2.2.1. GEIC	19
2.2.2. ALE RPG.....	22
2.2.3. AJUSTE DINÂMICO DE DIFICULDADE EM UM JOGO EDUCACIONAL.....	23
2.2.4. PESQUISA SOBRE O ENGAJAMENTO EM JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DA LEITURA	24
3. PROPOSTA DO TRABALHO	28
3.1. METODOLOGIA.....	28
3.1.1. LOG DE DESEMPENHO	29
3.1.2. DIAGRAMAS DO SISTEMA	31
3.1.3. DIAGRAMA DE MODELO DE TESTE.....	32
3.2. DESIGN DO JOGO	34
3.2.1. ESTÓRIA DO AMARU	34
3.2.2. COMPONENTES E VARIÁVEIS.....	35
3.2.3. INTERFACE DE USUÁRIO	40
3.2.4. TUTORIAL	43
3.3. ADAPTAÇÃO DO FLUXO DE DIFICULDADE	45
3.3.1. FLUXO DE DIFICULDADE.....	45
3.3.2. GERAÇÃO DE UM NOVO FLUXO	47
3.4. UTILIZAÇÃO DO LEAP MOTION	51
4. RESULTADOS.....	54
4.1. FLUXO DINÂMICO DE DIFICULDADE	54
4.2. LEAP MOTION	57
5. CONCLUSÃO.....	60

5.1. RETROSPECTIVA DO TRABALHO	60
5.2. TRABALHOS FUTUROS	60
5.3. LIÇÕES APRENDIDAS.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

Muitos países possuem um grande número de pessoas que fazem parte das estatísticas do analfabetismo, incluindo o Brasil. De acordo com dados do IBGE (IBGE, 2016) em 2015, 8% da população brasileira com 15 anos ou mais de idade são analfabetos. Apesar desta taxa ter decrescido durante os últimos anos (2012: 8,7%; 2013: 8,5%; 2014: 8,3%), esta porcentagem corresponde a, aproximadamente, 13 milhões de pessoas, que significa um número alarmante.

Em todas as regiões do Brasil houve um decaimento da taxa de analfabetismo, exceto na região Norte. De acordo com os mesmos dados, no ano de 2015, a taxa subiu de 9% da população do Norte para 9,1%. Mesmo com decaimentos sucessivos nas taxas, a região Nordeste é o que possui o maior índice de 16,2% de sua população contra 16,6% da pesquisa anterior. A partir destes números, pedagogos, psicólogos e pesquisadores da área da educação propõem soluções para tentar remediar tal situação (Azevedo & Marques, 2001).

Com isso, inúmeros trabalhos foram revelados no universo acadêmico com o objetivo de diminuir esses números entre as crianças em idade de alfabetização (a partir de 6 anos de idade) utilizando como recurso principal ferramentas eletrônicas com acompanhamento de profissionais da área. Entre estes destaca-se o Gerenciador de Ensino Individualizado por Computador (GEIC) (Capobianco, et al., 2009), que após teste em salas de aula desempenhou bons resultados mas sem um papel engajador nas crianças que utilizaram o sistema, o que reduz sua eficiência, e por consequência a desistência da maior parte dos aprendizes devido a sua forma de execução sistemática e pela ausência de elementos lúdicos (Santos, 2001).

Jogo eletrônico é uma forma de entretenimento que busca propor desafios para o usuário cumprir utilizando periféricos de um computador. Um jogo eletrônico pode ser considerado, também, uma simulação do mundo real onde são executados cálculos para determinar a posição e movimentação de objetos, cálculos sobre como cada pixel deve se apresentar para compor a cena na tela de um computador, colisões, comportamentos de animais e humanos, etc.

Todas essas características são essenciais para o funcionamento de um jogo e a forma como eles trabalham em conjunto determina se o jogo é de qualidade ou não. Não somente isso, mas um jogo de qualidade consegue também executar o máximo possível dessas características utilizando os recursos físicos que o computador tem para oferecer, sem comprometer o seu funcionamento. Executar um jogo em um *PC Gamer*, por exemplo, é bem diferente do que executar o mesmo jogo em um *smartphone* que utiliza como sistema operacional o Android ou o IOS, pois a diferença da quantidade de recursos oferecidos por ambos é muito grande.

Os jogos eletrônicos são uma ferramenta de grande impacto na educação. Para isso, é preciso construir enredos e sistemas de jogabilidade observando o contexto para que se construa

um sistema com o poder de engajamento cognitivo que os jogos apresentam em atividades que promovam a capacidade de aprendizagem. Em resumo, é necessário equilibrar a função lúdica da função educativa dos jogos, ou seja, se a função lúdica for predominante, não teremos ensino, somente jogo, e se a função educativa se sobrepõem, teremos somente ensino sem jogo algum para ser jogado (Kishimoto, 1993) (Fundenberg & Levine, 1998) (Prensky, 2003).

O projeto “As Aventuras De Amaru: Um jogo de apoio ao ensino de leitura e escrita para crianças com dificuldades de aprendizado” (de Aviz, 2013) foi inicializado com o intuito de transformar o ALEPP (Aprendendo a Ler e Escrever em Pequenos Passos) (Rose, Sousa, Rossito, & Rose, 1989), projeto que inspirou o GEIC (Capobianco, et al., 2009), em um jogo eletrônico educacional para que esse sistema estivesse tanto em dispositivos *desktops* quanto em *tablets*, para assim, alcançar um maior número de crianças e tornar o sistema mais acessível.

Observa-se também que muitos trabalhos na área da tecnologia assistiva se destacam principalmente auxiliando pessoas com certas deficiências físicas utilizando tecnologias que não foram desenvolvidas para esse meio a priori (Butt A. , et al., 2017). A exemplo disso pode-se citar pesquisas que utilizam o Leap Motion (Leap Motion, s.d.), que detecta movimentos realizados pelas mãos e dedos do usuário e, em versões mais antigas, consegue detectar movimentos executados por alguma ferramenta utilizado pelo usuário, como uma pesquisa de 2017 (Alimanova, et al., 2017), que utiliza o Leap Motion para “gameficar” o tratamento de reabilitação dos músculos da mão, ajudando a desenvolver o tônus muscular e a precisão em gestos usando tecnologia de realidade virtual tornando o processo de reabilitação mais efetivo, assim como aumenta a motivação dos pacientes. Além do artigo citado, um outro exemplo de pesquisa que utiliza esta tecnologia é citado no artigo (Butt A. , et al., 2017) que busca investigar o potencial do *Leap Motion Controller* em fazer uma avaliação objetiva da disfunção motora em pacientes que apresentam a doença de Parkinson.

Percebe-se que pesquisas na área de tecnologia assistiva vem crescendo ultimamente pela maior disponibilidade da tecnologia capaz de facilitar as interações humano-computador e pela alta demanda e necessidade que a área oferece. Um exemplo de trabalho nessa área utiliza o Kinect (Microsoft, Kinect for Xbox One, s.d.) em um jogo que reúne recursos computacionais e métodos fisioterapêuticos para ajudar no tratamento e reabilitação de pessoas que possuem problemas de equilíbrio e controle corporal causados pelo avanço da idade ou por algum problema funcional (Soares, et al., 2016).

1.1. JUSTIFICATIVA

O uso do computador tornou-se frequente na vida das pessoas. Com isso, cada vez mais cedo crianças adentram o universo da tecnologia e não sofrem de grandes dificuldades ao se

deparar com o mundo dos jogos eletrônicos que são ambientes lúdicos e atrativos para a faixa etária em questão (Albuquerque, et al., 2014).

A partir de testes realizados com o jogo “As Aventuras de Amaru” (Nerino, et al., 2017), percebeu-se a necessidade de aumentar a dificuldade de algumas tarefas apresentadas para as crianças, já que algumas delas já possuíam certo domínio de algumas palavras da língua portuguesa e outras não apresentavam tanto domínio o que tornava a experiência pouco animadora para elas. Além disso, uma das crianças disponível para os testes possuía certa deficiência nas mãos que a impossibilitava de jogar o jogo.

Pensando nessas duas problemáticas, foi elaborado um incremento para o jogo para torna-lo adaptativo, tanto para as crianças que possuem certa habilidade com o jogo quanto para as crianças que não tem tanta familiaridade com esse tipo de software, e inclusivo, com o intuito de abranger pessoas que não possuem total coordenação motora nas mãos a ponto de impossibilitá-las a usar os controles padrões do jogo (*mouse* e teclado).

1.2. MOTIVAÇÃO

A partir de testes realizados em (Nerino, et al., 2017), notou-se que parte dos alunos avançavam muito rápido entre as tarefas das atividades ou, por achar o jogo repetitivo e não oferecer desafios mais difíceis, desistiam dos testes. Outros alunos achavam as tarefas difíceis demais e acabavam ou desistindo porque não conseguiam sair de uma tarefa ou tendo que ser retirado das estatísticas porque não conseguiam completar os treinos.

Além do fator de engajamento das aplicações, notou-se a exclusão de um dos alunos para a realização dos testes pois o mesmo possui uma deficiência nas mãos e por esse motivo ele não poderia utilizar nem o teclado e nem o *mouse*, as duas únicas formas de interação com o jogo na época.

A partir destes problemas encontrados propõem-se, então, a alteração das dificuldades das tarefas, para que os alunos mais experientes sejam encorajados a continuar jogando, os alunos com pouca habilidade de leitura não fiquem estáticos por muito tempo nas tarefas e que possam aprender com tarefas que correspondam ao seu próprio nível. Propõem-se, também, a inclusão das crianças com deficiência através da adaptação dos controles do jogo para o dispositivo Leap Motion, que detectará o movimento de uma ferramenta acoplada em uma luva e, sem precisar utilizar botões do teclado e do mouse, controlará o personagem principal pelo cenário do jogo, como será explicado nos capítulos mais adiante.

1.3. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral adaptar o jogo “As Aventuras de Amaru” (de Aviz, 2013) para que possa ser um jogo adaptável e adaptativo nas tarefas que serão

realizadas pelo aluno, e inclusivo, para que pessoas com algum tipo de deficiência física que impossibilite de usar os meios tradicionais de entrada (“mouse” e teclado) possam ser avaliadas pelo sistema.

Tal objetivo foi dividido em dois objetivos específicos.

- Implementação de um fluxo dinâmico de dificuldade entre os treinos para melhor personalização das tarefas para cada aluno;
- Implementação de uma nova forma de interação com o jogo utilizando o dispositivo Leap Motion que irá captar a movimentação de uma ferramenta adaptada em uma luva adequada para a mão do jogador/aluno para guiar o personagem para a direção que ele deve ir.

Após a finalização deste trabalho, o fluxo dinâmico, por si só, diminuiria a dificuldade dos treinos para aqueles alunos que possuem muita dificuldade no aprendizado da língua portuguesa, para não tornar a experiência durante o jogo desagradável, e aumentaria a dificuldade dos treinos para aqueles alunos que já possuem experiência com a leitura e escrita das palavras apresentadas, tornando o jogo mais desafiador para os mais experientes, mais receptivo para os que apresentam dificuldades e engajando o aluno terminar o treino. Somado a isso, a nova forma de interagir torna o jogo mais acessível a alunos que possuem certas limitações para utilização das ferramentas utilizadas atualmente no jogo.

1.4. ESTRUTURA

Este trabalho está organizado em 5 capítulos onde o primeiro deles é introdutório, onde é falado sobre a justificativa da realização deste, algumas das motivações e seus objetivos. Além desta introdução, o trabalho possui os seguintes capítulos:

- Capítulo 2, fala sobre o Estado da Arte em que este está inserido, mencionando trabalhos anteriores que deram suporte e que foram a base para a produção deste;
- Capítulo 3, fala sobre a Proposta do Trabalho, onde serão apresentados com mais detalhes os problemas que acarretaram na produção deste trabalho e como eles serão tratados;
- Capítulo 4, fala sobre os Resultados obtidos através dos métodos utilizados;
- Capítulo 5, fala sobre a Conclusão onde será apresentado um pequeno resumo do trabalho, o aprendizado obtido durante a produção deste e algumas melhorias que deverão ser inseridas no futuro;

2. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo serão apresentados trabalhos relacionados referentes ao tema a ser discutido neste trabalho. É de grande importância o entendimento dos mesmos pois serviram de base para a implementação de soluções proposta nos objetivos.

O primeiro item discute sobre o GEIC (Capobianco, et al., 2009), o primeiro projeto que tinha como objetivo analisar e ensinar crianças em idade de alfabetização (6 a 8 anos) através de tarefas geradas por computador. O segundo item fala sobre o ALE RPG (Siqueira, Barros, Monteiro, de Souza, & Marques, 2012) que foi um marco entre os projetos que trabalhavam com ensino de língua portuguesa por “gameficar” elementos que eram utilizados pelo GEIC. O terceiro item fala sobre uma nova abordagem do projeto “As Aventuras de Amaru” (de Aviz, 2013) com o intuito de reconstruir o jogo e tornar a dificuldade das tarefas dinâmica enquanto o jogador está realizando as tarefas.

2.1. Conceito

2.1.1. Ludicidade

Segundo de Aviz (de Aviz, 2013), o objetivo principal do jogo é auxiliar na alfabetização de crianças com dificuldades de aprendizado na Língua Portuguesa de forma lúdica e de fácil entendimento. Para isso, foram utilizados elementos que bons jogos educativos devem apresentar (Passerino, 1998). Dentre eles, destaca-se:

- O trabalho com representações virtuais de forma adequada tanto em 2D como em 3D;
- A disposição de informações de forma clara e objetiva que possam ser apresentadas de diversas maneiras, tais como: imagens, textos e sons;
- A exigência de concentração, coordenação e organização por parte do jogador;
- Trabalho com a disposição espacial das informações;

Possibilidade de um envolvimento entre o jogador e o computador de forma gratificante.

2.2. Ferramentas




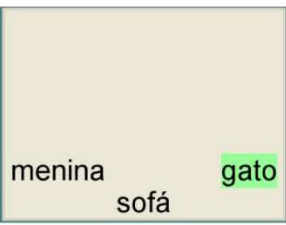
2.2.1. GEIC


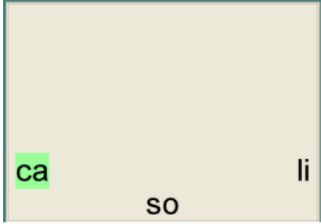



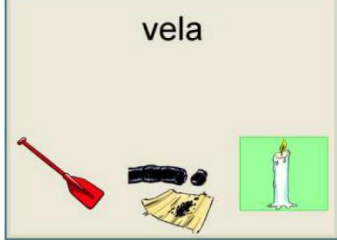
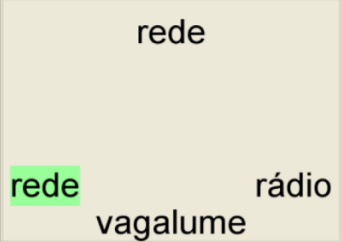
O ALEPP (Rose, Sousa, Rossito, & Rose, 1989) foi a base psico-educativa para o projeto "As Aventuras de Amaru". Um dos seus principais objetivos era de instruir crianças da primeira série de escolas públicas que fracassaram repetidamente na aquisição da linguagem escrita (Rose, Sousa, Rossito, & Rose, 1989). Até então, os exercícios e atividades educativas feitas com as crianças utilizavam papel e cartolina, o que não trazia muito engajamento para elas. Com isso, houve a necessidade de melhorar o engajamento no jogo para as crianças através da informatização dessas atividades com o projeto GEIC (Capobianco, et al., 2009).

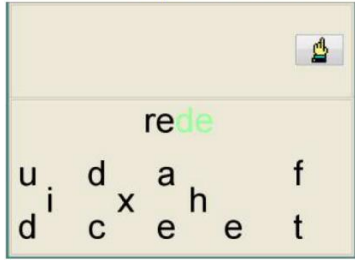
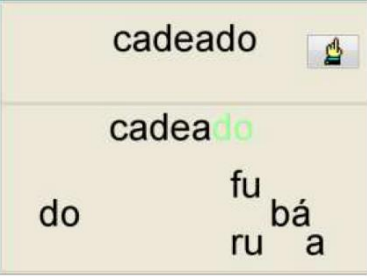
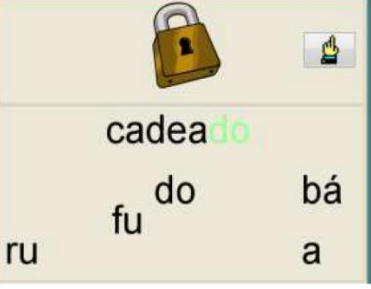
Com a informatização do conteúdo, o GEIC apresenta uma mecânica chamada de “Match-to-Sample” (Rose, Souza, & Hanna, 1996), que consiste em apresentar um estímulo - também chamado de modelo de aprendizado - e duas ou mais alternativas aos quais o aluno é livre para escolher.

O Quadro 1 mostra as possíveis combinações de tarefas que podem ser realizadas pelo aluno durante as sessões de testes do GEIC. A coluna de Tipo da Tarefa mostra as combinações de modos em que a palavra e as escolhas são apresentadas como:

- A: Som. O modelo é exibido ditado em forma de áudio para o aluno;
- B: Imagem. O modelo é exibido em forma de imagem para o aluno;
- C: Palavra. O modelo é exibido em forma de texto para o aluno;
- D: Fala do aluno. Usado para receber a resposta do aluno através do microfone, que é utilizado somente como entradas das repostas
- E: Sílabas. Única forma de exibição que não é usada para representar o modelo, mas pode representar as comparações através de sua forma silábica.

Tipo	Tarefa	Função do Aluno	Função do Professor
AB	 Aponte: aluno 	Diante da instrução falada “Aponte aluno”, o aluno deverá selecionar a figura do ‘aluno’.	Observador
AC	 Aponte: gato 	Diante da instrução falada “Aponte gato”, o aluno deverá selecionar a palavra escrita «gato».	Observador

AC	 Aponte: ca 	Diante da instrução falada “Aponte ca”, o aluno deverá selecionar a sílaba escrita «ca».	Observador
BD		Diante da instrução falada “Que figura é essa?”, o aluno deverá dizer a palavra ‘vela’.	Use as teclas abaixo para indicar · Shift + Alt + F5 - Em caso de acerto · Shift + Alt + F6 - Em caso de erro - Digite a palavra falada pela criança em caso de erro.
BC		Diante da figura de uma rede, o aluno deverá selecionar a palavra escrita «rede».	Observador
CD		Diante da instrução falada “Que palavra é essa?”, o aluno deverá dizer a palavra ‘rede’.	Use as teclas abaixo para indicar · Shift + Alt + F5 - Em caso de acerto · Shift + Alt + F6 - Em caso de erro - Digite a palavra falada pela criança em caso de erro.
CB		Diante da palavra escrita «vela», o aluno deverá selecionar a figura «vela».	Observador
CC		Diante da palavra escrita «rede», o aluno deverá selecionar a palavra «rede».	Observador

AE		Diante da instrução falada “Escreva rede”, o aluno deverá compor a palavra «rede», escolhendo as letras na ordem correta.	Observador
CE		Diante da instrução falada “Que palavra é essa?”, o aluno deverá compor a palavra «cadeado», escolhendo as letras na ordem correta.	Observador
BC		Diante da instrução falada “Que figura é essa?”, o aluno deverá compor a palavra «cadeado», escolhendo as letras na ordem correta.	Observador

Quadro 1: Combinações de tarefas que podem ser realizadas com o GIEC. Fonte: (Marques, Golfeto, & Melo, 2011)

2.2.2. ALE RPG

Aprendendo a Ler e Escrever em Pequenos Passos com RPG foi desenvolvido por Siqueira (Siqueira, Barros, Monteiro, de Souza, & Marques, 2012) e possui como base de ensino a estrutura do módulo proposto pelo ALEPP. O ALE RPG representa um marco no projeto, já que foi a primeira vez que o ALEPP foi “gameficado” para um jogo digital. Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado como motor gráfico o framework XNA 3.0 (Microsoft, s.d.), o que permitiu a utilização do sensor de movimentos Kinect (Microsoft, Kinect for Xbox One, s.d.) da Microsoft para a captura de movimentos do jogador. Com isso, as escolhas das alternativas para a construção das palavras ou indicação das imagens pode ser efetuado através do movimento corporal do jogador. As Figuras 1 e 2 representam algumas telas que eram exibidas pela aplicação.



Figura 1: Tela ALE RPG. Fonte: (Siqueira, Barros, Monteiro, de Souza, & Marques, 2012)

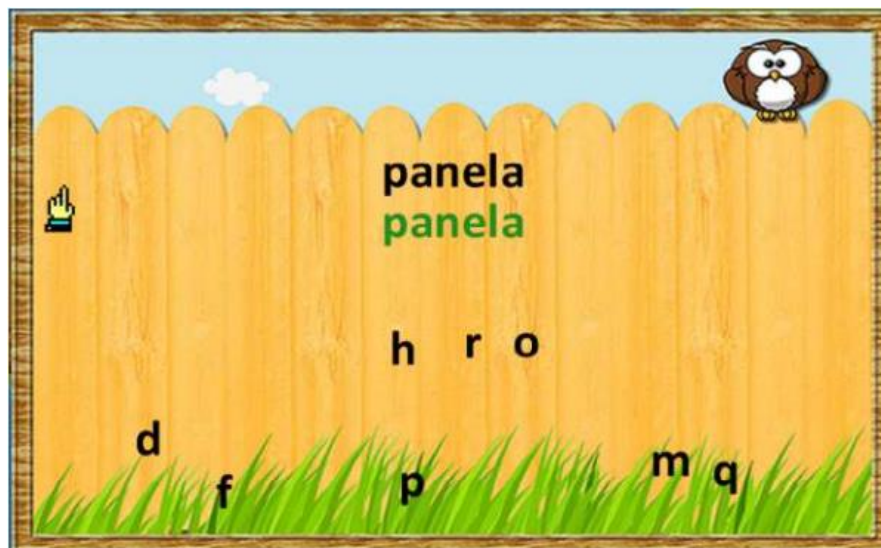


Figura 2: Tela ALE RPG. Fonte: (Siqueira, Barros, Monteiro, de Souza, & Marques, 2012)

A cada tarefa realizada com êxito, o jogador ganhava uma moeda dentro do jogo e, com isso, podia melhorar seu personagem assim como em um jogo de RPG. Se o jogador não conseguir um bom desempenho durante as tarefas, o mesmo perderá pontos na barra de vida e então, se esta chegar a zero, o jogo mostrará a tela de fim de jogo e retornará ao menu inicial (Siqueira et al, 2012).

2.2.3. Ajuste dinâmico de dificuldade em um jogo educacional

O jogo "As Aventuras de Amaru" possuía um gasto computacional elevado para processamento da IA do jogo (Oliveira, 2016). Com isso, foi retirado do projeto parte dos sistemas de máquina de aprendizado e lógica "fuzzy" que estavam incluídas no projeto e que

foram identificados como os sistemas que eram os maiores responsáveis pelo exagerado custo computacional.

Para solucionar o problema, foi implementado um sistema mais econômico, em um novo projeto aproveitando elementos do projeto anterior (Figura 3), que leria dados já processados por softwares externos, que utiliza algoritmos genéticos para geração de tarefas, e, somente a partir disso, criaria tarefas em minijogos do projeto. Com este trabalho, o autor (Oliveira, 2016) propôs a adequação da dificuldade durante a execução de cada treino, calculando as dificuldades estáticas e dinâmicas para cada aluno. Além da adequação da dificuldade durante a execução do jogo, foi melhorado a ambientação do jogo com novos modelos 3D e nova jogabilidade, o que torna a parte do jogo mais agradável.



Figura 3: Comparação do Minijogo do Cubo. Antes (cima) e depois (abaixo). Fonte: (Oliveira, 2016)

2.2.4. Pesquisa sobre o engajamento em jogos digitais no ensino da leitura

O experimento que trouxe a ideia dos objetivos deste trabalho aconteceu em um colégio público chamado Edson Luís da cidade de Belém no estado do Pará. A proposta do mesmo era

de identificar o engajamento dos alunos para as atividades de aprendizado de leitura e escrita das palavras em um teste realizado em dois dias.

A pesquisa foi realizada com 22 crianças (11 meninos e 11 meninas) com idade entre 6 e 7 anos. Estas crianças foram divididas em 4 grupos:

- Grupo A: Jogaria no primeiro dia a aplicação Web produzida exclusivamente para a pesquisa, e no segundo dia, o Jogo;
- Grupo B: Jogaria no primeiro dia o jogo, e no segundo dia a aplicação web;
- Grupo C: Jogaria a aplicação web nos dois dias;
- Grupo D: Jogaria o jogo nos dois dias.

Para esta avaliação, foi elaborado um questionário com cinco questões simples que seria respondido pelas crianças submetidas aos testes. A entrevista continha algumas perguntas objetivas com três tipos respostas esperadas: uma positiva, uma negativa e uma neutra.

Tais perguntas eram:

1. Você gostou da atividade?
2. Você gostaria de realizar a atividade novamente?
3. Você se sentiu a vontade de continuar a atividade?
4. Você conseguiu utilizar os comandos do jogo? Quais você mais utilizou (entre teclado e mouse)?
5. Você foi capaz de realizar a atividade?
6. Qual das atividades você gostou mais? (Somente para os Grupos A e B no segundo dia)

De acordo com as respostas coletadas, todos os estudantes responderam positivamente à pergunta “Você gostou da atividade?”. O quadro 2 mostra a porcentagem de respostas positivas que foram coletadas para as outras perguntas. Uma das observações que é possível ser feita mostra que os grupos que usaram a aplicação web (principalmente o Grupo C) apresentava características de desengajamento. Isso é perceptível a partir das respostas coletadas para as perguntas “Você gostaria de realizar a atividade novamente?” e “Você sentiu vontade de continuar a atividade?”, que sofreram um decréscimo de repostas positivas do primeiro para o segundo dia.

Perguntas	Grupo A: Web - Game	Grupo B: Game - Web	Grupo C: Web - Web	Grupo D: Game - Game
2 -Você gostaria de realizar a atividade novamente?	Primeiro dia: 0% Segundo dia: 20%	Primeiro dia: 83% Segundo dia: 83%	Primeiro dia: 75% Segundo dia: 50%	Primeiro dia: 33% Segundo dia: 33%
3 - Você sentiu vontade de continuar a atividade?	Primeiro dia: 20% Segundo dia: 80%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 83%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 25%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 100%
4 - Você conseguiu utilizar os comandos do jogo?	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 80%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 100%	Primeiro dia: 50% Segundo dia: 75%	Primeiro dia: 67% Segundo dia: 100%
5 - Você foi capaz de realizar a atividade?	Primeiro dia: 80% Segundo dia: 100%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 100%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 100%	Primeiro dia: 100% Segundo dia: 100%

Quadro 2: Porcentagem de respostas positivas ao questionário

Na pergunta de número 4 – “Você conseguiu utilizar os comandos do jogo? (Sim, caso o aluno pode utilizar os comandos tanto do mouse quanto do teclado)” -, foi verificado que houve uma diminuição de respostas positivas para o Grupo A (Web-Game) do primeiro para o segundo dia, e também, no Grupo D houve um aumento significativo de respostas positivas para a mesma pergunta do primeiro para o segundo dia. Pode-se inferir que os estudantes do Grupo D, que usaram o jogo nos dois dias do experimento, aprimoraram-se e com isso obtiveram mais habilidade para utilizar os comandos.

Em relação a preferência entre os ambientes de interação, o Grupo A (Web-Game) teve uma porcentagem de 83% de respostas positivas para o jogo e 17% das crianças não quiseram responder. No Grupo B (Game-Web), 50% das crianças preferiram o jogo, 17% não gostaram da aplicação web e 33% não quiseram responder. Este resultado mostra uma preferência ao jogo, embora ambas as ferramentas estivessem acessíveis para os alunos. O experimento mostrou também que mesmo sem um treino pré-estabelecido, a exposição contínua ao conjunto

de tarefas expostas pelas ferramentas foi o bastante para os participantes dominarem as ferramentas.

3. PROPOSTA DO TRABALHO

Neste capítulo serão discutidos aspectos importantes do jogo assim como as características que foram levadas em conta para a execução das soluções para completar os objetivos apresentados.

3.1. METODOLOGIA

Após as pesquisas de Nerino, et al. (2017), foram realizadas reuniões a fim de se discutir os resultados gerados com os testes da aplicação utilizadas com as crianças na escola. Além dos resultados discutidos, foram levantados também alguns problemas com o engajamento das crianças que eram mais experientes na leitura, que tendiam a perder a motivação por achar o jogo repetitivo ou muito fácil, e das crianças menos habilidosas na leitura, que tendiam a desistir antes de terminar todas as tarefas por causa do nível de dificuldade do jogo. A partir de pesquisas realizadas na área, foi decidido a implementação de um sistema que calibrasse a dificuldade das tarefas em relação a cada aluno. Nas reuniões, também foi relatado a falta de acessibilidade para alguns alunos da turma avaliada, já que alguns deles possuíam alguma deficiência física e que não podiam utilizar os controles padrões. Com isso, foi proposto utilizar um dispositivo utilizado na área da tecnologia assistiva, chamado *Leap Motion* (Leap Motion, s.d.), para detecção de movimentos realizados por ferramentas que podem ser acoplados em órtese, o que seria ideal para aplicação, dado a disponibilidade das ferramentas utilizadas.

As ferramentas utilizadas no projeto foram as seguintes:

- Unity3D (Unity3D, s.d.) (Versão 5.1.1): Principal ferramenta utilizada para o desenvolvimento do jogo. É um motor gráfico para produção de jogos 2D e 3D que possui algumas versões pagas e uma versão gratuito, sendo que a versão gratuita já possui todos os componentes principais que as versões pagas possuem.
- Ambiente de desenvolvimento Microsoft Visual Studio Community (Microsoft, Visual Studio, s.d.): É o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE - *Integrated development environment*) da Microsoft na sua versão livre. Com essa IDE é possível implementar programas nas linguagens Python, F#, Basic, C, C++ e C#. Esta IDE foi escolhida por possuir integração com Unity e por possui um *debugger* de fácil utilização e possui ferramentas que facilitação a codificação de um *script*, salvando tempo de implementação do programa.
- Linguagem de programação C#: Uma das linguagens que é utilizada pelo Unity como linguagem de *script*, ou seja, pode ser agregada por programa terceiros e

interpretado por estes programas. Foi criada pela Microsoft® que se inspirou nas melhores características das linguagens Java e C++.

- Paradigma de programação Orientado a Objetos: permite encapsulamento, herança, sobrecarga, e outras metodologias essenciais para o desenvolvimento de um jogo
- Leap Motion: Dispositivo capaz de detectar movimentos tanto das mãos quanto de ferramentas (por exemplo, uma caneta), convertendo estes movimentos em dados que são interpretados pelo computador. Por causa de sua praticidade, este dispositivo está sendo bastante utilizado até mesmo em dispositivos móveis para tradução de linguagens de sinais em tempo real (MotionSavvy, s.d.).

3.1.1. Log de Desempenho

No projeto proposto, é de grande importância a utilização do *log* de desempenho do aluno nas tarefas de treino, pois com ele será obtido quais tarefas o aluno errou, quais acertou e, dessas que acertou, quantas tentativas foram necessárias para acertar a tarefa; e do fluxo de dificuldade gerado pelo psicólogo, onde será baseado a dificuldade das tarefas no primeiro treino e o novo fluxo de dificuldade.

Para utilização da ferramenta, utilizam-se três arquivos como entradas para gerar o resultado esperado que são o fluxo de dificuldade sugerido pelo psicólogo, as dificuldades das tarefas que foram utilizadas no jogo e as respostas dadas pelo aluno, onde estas respostas são baseadas no mesmo *log* de desempenho do aluno citado no parágrafo anterior. A ferramenta verifica as respostas dos alunos baseada na quantidade de tentativas e gera um fluxo em uma nova janela onde existe a possibilidade de exportar este novo fluxo para o formato de arquivo suportado para o software utilizado no projeto para a geração de tarefas.

O *log* de desempenho é gerado pelo jogo utilizado que registra os erros, acertos e tentativas necessárias para o acerto durante a execução da aplicação. O novo sistema utilizado neste trabalho suporta como entrada para esses logs dois tipos de arquivos: XML e CSV. A escolha desses dois tipos de arquivos se deu pela atual implementação das ferramentas utilizadas nos testes que são "As Aventuras de Amaru" e o software de geração de tarefas, com o primeiro gerando um *backlog* em XML e o segundo gerando o *backlog* e criando a lista de tarefas em CSV.

O *backlog* em XML (Figura 4) apresenta seus dados separados por *tags* onde estas obedecem uma hierarquia, ou seja, *tags* mais internas fazem parte de um grupo reunido em uma *tag* mais externa.

```

<Resposta>
  <Usuario>      </Usuario>
  <TaskType>AC</TaskType>
  <Escolhas>cavalo bolo </Escolhas>
  <RespostaCerta>cavalo</RespostaCerta>
  <RespostaDada>BOLO</RespostaDada>
  <NumeroTentativa>1</NumeroTentativa>
  <Latencia>6.364167</Latencia>
  <Resultado>>false</Resultado>
  <MiniGame>Cube</MiniGame>
  <FaseProcedimento>0</FaseProcedimento>
  <DateTime>2017-09-07T19:10:14.2281341-03:00</DateTime>
</Resposta>

```

Figura 4: Elemento do XML representando uma tarefa do jogo. Fonte: Próprio autor

A primeira *tag*, a *tag* do Usuário, especifica o nome do usuário a qual tais tarefas pertencem. A segunda *tag* (*TaskType*) especifica o tipo de tarefa que foi utilizada na tarefa em questão, no caso da figura acima o tipo de tarefa utilizada foi AC (modelo falado, alternativas em sílabas), onde o modelo foi representado como áudio e as comparações foram representadas como palavras. A terceira *tag* (*Escolhas*) mostra as palavras que foram mostradas como as comparações da tarefa e a quarta *tag* (*RespostaCerta*) mostra a palavra que foi o modelo de tal tarefa e que foi mostrado também junto às comparações. A quinta *tag* (*RespostaDada*) mostra a opção que o aluno selecionou dentre as comparações disponíveis. A sexta *tag* (*NumeroTentativa*) mostra em qual tentativa foi dada tal resposta. Se tal tarefa foi determinada como treino, então ela só será feita com uma tentativa independente do erro ou do acerto da tarefa, mas se for determinado como teste, então cada tarefa deverá ser feita em até três tentativas caso o aluno erre tal tarefa. No caso da figura, o aluno tentou a palavra BOLO na primeira tentativa. A sétima *tag* (*Latencia*) representa o tempo, em segundos, utilizado pelo aluno para selecionar a resposta para a tarefa desde o momento que a tarefa inicia até o momento que o aluno seleciona o botão verde. A oitava *tag* (*Resultado*) mostra o resultado da tarefa a partir da resposta dada pelo aluno. Se a *tag* *RespostaCerta* não for igual a *RespostaDada*, então a *tag* *Resultado* receberá o valor *false* e vice-versa. A nona *tag* (*Minigame*) representa o *minigame* utilizado aleatoriamente pelo jogo para tal tarefa. E, por fim, a décima primeira *tag* (*DateTime*) salva o dia e a hora em que tal tarefa foi finalizada.

O *backlog* em CSV (Figura 5) apresenta seus dados separados por vírgulas ou pontos-e-vírgulas e pode ser representado em tabelas. Cada elemento entre vírgulas ou pontos-e-

vírgulas é uma célula da tabela e cada linha do arquivo representa uma tarefa, excetuando-se a primeira.

```
Data/Hora/Min;Tarefa;Tipo de Tarefa;Modelo;Comparações;Resposta;Tentativas;"Latência da
20161212/08/03;1;BB;tatu;luta/mapa;tatu;1;"5,519";"5,519";CORRETO;"440,311";52;15
;2;BB;tatu;luta/lata;tatu;1;"1,916";"1,916";CORRETO;"";
;3;BB;mala;luta/lata;mala;1;"8,647";"8,647";CORRETO;"";
;4;BB;lata;luta/tatu;lata;1;"4,421";"4,421";CORRETO;"";
;5;BB;lata;tatu/luta;lata;1;"5,799";"5,799";CORRETO;"";
;6;BB;tatu;mapa/mala;tatu;1;"7,837";"7,837";CORRETO;"";
;7;BB;mala;tubo/mato;mala;1;"2,368";"2,368";CORRETO;"";
;8;BB;lata;tubo/mapa;lata;1;"4,656";"4,656";CORRETO;"";
;9;BB;mala;fita/mapa;mala;1;"6,763";"6,763";CORRETO;"";
;10;BB;tatu;mapa/fita;tatu;1;"10,755";"10,755";CORRETO;"";
;11;BB;tatu;lata/tubo;tatu;1;"21,114";"21,114";CORRETO;"";
;12;BB;tatu;fita/lata;tatu;1;"11,581";"11,581";CORRETO;"";
;13;BB;mala;tatu/lata;mala;1;"7,239";"7,239";CORRETO;"";
;14;BB;lata;luta/mato;lata;1;"4,602";"4,602";CORRETO;"";
;15;BB;mala;tatu/tubo;mala;1;"20,434";"20,434";CORRETO;"";
;16;BB;mala;fita/tatu;mala;1;"4,449";"4,449";CORRETO;"";
;17;AB;mala;luta/mato;mala;1;"6,718";"6,718";CORRETO;"";
;18;AB;lata;mapa/fita;lata;1;"3,773";"3,773";CORRETO;"";
;19;AB;lata;fita/mato;lata;1;"3,107";"3,107";CORRETO;"";
```

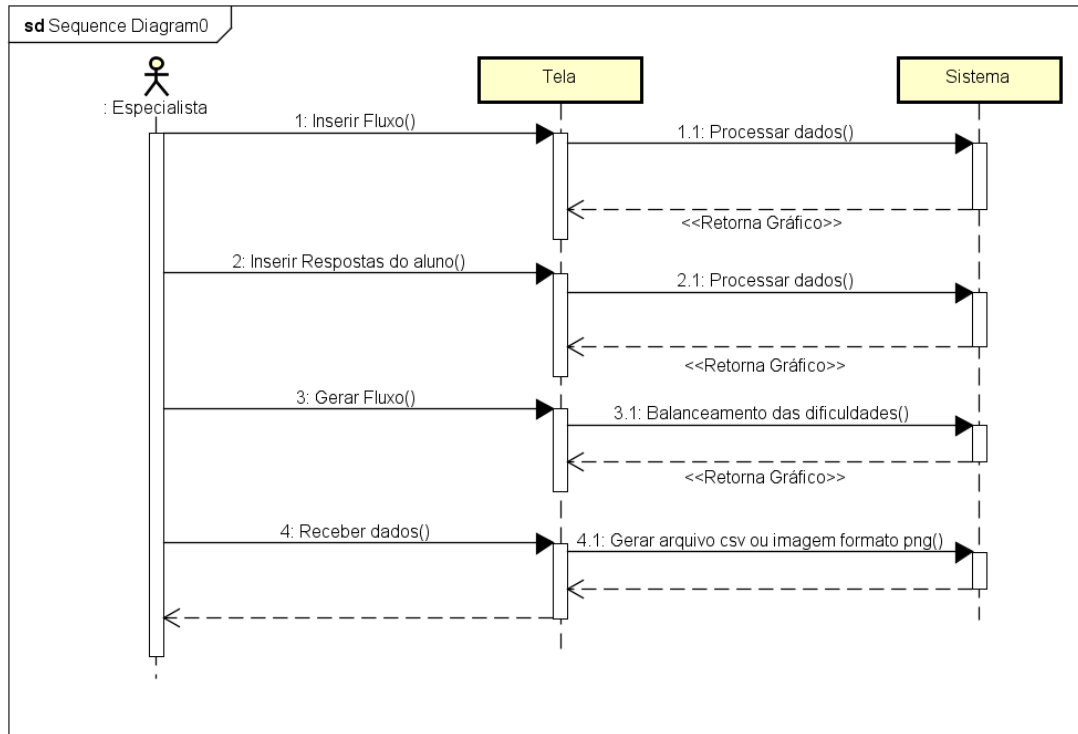
Figura 5: Elementos do CSV representando as tarefas do jogo. Fonte: Próprio autor

Estas estruturas de formatação foram escolhidas para estas aplicações pela facilidade de leitura realizado tanto por pessoas quanto pelos computadores, sua facilidade de representação dos dados obtidos, flexibilidade para poder adicionar dados novos para o *backlog* e fácil representação dos dados para análises futuras pois ambos podem ser representados por tabelas.

3.1.2. Diagramas do sistema

Os diagramas apresentados a seguir foram desenvolvidos com o intuito de detalhar as principais funções do sistema que fará o balanceamento das dificuldades das tarefas. A Figura 6 mostra o diagrama de sequência que representa o processo de adaptação do fluxo de dificuldade. O processo inicia-se com o especialista inserindo os dados iniciais necessários. Assim, são inseridos dados como as tarefas que foram executadas para o aluno responder e as respostas dadas por esse aluno para tais tarefas. Com isso, o sistema armazena estes dados, processa-os e retorna para tela o gráfico que combina tais dados, onde cada ponto do gráfico é o valor da dificuldade da tarefa e sua coloração define quantas tentativas foram feitas pelo aluno até a resposta correta ou até a falha na tarefa. Com o gráfico sendo exibido na tela, o especialista tem a opção de gerar o novo fluxo de dificuldade que fará com que o sistema processe os dados já armazenados das tarefas e faça um balanceamento utilizando o fluxo de dificuldade pré-estabelecido ao iniciar a execução do sistema e as dificuldades das tarefas do aluno. Após o balanceamento, é exibido um novo gráfico para o especialista que mostra o fluxo de dificuldades anterior, as tarefas que foram respondidas pelo aluno e o novo fluxo de dificuldades que será usado para produzir novas tarefas para o aluno. Assim, o especialista tem

a opção de reservar estes dados em um arquivo *.csv* acessando a barra de menu da nova janela que aparece ou então o mesmo pode salvar o gráfico mostrado como uma imagem no formato *.png*.



powered by Astah

Figura 6: Diagrama de sequência do processo de geração do fluxo. Fonte: Próprio autor

3.1.3. Diagrama de modelo de teste

Com a finalização do projeto, ao fim de cada treino, as repostas dos alunos serão avaliadas. A partir do seu desempenho quanto à quantidade de tentativas para encontrar a resposta certa, um novo fluxo será gerado baseado no antigo, mas adaptando as tarefas à cada aluno e suas habilidades.

Uma avaliação antes dos treinos é realizada para cada aluno a fim de adaptar a primeira tarefa para o mesmo, esta avaliação é chamada de Teste. Com os resultados do teste obtido, é gerado o primeiro treino baseado no fluxo de dificuldade recomendado por psicólogos e então aplicado ao jogo. A partir da realização do primeiro treino, será recuperado o desempenho do jogador e este será avaliado pelo especialista se será necessário realizar mudanças nas dificuldades das tarefas.

Caso a criança tenha errado as três tentativas em 40% ou menos das tarefas ela pode prosseguir para o próximo treino e se a criança errar a terceira tentativa em mais do que 40% das tarefas, será necessário realizar mudanças nas dificuldades deste aluno, baseando-se no seu

desempenho durante o jogo. A Figura 7 ilustra com mais detalhes o fluxo do modelo de teste que será utilizado para o novo sistema de fluxo dinâmico.

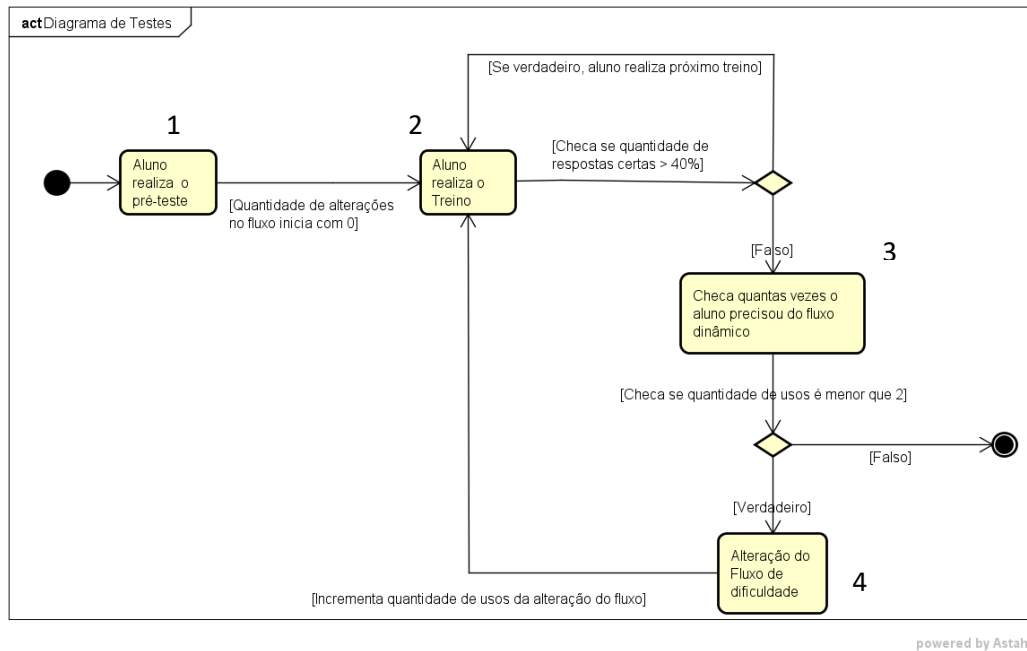


Figura 7: Diagrama do modelo de testes proposto para o sistema do fluxo dinâmico de dificuldade. Fonte: Próprio autor

Descrevendo o diagrama da Figura 7, o aluno inicia realizando o pré-teste para avaliação de suas habilidades (bloco 1). Após esta fase, o aluno realiza o primeiro treino da sessão (bloco 2) e obtém-se, então, o feedback das respostas dadas pelo aluno. Verifica-se, então a quantidade de tarefas em que o aluno errou todas as tentativas para determinar se o mesmo passará pela fase de balanceamento ou não (bloco 3). A condição inicial para movê-lo para a fase de balanceamento é de acerto em menos de 40% de todas as tarefas que foram colocadas para o aluno resolver, ou seja, caso o aluno tenha errado a terceira tentativa em mais de 60% das tarefas, o mesmo será selecionado.

Após a geração do novo fluxo, o aluno fará um novo treino com as tarefas geradas a partir deste novo fluxo como uma forma de treiná-lo para as tarefas que ele não conseguiu completar. Caso o aluno obedeça a condição inicial com as tarefas geradas pelo novo fluxo (bloco 2), então ele deverá executar as tarefas anteriores novamente para verificar se houve alguma melhora, se não obedecer, será gerado um novo balanceamento para que o aluno possa se adaptar da melhor forma.

Essa mudança do fluxo (bloco 4) só poderá ser realizada por no máximo duas vezes, para que o jogo perca o seu poder de engajamento por se tornar repetitivo, e então os próximos treinos são cancelados para este aluno. Se no segundo treino com fluxo dinâmico o aluno

apresentar melhoras, então será gerado um novo fluxo de dificuldade até que ele se torne apto a retornar ao fluxo das dificuldades atribuídos pelos psicólogos.

3.2. DESIGN DO JOGO

3.2.1. Estória do Amaru

O jogo conta a estória de Amaru, um alienígena que tem como missão percorrer o universo a fim de descobrir e pesquisar sobre novas formas de vida, sua comunicação, seus ambientes e a forma que interagem entre si. Para isso, o pequeno astronauta utiliza seu robô, que se chama Urama, como robô de bordo para ajudá-lo na navegação do infinito universo que o espera com o intuito de ajudar Amaru a se comunicar com os seres vivos nos planetas que eles visitam e guardar as informações obtidas nos ambientes visitados.

Em uma de suas navegações, Amaru entra, por acidente, em um cinturão de meteoros e é alvejado por um deles. Com parte de sua nave destruída, Urama sugere um pouso forçado em um planeta próximo chamado Terra e Amaru imediatamente obedece. Sem ter muitos conhecimentos sobre o planeta em questão, Amaru é puxado pela gravidade do planeta com muita velocidade e, apesar de sua experiência, acaba esbarrando no chão com muita força e perdendo parte das peças de sua nave.

Algumas crianças que passavam pelo local observaram a nave enquanto estava caindo e localizaram onde parte das peças caíram. As mesmas foram correndo para o ponto de colisão a fim de ajudar a vítima do acidente. As crianças, sabendo da localização das peças, tentam ajudar Amaru a encontrá-las, contudo, Amaru não conhece a língua falada pelas crianças, e então, Urama tenta ensinar tal língua para o pequeno alienígena enquanto as mesmas guiam os personagens em direção as peças da nave para poder consertá-la.

A figura 8 mostra imagens desta estória de forma resumida em uma história em quadrinhos. A figura 9 mostra Amaru (Figura 9a) e Urama (Figura 9b) separadamente.



Figura 8: Abertura do Jogo. Fonte: (de Aviz, 2013)

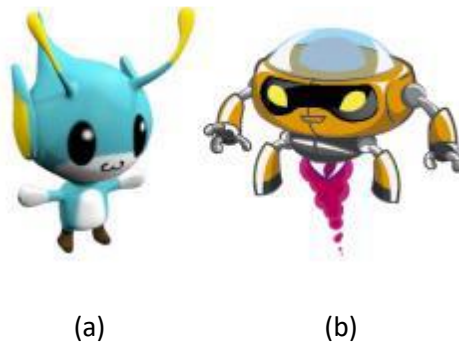


Figura 9: Amaru (a) e Urama (b). Fonte: (Oliveira, 2016)

3.2.2. Componentes e Variáveis

A seguir serão mostrados elementos do jogo que são essenciais para o engajamento o jogador. Tais elementos abordam a maneira como são expostas determinadas tarefas ao jogador, como são expostas as alternativas que ele deve escolher, como ele deve escolher estas alternativas (através de minijogos que necessitam de diferentes habilidades) e como são expostas as demais informações para o jogador.

3.2.2.1. Modelo ou Estímulo

É a palavra que deve ser ensinada ao jogador. Este pode ser apresentado para o jogador de várias maneiras, dependendo do tipo de tarefa à qual faz parte. No jogo “As Aventuras de Amaru” ela é mostrada no canto superior esquerdo através do balão ao lado do Urama, como mostra a Figura 10.



Figura 10: Modelo ou Estímulo sendo mostrado. Fonte: Próprio autor

3.2.2.2. Comparações

São as opções que aparecem para a escolha por parte do jogador e apenas uma delas ou apenas um conjunto formado por algumas delas representa a resposta que é mostrada como modelo. As opções incorretas diferem do modelo em um grau muito ou pouco considerável, e estas também podem ser escolhidas pelo jogador. Estas diferenças são estabelecidas pelo grau de proximidade entre as palavras. O grau de proximidade é representado por um número entre 0 e 1 e quanto maior for esse valor entre as palavras, mais próximas elas são, ou seja, são mais parecidas. As comparações são mostradas na Figura 11.

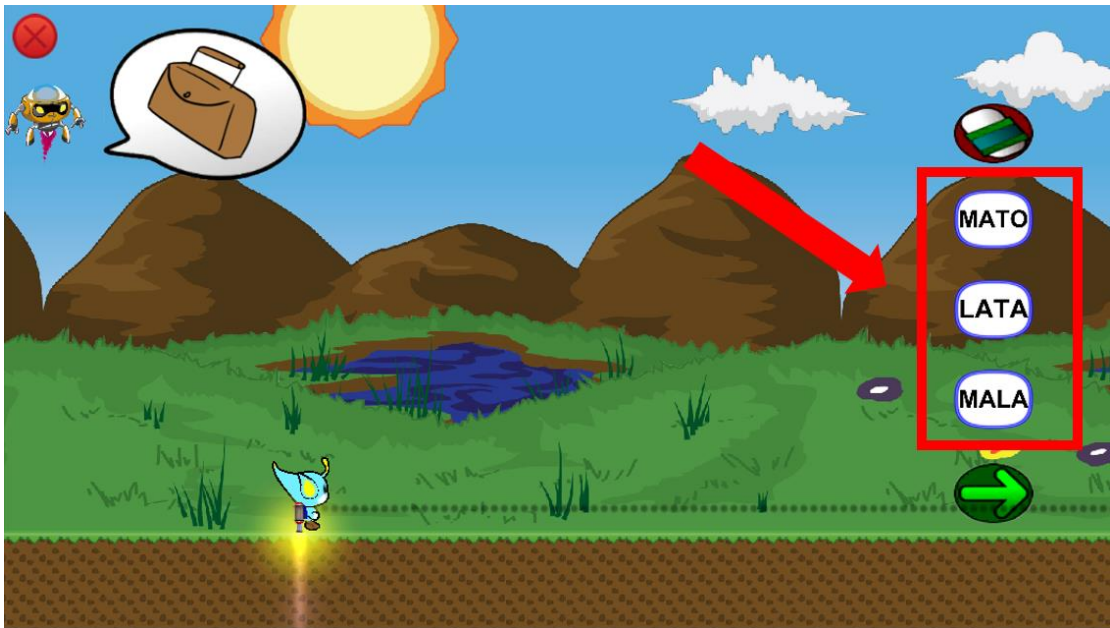


Figura 11: Comparações no jogo As Aventuras de Amaru. Fonte: Próprio autor

3.2.2.3. Minijogo

É a forma de interação que o jogador tem com a tarefa dentro do jogo. É um componente de grande importância para o jogador pois representa o fator lúdico através de sua execução. Cada minijogo funciona como um quebra-cabeça onde, através dos movimentos do Amaru são feitas as escolhas das comparações e se utiliza destes e do modelo para solucioná-los. O jogo possui três minijogos: Cubo (Figura 12), Plataforma (Figura 13) e *Jetpack* (Figura 14).

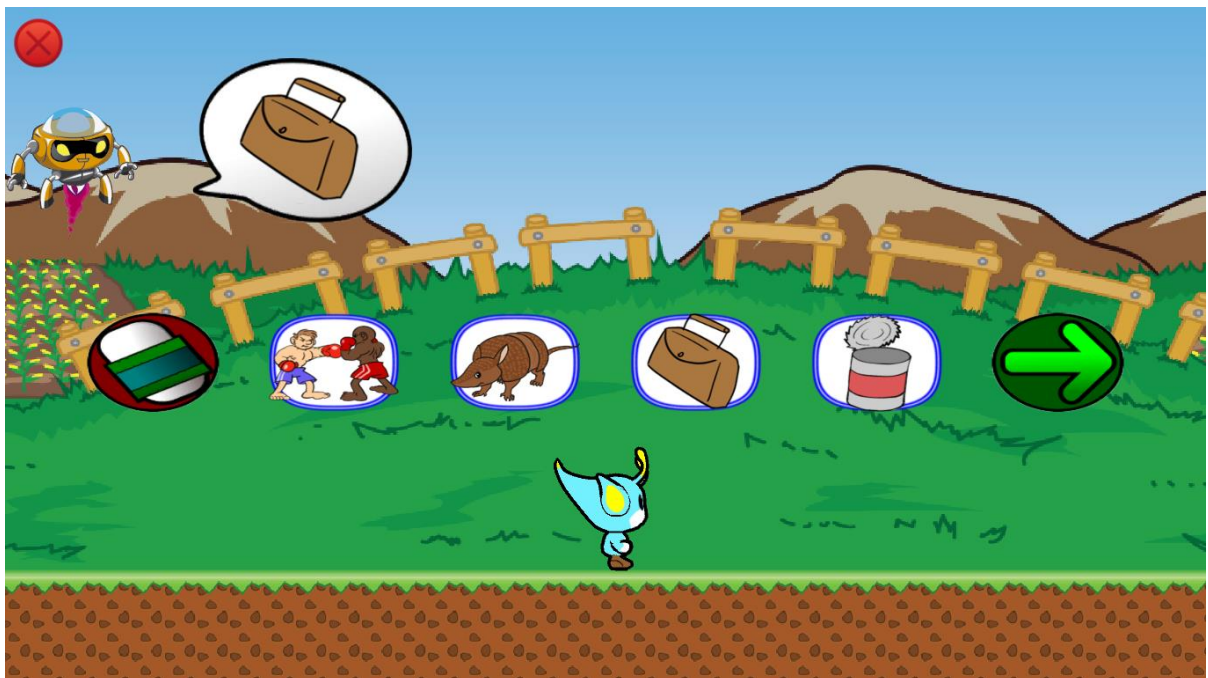


Figura 12: Minijogo do Cubo. Fonte: Próprio autor



Figura 13: Minijogo da Plataforma. Fonte: Próprio autor

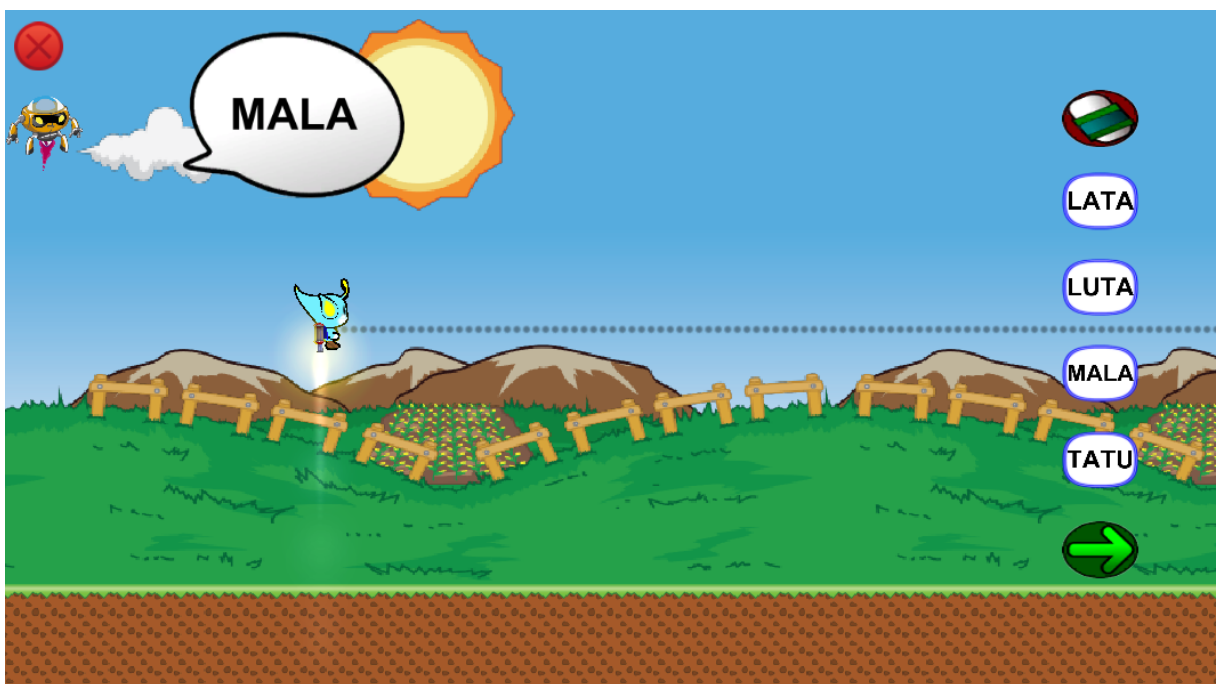


Figura 14: Minijogo da Jetpack. Fonte: Próprio autor

3.2.2.4. Tipos de Tarefa

Um dos elementos mais importantes do jogo, o tipo de tarefa corresponde ao modo como o modelo e as comparações serão representados na execução dos minijogos. Sua definição é feita com uma dupla de letras de um conjunto pré-definido seguindo o padrão XY, onde X representa a exibição do modelo proposto e Y representa a exibição das comparações determinadas, onde A representa instruções faladas (Figura 15), B representa figuras (Figura

16), C representa palavras escritas(Figura 17), D representa resposta falada e E representa sílabas (Figura 18).



Figura 15: Tarefa com som como estímulo. O alto-falante representa o áudio a ser reproduzido. Fonte: Próprio autor



Figura 16: Tarefa com imagem como estímulo. Fonte: Próprio autor



Figura 17: Tarefa com palavra como estímulo. Fonte: Próprio autor



Figura 18: Comparações das tarefas com sílabas. As palavras representadas são CAVALO e MULETA. Fonte: Próprio autor

3.2.3. Interface de usuário

O menu do jogo também foi alterado neste trabalho pensando em focar mais o jogo em si do que as outras opções. Antes da mudança, o jogo “As Aventuras de Amaru” apresentava uma tela de menu (Figura 19) onde era possível carregar uma fase que foi interrompida anteriormente, cadastrar um aluno (Figura 20) e ajustar variáveis que seriam usadas nas tarefas durante o jogo (Figura 21), além de opções de *login* para alunos já cadastrados (Figura 22) e também apresentavam opções que afetavam o jogo diretamente como a opção de ajuste de volume, por exemplo.



Figura 19: Tela do jogo antes. Fonte: (de Aviz, 2013)

Criar Novo Jogador

login

nome

responsavel

senha

repetir senha

Dados de AI Criar Jogador

 Voltar

Amaru

Figura 20: Tela de criação de novo jogador antes. Fonte: (de Aviz, 2013)

Dados

participante

login

senha

responsavel

taxa de acerto

probabilidade de acerto

taxa da media geral

Alunos

Alterar Voltar

Excluir Aluno Menu Inicial

Amaru

Figura 21: Tela de configuração antes. Fonte: (de Aviz, 2013)



Figura 22: Tela de carregar jogador antes: Fonte: (de Aviz, 2013)

Para que a utilização da aplicação com as crianças seja realizado somente com o acompanhamento de profissionais da área, foi proposto a criação de novos usuários para o jogo e os registros de suas variáveis, bem como dos dados que compõem suas tarefas (palavras a serem utilizadas, ordem das palavras, dificuldade de cada tarefa), fossem administradas por um software terceiro que seria utilizado pelo especialista acompanhante durante os testes.

Para tornar o jogo mais focado na experiência do aluno, foi criada uma nova interface de usuário (Figura 23) que apresenta uma imagem com o nome do jogo, o personagem principal e também três botões, um botão grande que fica no meio da tela para iniciar o jogo, outro no canto superior direito para encerrar o jogo e outro botão pequeno que fica no canto inferior esquerdo da tela para a seleção do usuário, onde cada usuário é apresentado com o nome do mesmo e um *avatar* para representá-lo (Figura 24). Este último botão tem como característica principal o seu tamanho que, por ser pequeno, não chama atenção do aluno já que é uma funcionalidade que somente o profissional que acompanha a criança tem competência para configurar.

Ao selecionar o usuário que jogará o jogo, são carregados os dados das tarefas deste e retorna para o menu principal para que o aluno possa iniciar sua sessão. Tal tela de seleção do usuário é representado na Figura 24.

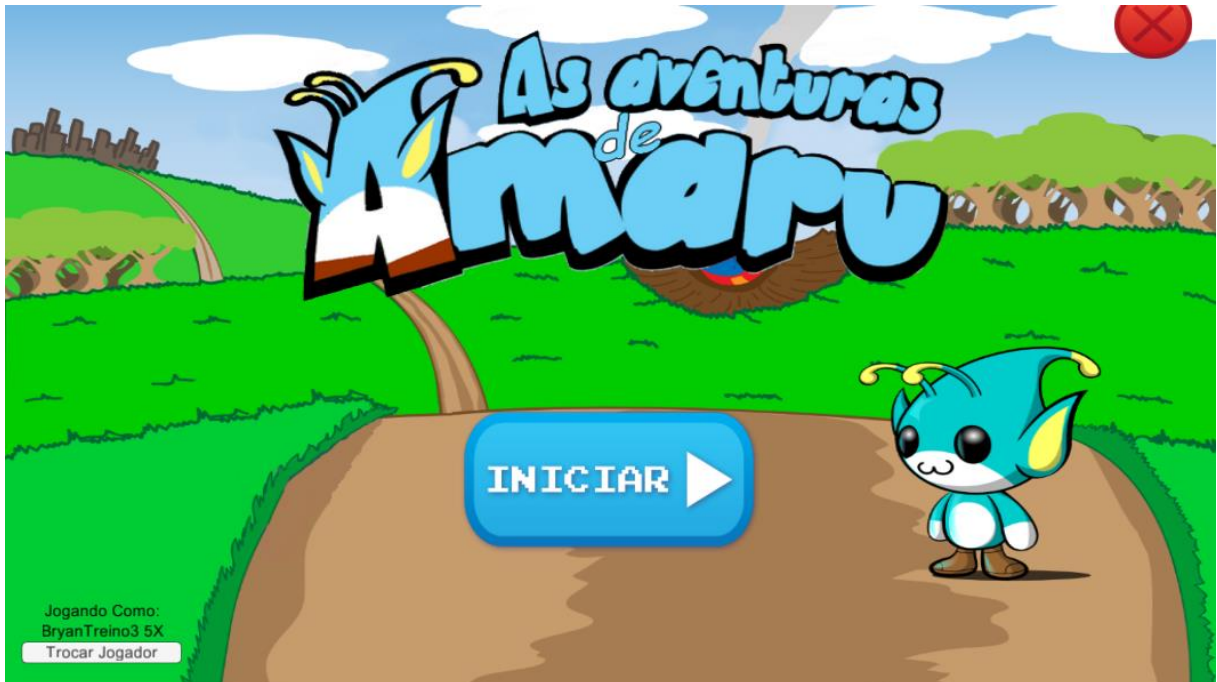


Figura 23: Nova tela de interface do usuário. Fonte: Próprio autor

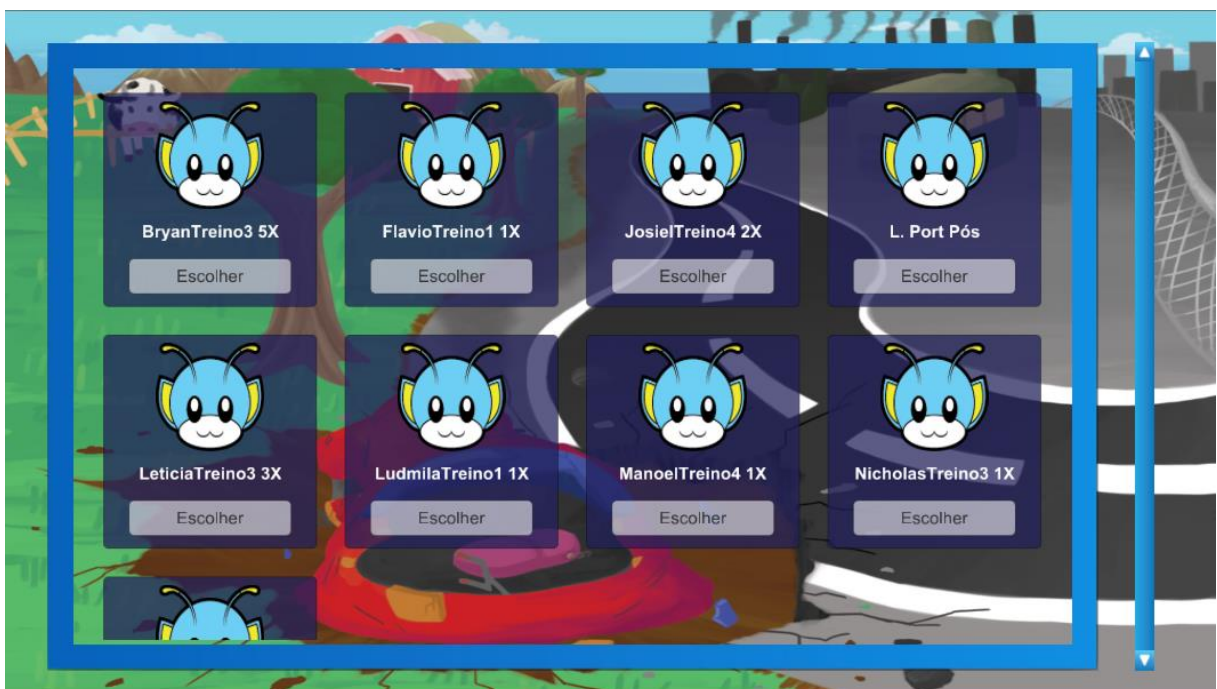


Figura 24: Tela de carregamento de jogador. Fonte: Próprio autor

3.2.4. Tutorial

Para facilitar adaptação do aluno à mecânica do jogo, foi necessária a implementação de um tutorial que mostrasse alguns dos elementos principais do jogo que são:

- Selecionar uma das opções com um pulo (Figura 25);
- Como o jogo representa os erros e os acertos (Figura 26);

- Como o aluno deve juntar as sílabas das palavras (Figura 26a);
- A função de coletar as peças que aparecem entre as tarefas e quais os valores individuais representativos das peças (Figura 27);
- Qual a recompensa em pegar as peças representadas na Figura 27. Pegando peças com poucas pontuações, Amaru recebe uma nave com baixa qualidade; pegando peças com pontuações medianas, Amaru recebe uma nave de qualidade mediana; e pegando peças com altas pontuações, Amaru recebe uma nave de qualidade alta (Figura 28).

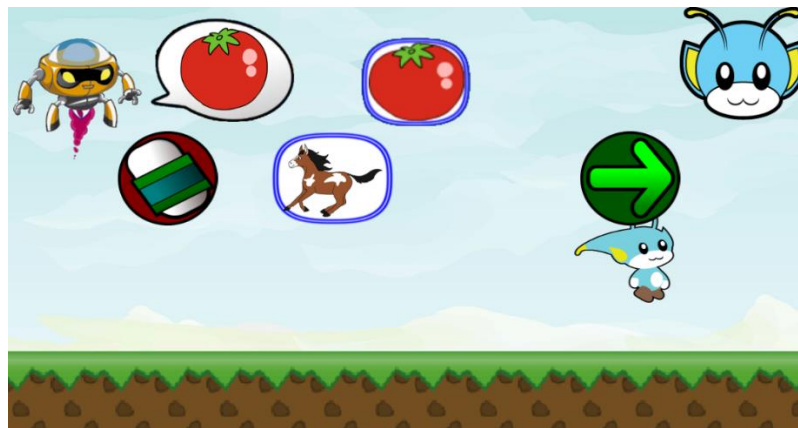
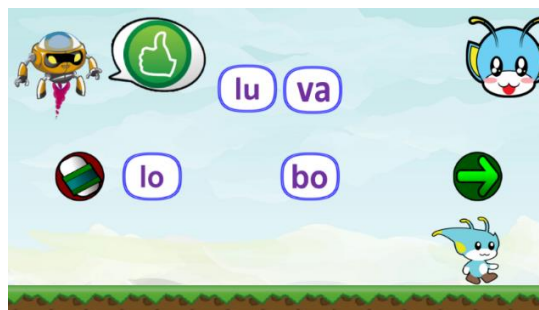
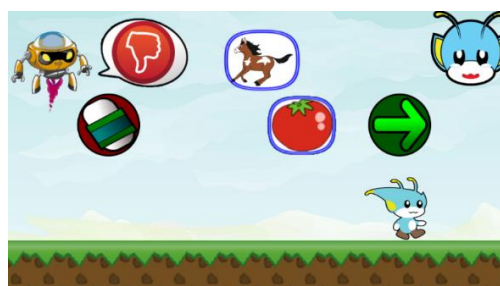


Figura 25: Selecionando uma das poções. Fonte: Próprio autor



(a)



(b)

Figura 26: Representação de acerto e como juntar sílabas (a) e representação de erro (b) . Fonte: Próprio autor

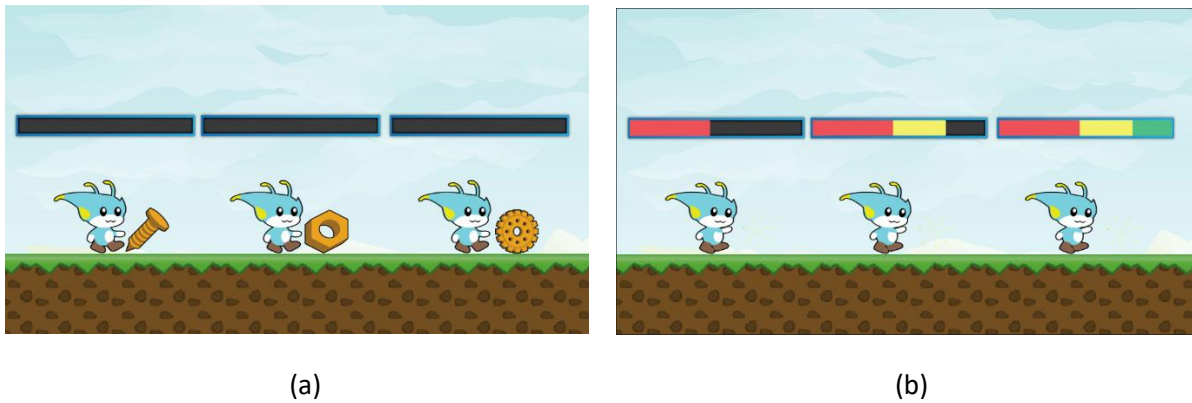


Figura 27: Os dois *frames* de animação onde são explicadas as peças de recompensa (a) e os pesos de seus valores no jogo (b). Fonte: Próprio autor

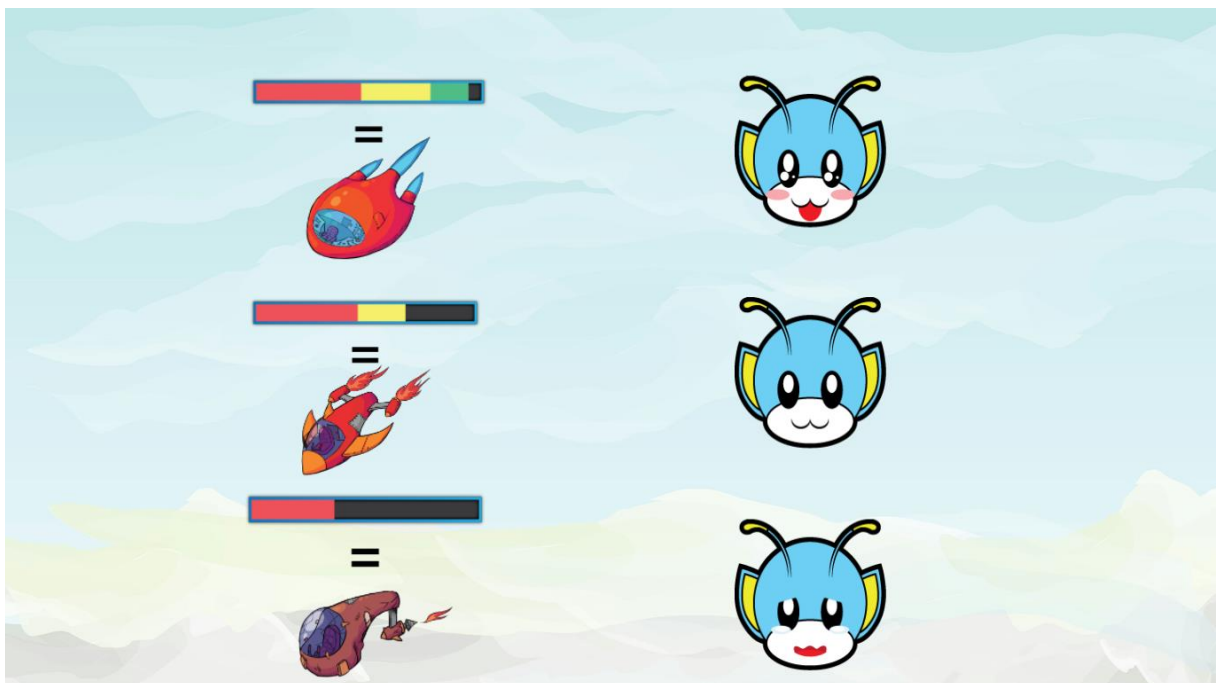


Figura 28: Recompensas do jogo e quanto custa cada recompensa em relação a pontuação do jogador. Fonte: Próprio autor

3.3. ADAPTAÇÃO DO FLUXO DE DIFICULDADE

3.3.1. Fluxo de dificuldade

O fluxo de dificuldade é uma ferramenta importante para a geração de novos blocos de tarefas. Eles são adicionados pelos especialistas e representa valores sequenciais onde, a partir dele, serão geradas novas tarefas que terão suas dificuldades baseadas neste fluxo (Nerino G. d., 2015). A figura 29 exhibe dois fluxos de dificuldade onde a figura 29(a) mostra uma dificuldade que cresce de forma linear entre 20 tarefas e a figura 29(b) exhibe tarefas cujas

dificuldade crescem de forma sigmoidal, ou seja, crescem de forma lenta no início, rápida no meio e cresce de forma lenta novamente no fim.

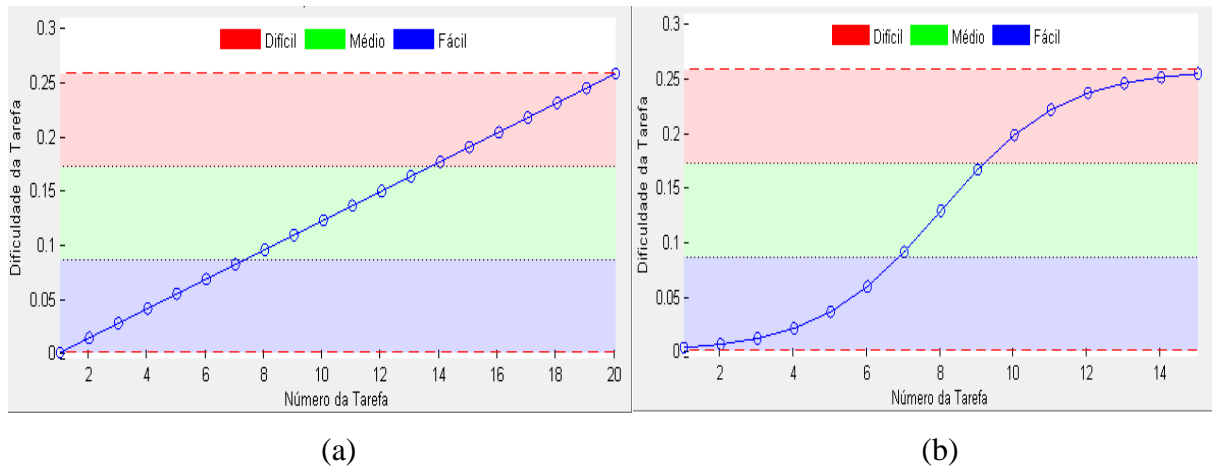


Figura 29: Exemplos de fluxo de dificuldade. Eixo X: número da tarefa. Eixo Y: dificuldade da tarefa. (a) função linear com 20 tarefas, (b) função sigmoidal com 15 tarefas. Fonte: (Nerino G. d., 2015)

O fluxo de dificuldade representa a dificuldade das tarefas de ensino que serão apresentadas para a criança em fase de aprendizado. Assim o especialista pode gerar um repertório com m tarefas através de diversos tipos de fluxo de dificuldade: fluxo sigmoidal, fluxo crescente linear, fluxo degrau, fluxo senoidal e etc. Para os experimentos de Nerino (Nerino, et al., 2017), foi utilizado o fluxo do tipo degrau, onde grupo de tarefas possuem o mesmo valor entre si, mas a dificuldade aumenta de forma linear entre estes grupos. Este fluxo está representado pelo gráfico presente na Figura 30.

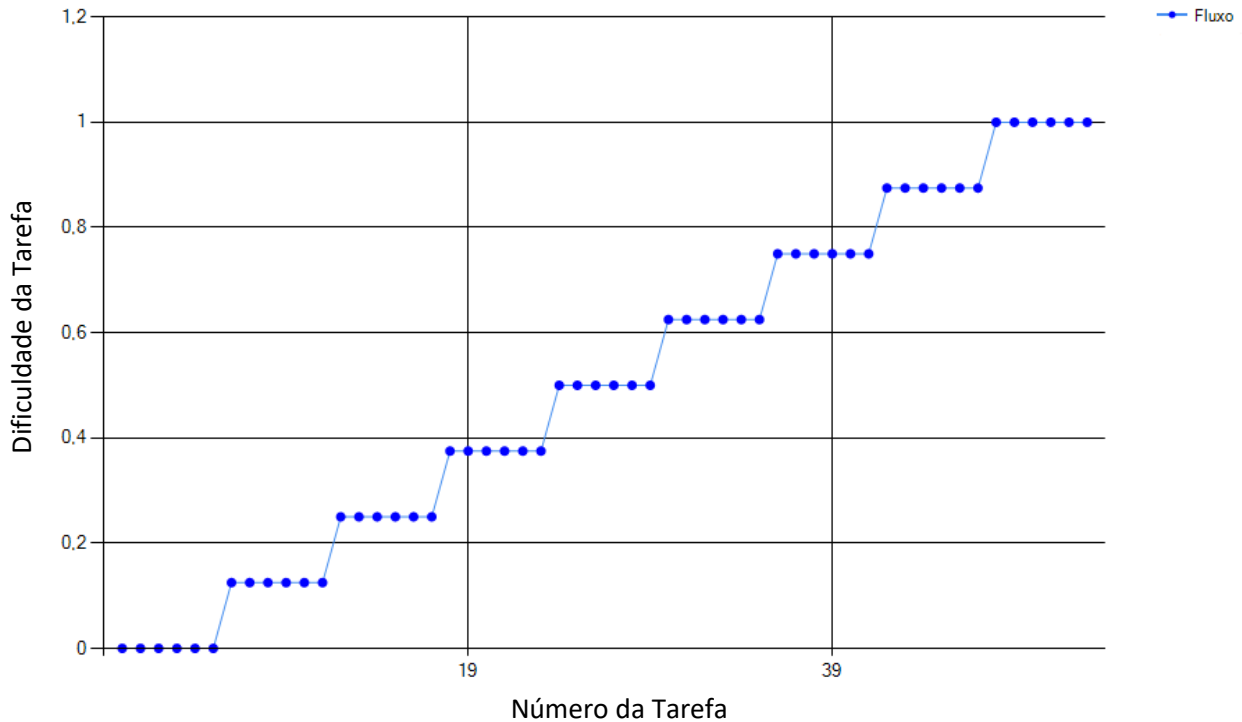
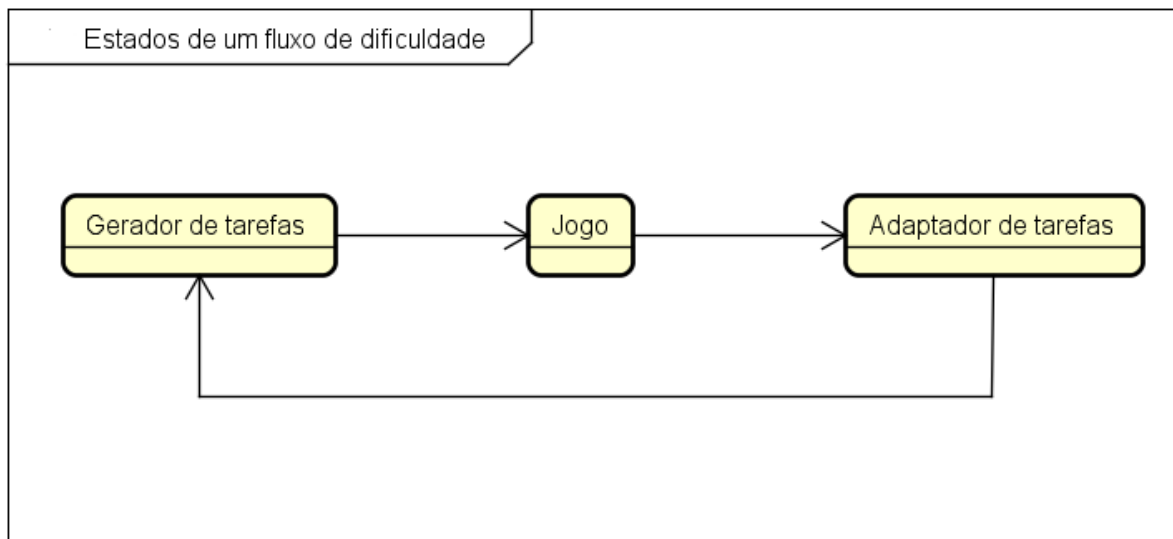


Figura 30: Fluxo de dificuldade do tipo degrau. Fonte: Próprio autor

3.3.2. Geração de um novo fluxo

Um dos objetivos do trabalho é ajustar o fluxo de dificuldade usado para construir as tarefas utilizadas nas aplicações, para que estas tarefas se adequem às habilidades de cada estudante de forma individual em cada fase de aprendizado do aluno. Para isso, foi implementado uma ferramenta a parte capaz de gerar um novo fluxo atualizado para cada criança baseado no fluxo já utilizado pela aplicação e nas respostas dadas por elas.

Um fluxo de dificuldade passa por alguns processos durante os testes que devem ser realizados com as crianças. Tudo se inicia com um fluxo de dificuldade padrão que é inserido no gerador de tarefas onde são geradas novas tarefas baseadas neste fluxo que então são colocadas no jogo para execução. A criança então responde a essas tarefas e o jogo armazena suas respostas e a quantidade de tentativas para cada tarefa que elas necessitaram e retorna como o *log* de desempenho para aquela criança. O *log* e o fluxo utilizado para gerar as tarefas são, então, inseridos no adaptador de tarefas para geração de um novo fluxo de dificuldade adaptado para as habilidades da criança a qual se refere o *log* e este novo fluxo então é inserido no gerador para gerar novas tarefas adaptadas, e então o ciclo se reinicia. Estas etapas são representadas pela Figura 31.



powered by Astah

Figura 31: Estados de um fluxo de dificuldade. Fonte: Próprio autor

Os passos utilizados pela ferramenta para gerar um novo fluxo de dificuldade estão descritos logo abaixo e será explicado com mais detalhes nos parágrafos seguintes.

1. Primeiro passo: determinar o critério para o ajuste da dificuldade baseado no número de tentativas e no valor da dificuldade da tarefa no fluxo;
2. Segundo passo: limitar os valores das dificuldades, equilibrando o novo fluxo com novos valores estabelecidos entre o fluxo antigo e as tarefas respondidas pelo aluno;
3. Terceiro passo: organizar os valores das dificuldades em ordem crescente para que o fluxo obtenha mais similaridade com seu antecessor.

O aluno recebe três tentativas em cada tarefa, onde a ferramenta define o acerto na primeira tentativa com a cor verde, o acerto na segunda tentativa com a cor amarela, o acerto na terceira tentativa com a cor laranja e erro nas três tentativas com a cor vermelha. Dependendo da quantidade de tentativas usadas e se sua tarefa estava com a dificuldade acima ou abaixo do fluxo, é determinado um critério para o ajuste da dificuldade desta tarefa. Por exemplo, caso o aluno tenha acertado a quarta tarefa na terceira tentativa (cor laranja) e a dificuldade desta tarefa estava com a dificuldade abaixo da tarefa correspondente no fluxo, o novo fluxo receberá na quarta tarefa o valor do fluxo antigo menos a metade da diferença entre o fluxo antigo e a tarefa executada pelo aluno, como mostra o quadro abaixo (Quadro 4).

	Acima do fluxo antigo	Abaixo do fluxo antigo
Verde	Valor atual no fluxo antigo mais a média entre tarefa e fluxo antigo	Valor atual no fluxo mais 20% da diferença entre a tarefa e o fluxo
Amarelo	Continua o mesmo valor	Valor atual no fluxo menos 20% da diferença entre o fluxo antigo e a tarefa
Laranja	Continua o mesmo valor	Valor atual no fluxo menos 50% da diferença entre o fluxo antigo e a tarefa
Vermelho	Valor atual no fluxo menos 50% da diferença entre o fluxo antigo e a tarefa	Valor atual no fluxo menos 100% da diferença entre o fluxo antigo e a tarefa

Quadro 3: Critérios de ajustes nas dificuldades das tarefas. Fonte: Próprio autor

A escolha de tais critérios para as tarefas que possuem o valor de dificuldade acima do fluxo antigo torna o balanceamento menos penalizante para caso o jogador tenha errado pelo menos uma tentativa, pois como a tarefa executada pelo aluno possui dificuldade acima do que foi pré-estabelecido pelo fluxo é esperado que o mesmo possua dificuldade de selecionar a resposta adequada para tal tarefa. Para caso ele acerte na primeira tentativa, o critério estabelecido entende que o aluno está apto para resolver tarefas que possuem dificuldade maior do que a pré-estabelecida aumentando então a dificuldade do fluxo novo para a tarefa correspondente.

Em relação aos critérios para as tarefas que possuem o valor de dificuldade abaixo do fluxo antigo tem-se como objetivo facilitar as tarefas para crianças que possuem mais dificuldades em entendê-las e aumentar a dificuldade do fluxo de forma que o mesmo vá se adequando vagarosamente ao aluno enquanto ele está acertando as tarefas.

Ao ser executado este primeiro passo do balanceamento, o fluxo resultante é mostrado na figura abaixo (Figura 32). A linha em laranja significa o fluxo gerado nesta etapa e a linha abaixo mostra as dificuldades das tarefas executadas pelo aluno juntamente com a representação de erros e acertos (verde para acertos na primeira tentativa, amarelo para acertos na segunda tentativa, laranja para acertos na terceira tentativa e vermelho para erros em todas as tentativas).

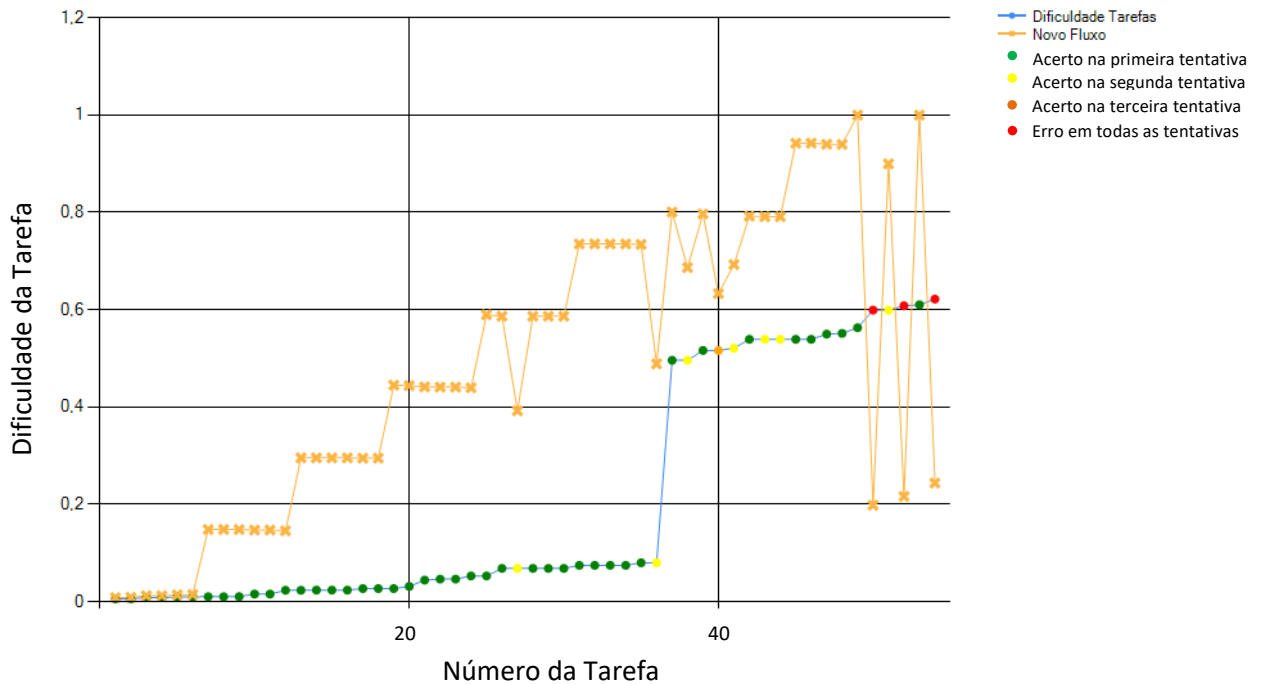


Figura 32: Primeiro passo do balanceamento. Fonte: Próprio autor

O algoritmo faz com que cada tarefa seja valorizada ou desvalorizada de acordo com o número de tentativas na mesma. Nas últimas tarefas é possível perceber que para as tarefas em que o aluno errou nas três tentativas teve uma desvalorização muito alta deixando a dificuldade das novas tarefas abaixo das tarefas executadas pelo aluno. Já as tarefas que o aluno acertou na primeira tentativa obtiveram uma valorização deixando os valores das dificuldades de algumas tarefas acima do fluxo adicionado pelos psicólogos. Para equilibrar o novo fluxo entre os dois gráficos para que o novo fluxo não ultrapasse os limites das tarefas executadas pelo aluno nem os limites do fluxo adicionado como base para geração das tarefas anteriores sem comprometer as variáveis de valorização e desvalorização das tarefas, foi necessário restringir os limites destas novas tarefas, limitando os seus valores entre o fluxo anteriormente usado e as dificuldades das tarefas executadas pelo aluno, para tornar mais equilibrado os valores das novas dificuldades e tornar estas novas tarefas mais próximas às tarefas executadas pelo aluno anteriormente. Este segundo passo do balanceamento está representado na Figura 33. Percebe-se que o gráfico não obedece uma linearidade entre as dificuldades das tarefas, assim como o seu fluxo antecessor, tornando-se oscilante em alguns momentos durante a aplicação do fluxo. Para contornar esse problema, executa-se o terceiro passo, que organiza as tarefas em ordem crescente de dificuldade para que o fluxo se torne mais linear e a curva de dificuldade menos oscilante. O gráfico resultante deste terceiro passo é visto na Figura 34.

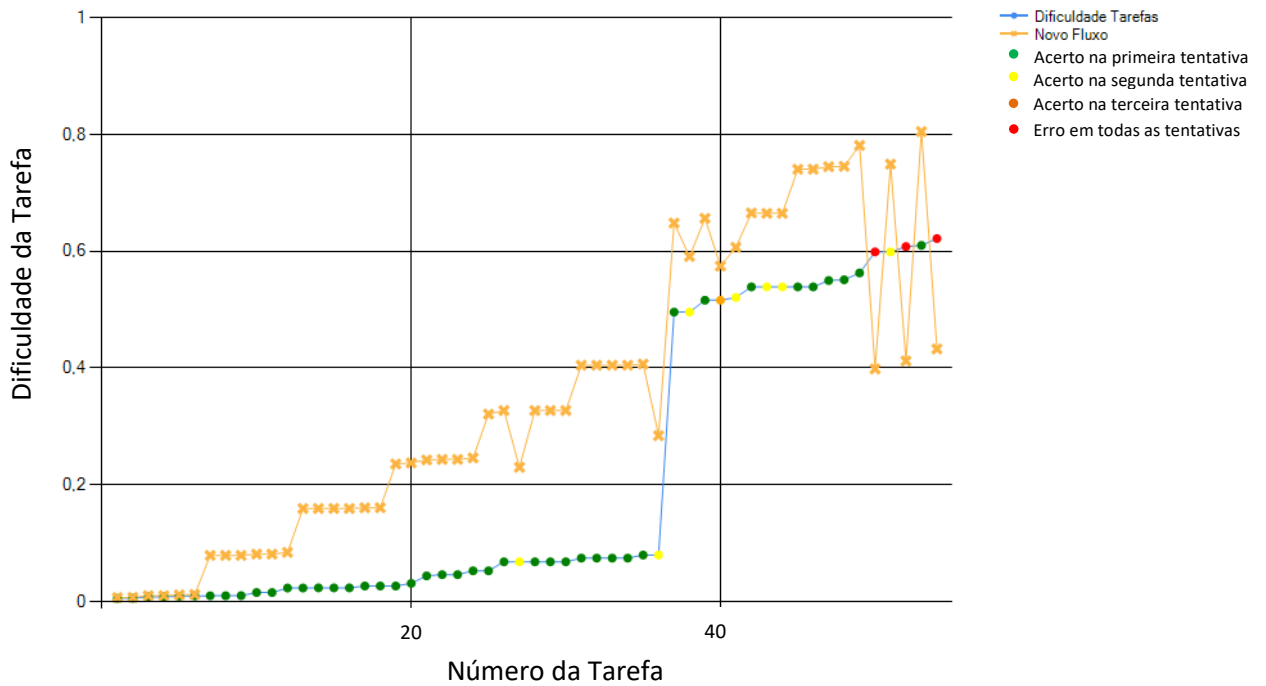


Figura 33: Segundo passo do balanceamento. Fonte: Próprio autor

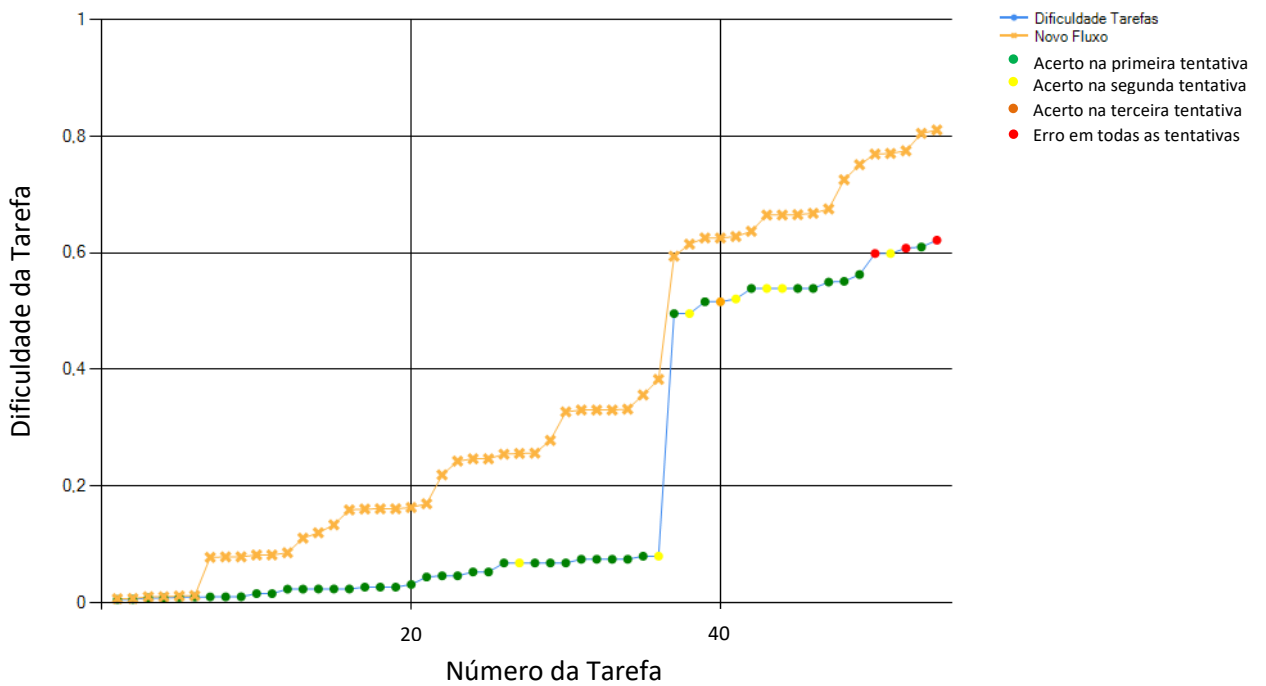


Figura 34: Terceiro passo do balanceamento. Fonte: Próprio autor

3.4. UTILIZAÇÃO DO LEAP MOTION

O Leap Motion (Figura 35) é um periférico que tem a capacidade de capturar os movimentos das mãos do usuário através de suas duas câmeras termográficas e seus três LED's infravermelho e enviar essas informações para o software próprio que interpretará essas

informações e que é responsável por se conectar com o programa que solicitou a interação com o dispositivo.



Figura 35: Representação da utilização do Leap Motion (Guedim, 2017)

Para o desenvolvimento do trabalho, tinha-se a intenção de diminuir ao mínimo a utilização dos dedos da mão já que o objetivo é dar autonomia de comandos para pessoas que possuem limitações na movimentação desta parte do corpo. Com a versão do software utilizada neste trabalho (versão 2.3.1) é possível utilizar ferramentas como canetas ou qualquer objeto com formato cilíndrico para a interação com o dispositivo dispensando a interação utilizando os dedos da mão. Para isso, foi desenvolvido uma órtese que será acoplada à mão do usuário para facilitar o manuseio da ferramenta por parte do jogador.

Para a implementação dos controles do jogo, foi considerado uma área imaginária acima do dispositivo onde a ferramenta pode percorrer livremente e, ao ultrapassar os limites laterais e o limite a frente dessa área o jogo entende isto como um comando para ser executado. Foram considerados três tipos de comandos: andar para esquerda, andar para direita e pular. Caso a ferramenta ultrapasse o limite a esquerda da área, o personagem andará para esquerda, caso a ferramenta ultrapasse o limite a direita, o personagem andará para a direita e, caso o jogador queira fazer com que o personagem pule, será necessário que a ferramenta seja deslocada para frente para ultrapassar o terceiro limite e a partir disto será iniciado um contador de três segundos para confirmação do comando (para evitar que o usuário ultrapasse este limite e ative o comando sem intenção de querer ativá-lo) que é representado por um relógio que é mostrado em cima do personagem Amaru, como mostra a Figura 36.



Figura 36: Relógio indicativo do pulo do personagem. Fonte: Próprio autor

4. RESULTADOS

Este capítulo abordará alguns dos resultados obtidos com os materiais desenvolvidos para satisfazer os objetivos propostos neste trabalho.

4.1. FLUXO DINÂMICO DE DIFICULDADE

Como foi dito anteriormente, o fluxo dinâmico de dificuldade tem como objetivo balancear a dificuldade do jogo de acordo com as habilidades do jogador. Para isso, foi desenvolvido um software capaz de ajustar o fluxo de dificuldade fornecido por psicólogos onde é baseada a dificuldade inicial do jogo. Assim que este software é iniciado, é fornecido três campos de preenchimento para inserir os dados de entrada: o fluxo de dificuldade, as tarefas geradas para os testes com os alunos e as respostas dadas pelos alunos. E abaixo desses campos foi inserido um gráfico que mostra os valores das dificuldades dos dados inseridos. O primeiro campo é preenchido com um fluxo padrão feito por um psicólogo onde a dificuldade cresce de forma linear e é representado por uma linha azul, como é mostrado na Figura 37. O usuário pode mudar o fluxo de dificuldade padrão caso esteja utilizando outro mudando o diretório.

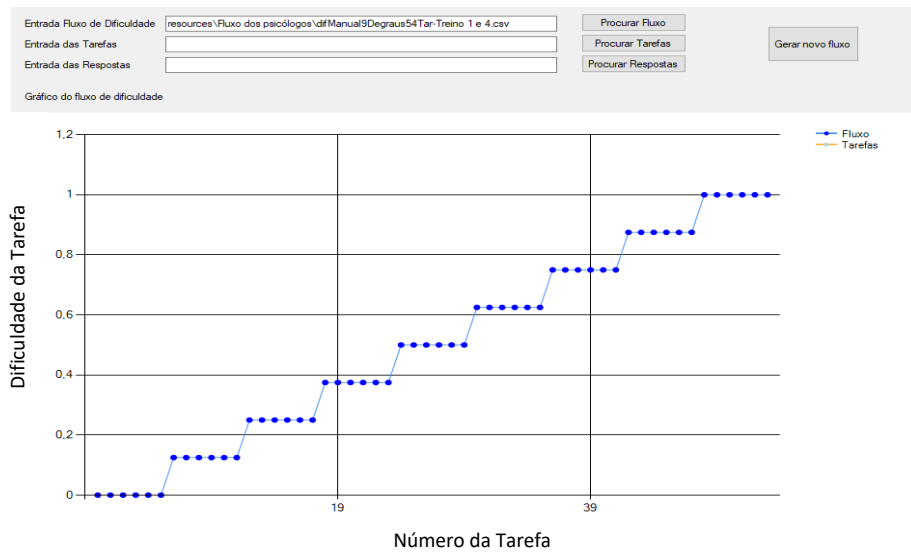


Figura 37: Tela inicial do software desenvolvido

Nos campos seguintes pode-se adicionar a tarefa que o aluno realizou e as respostas dadas por ele. Na Figura 38 são mostrados os gráficos das tarefas e das respostas que foram inseridos. Nesse teste foi utilizado a lista de tarefas e as respostas a essas tarefas dadas por um dos alunos dos testes realizados. Cada tarefa é um ponto no gráfico e as cores em cada ponto representam a quantidade de tentativas que foram necessárias para que o aluno pudesse realizar a próxima tarefa. Caso a tarefa apresente a cor verde significa que o aluno deu a resposta correta da tarefa na primeira tentativa, caso apresente a cor amarela o aluno deu a resposta correta na

segunda tentativa, com a cor laranja o aluno deu a resposta correta na terceira tentativa e com a cor vermelha o aluno não conseguiu concluir a tarefa, já que o jogo permite somente três tentativas por tarefa.

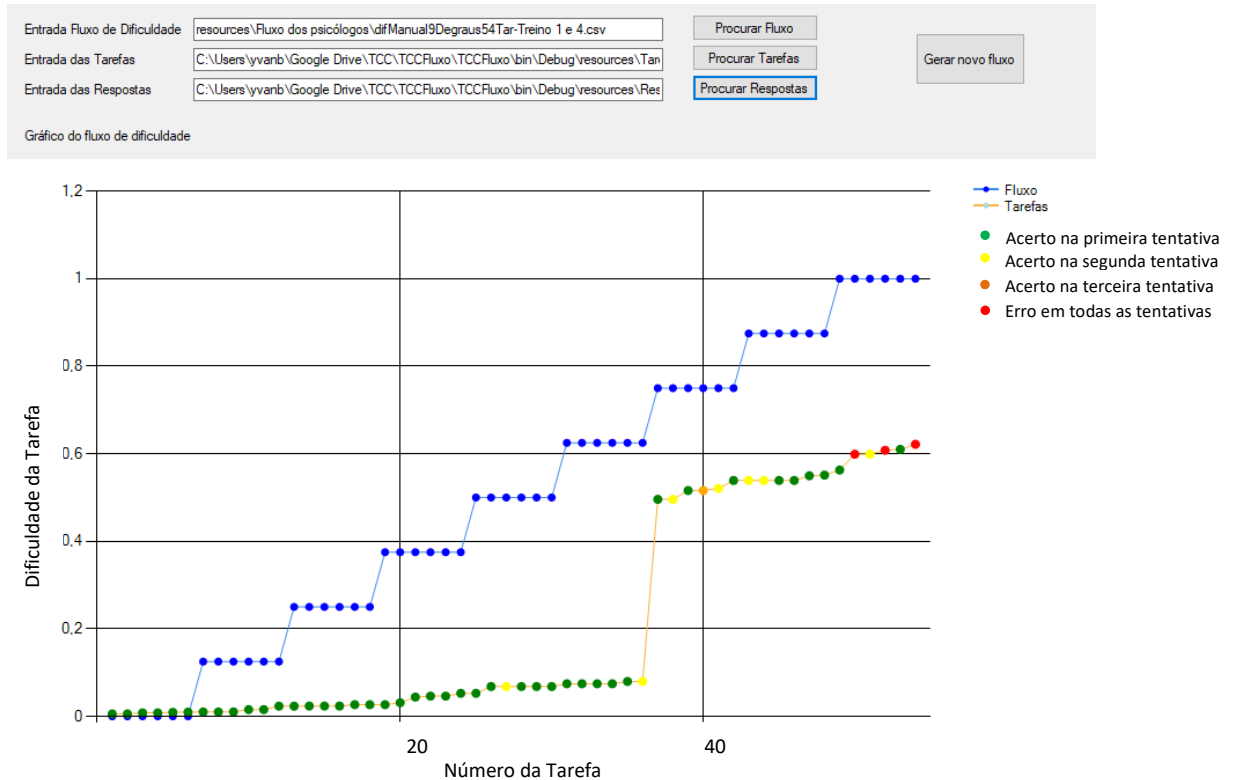


Figura 38: Tela inicial com os campos preenchidos

Clicando no botão “Gerar novo fluxo” no canto superior direito, o software abre uma nova janela apresentando o novo fluxo que deve ser utilizado para construir as novas tarefas para o aluno apresentando um comparativo entre o fluxo utilizado na última tarefa, a lista de tarefas que foram realizadas pelo aluno e o novo fluxo que será utilizado para a geração das novas tarefas.

As Figuras 39, 40 e 41 mostram os fluxos gerados para três dos alunos que foram avaliados no experimento anterior. É possível perceber que o novo fluxo de dificuldade se aproxima das dificuldades das tarefas que foram utilizadas para os testes com os alunos em relação ao fluxo anterior. Assim, as tarefas que serão realizadas pelo aluno no próximo treino terão seus valores de dificuldades ajustados de acordo com o desempenho no treino anterior.

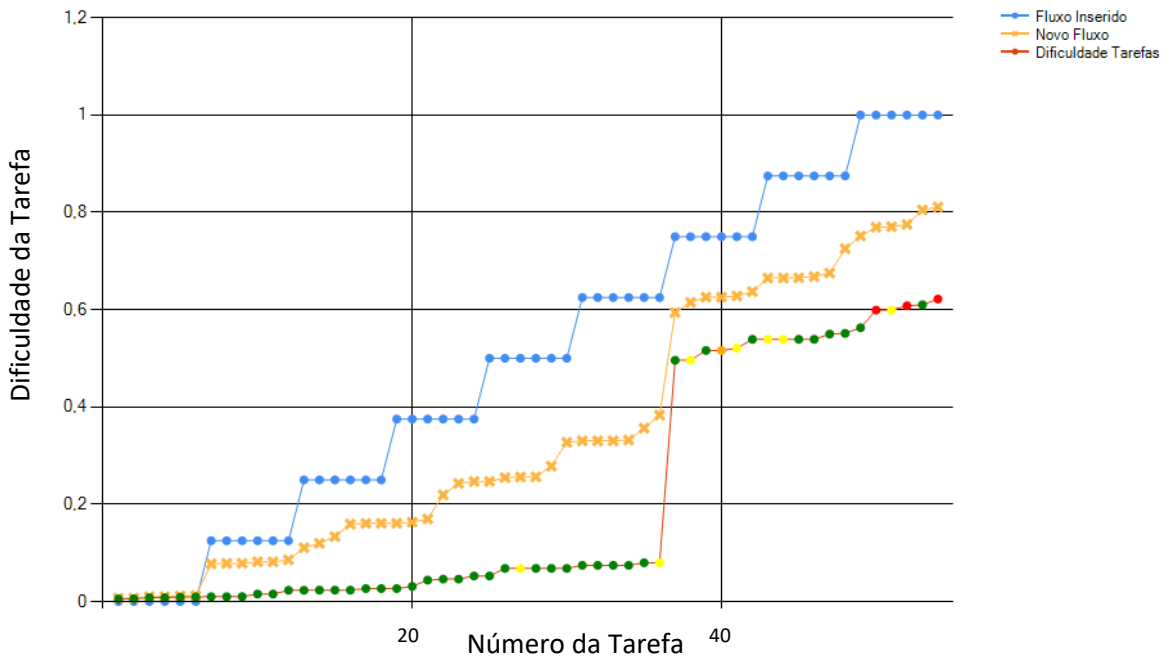


Figura 39: Novo fluxo de dificuldade do aluno 1

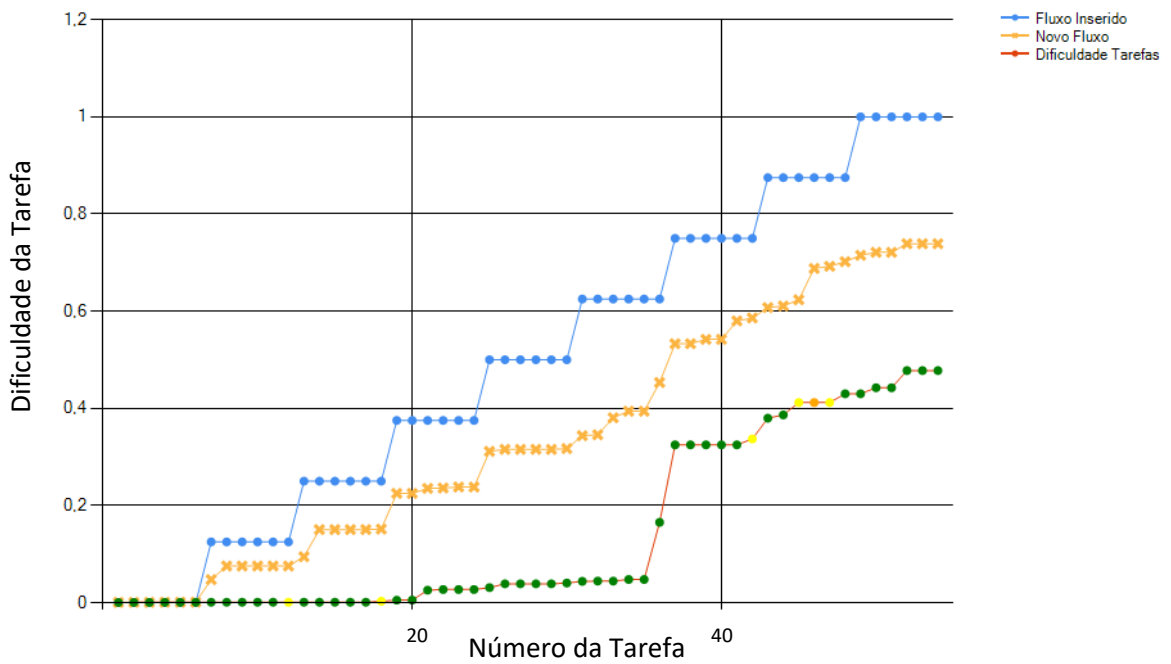


Figura 40: Novo fluxo de dificuldade do aluno 2

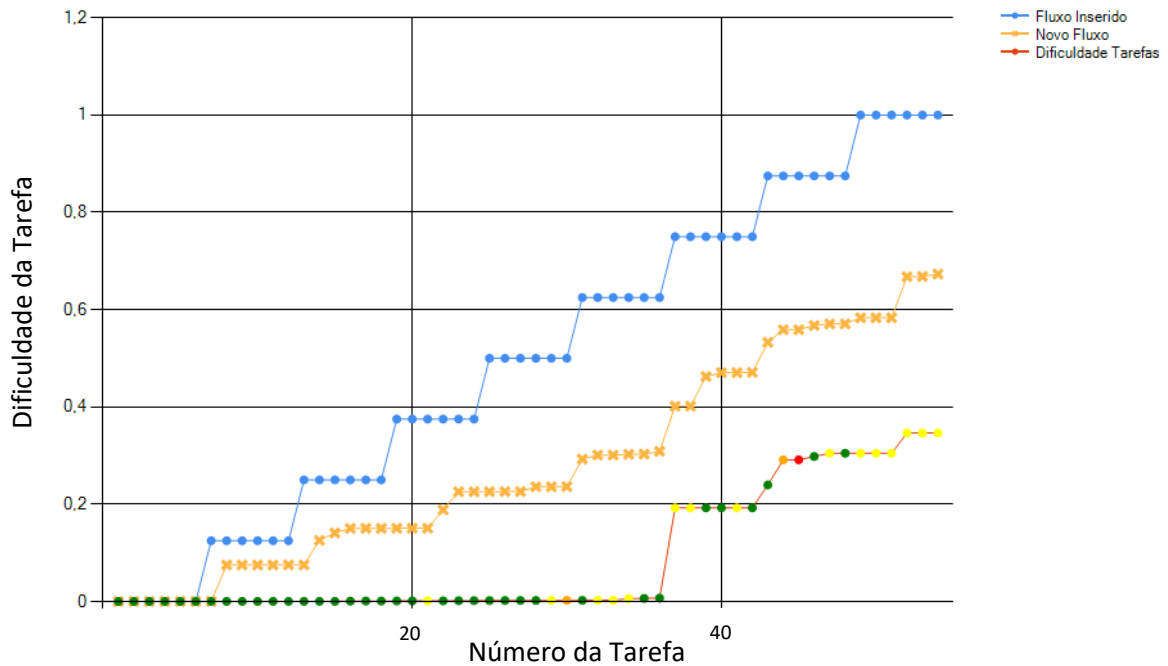


Figura 41: Novo fluxo de dificuldade do aluno 3

4.2. LEAP MOTION

Para auxiliar nos comandos dados para o *Leap Motion* foram desenvolvidas órteses moldadas por um terapeuta ocupacional de São Paulo. Segundo ele, a ideia de tornar o projeto de ensino de leitura e escrita adaptado para crianças com deficiência é uma iniciativa muito interessante, já que a maioria dos jogos ou aplicações não adequa seus controles para esta minoria de pessoas.

A Figura 42 mostra as órteses separadas e isoladas, a órtese da esquerda possui um tamanho maior do que a da direita, e acima da órtese da direita se apresenta o suporte onde a ferramenta deverá ser acoplada. Na Figura 43 e 44 é mostrado a prótese de maior tamanho já acoplado ao usuário, com a diferença que a segunda imagem mostra o usuário segurando o suporte da ferramenta pronto para utilizar os controles do jogo, e a Figura 45 mostra a ferramenta (pincel de quadro branco, que pode ser substituído por algo semelhante e que encaixe na órtese) acoplada ao suporte enquanto estes aparecem ao lado da mão do usuário que está utilizando a órteses.



Figura 42: Imagens das órteses separadas



Figura 43: Uma das órteses encaixadas em uma mão



Figura 44: Uma das órteses encaixada na mão junto com a ferramenta



Figura 45: Uma das órteses e ao lado o suporte para ferramenta

5. CONCLUSÃO

5.1. RETROSPECTIVA DO TRABALHO

O presente trabalho mostrou novas funcionalidades trazidas para o projeto “As Aventuras de Amaru” que tinham como objetivo tornar a aplicação mais dinâmica, adequando-se às habilidades de cada aluno, e inclusiva, inserindo uma nova forma de interação com o jogo.

No trabalho foi apresentada a justificativa e a motivação sobre a idealização deste trabalho pautados em uma pesquisa publicada no ano de 2017 onde algumas crianças possuíam bastante habilidade com a leitura e escrita das palavras e resolviam as tarefas com bastante facilidade, outras crianças possuíam dificuldade na realização das mesmas tarefas e uma criança ficou de fora dos testes realizados por possuir uma deficiência física nas mãos, não podendo manusear os periféricos necessários para a execução do jogo. Também foi apresentado o objetivo principal do trabalho que é tornar o jogo “As Aventuras de Amaru” em um projeto adaptativo, onde a dificuldade de cada tarefa possa se adequar a habilidade de cada aluno, e inclusivo, para que pessoas com alguma deficiência nas mãos possam participar das experiências que o jogo proporciona.

No capítulo de resultados, são mostrados alguns dos resultados que foram obtidos com dados obtidos na pesquisa realizada por Nerino (Nerino, et al., 2017) para geração de novos fluxos de dificuldade para três alunos que participaram dos testes. Mostra também que o *Leap Motion* foi implementado no projeto e apresentando algumas imagens das órteses que foram feitas para utilização em testes futuros.

Com isso, pode-se dizer que as ferramentas produzidas com este trabalho podem contribuir para que o projeto “As Aventuras de Amaru” obtenha resultados mais equilibrados, levando em consideração as habilidades individuais do aluno, e mais inclusivos, trazendo um novo público para a realização dos testes, abrindo portas para a implementação de novas formas de interação para as pessoas que possuem algum outro tipo de deficiência e que as impossibilitem de participar de tais experiências.

5.2. TRABALHOS FUTUROS

Um dos trabalhos futuros a ser considerado será o de realizar testes com o aparelho *Leap Motion* com crianças que apresentam algum tipo de deficiência nas mãos e que não podem controlar o personagem utilizando os dedos das mãos. Serão feitos testes para verificar se os comandos são de fácil compreensão e se estão ao alcance das crianças. Além disso, serão verificados se as órteses são adaptáveis, se encaixam perfeitamente nas mãos de quem irá manuseá-las e se não traz incômodos à criança durante a execução dos testes. Todas essas informações serão obtidas através de entrevistas que serão feitas com os próprios alunos.

Em relação à geração dos fluxos dinâmicos, serão realizados testes que verificarão se a abordagem utilizada para o balanceamento das dificuldades é a ideal e se a proposta do modelo de testes funciona como esperado (Figura 7). Após estas verificações e correções feitas, o próximo passo seria incluir o algoritmo de geração dinâmica de dificuldade na mesma ferramenta que gera tarefas que serão executadas pelos alunos, tornando, assim, um sistema único capaz tanto de gerar as tarefas quanto balancear a geração de novas tarefas para os alunos.

5.3. LIÇÕES APRENDIDAS

Desde a fase de teste que resultaram na ideia deste trabalho até a sua conclusão foram extraídas lições importantes e que promoveram bastante a experiência do autor nas áreas de Análise Comportamental e Tecnologia Assistiva. Algumas dessas experiências podem ser destacadas:

- **Análise Comportamental:** Durante a fase de testes que deram a ideia deste trabalho, foi possível perceber a importância da análise do comportamento humano durante a fase de aprendizado. É importante destacar também que foi perceptível algumas razões (dificuldade, limitações, etc) que podem trazer à tona a desistência de uma pessoa em aprender determinada tarefa, no caso dos testes, o aprendizado da leitura de escritas de algumas palavras, e além disso, outro aspecto a ser destacado é a importância do engajamento durante o aprendizado, uma das formas de não deixar o aluno desistir de aprender determinada tarefa.
- **Tecnologia Assistiva:** Uma das lições mais importante que foi aprendida durante a elaboração deste trabalho está relacionado à importância da inclusão de pessoas com deficiência em atividades em grupo e como proporcionar a inclusão destas nestas atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, G. R., Mattos, G. C., Martinez, K. M., da Silva, G. M., Gonçalves, É. C., & Teodoro, A. J. (2014). Jogos Cognitivos Eletrônicos para a Aprendizagem de Conceitos Nutricionais e Coleta de Dados. *Anais do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação*.
- Alimanova, M., Borambayeva, S., Kozhamzharova, D., Kurmangaiyeva, N., Ospanova, D., Tyulepberdinova, G., . . . Kassenkhan, A. (2017). Gamification of Hand Rehabilitation Process Using Virtual Reality Tools. *First IEEE International Conference on Robotic Computing*.
- Azevedo, M. A., & Marques, M. L. (2001). *Alfabetização Hoje*. São Paulo: Cortez.
- Butt, A. H., Rovini, E., Dolciotti, C., Bongioanni, P., De Petris, G., & Cavallo, F. (2017). Leap motion evaluation for assessment of upper limb motor skills in Parkinson's disease. *International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*.
- Butt, A., Rovini, E., Dolcitti, C., Bongioanni, P., De Petris, G., & Cavallo, F. (2017). Leap motion evaluation for assessment of upper limb motor skills in Parkinson's Disease. *International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*.
- Capobianco, D., Teixeira, C., Bela, R., Orlando, A., De Souza, D., & De Rose, J. (2009). *LECH--GEIC. Sistema web Gerenciador de Ensino Individualizado por Computador*. Acesso em 20 de Novembro de 2017, disponível em LECH-GEIC: <http://geic.ufscar.br/site/>
- de Aviz, P. A. (2013). AS AVENTURAS DE AMARU: Um jogo de apoio ao ensino de leitura e escrita para crianças com dificuldades de aprendizado. *Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais*.
- Ferreira, M. (2016). *Jovens Jornalistas*. Acesso em 23 de Novembro de 2017, disponível em Universidade Federal de Goiás: <http://www.webnoticias.fic.ufg.br/n/68881-industria-de-games-supera-o-faturamento-de-hollywood>
- Fundenberg, D., & Levine, D. (1998). *The theory of learning in games*. Massachusetts: MIT Press.
- Guedim, Z. (15 de Março de 2017). *Leap Motion VR Hand Sensors Will Replace all Controllers*. Acesso em 20 de Novembro de 2017, disponível em Edgy Labs: <https://edgylabs.com/leap-motion-hand-vr>
- IBGE. (Novembro de 2016). *Pesquisa Nacional pro Amostra de Domicílios Síntese de Indicadores 2015*. Acesso em 23 de Novembro de 2017, disponível em IBGE: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>
- Kishimoto, T. (1993). *Jogos tradicionais infantis: o jogo, a criança, a educação (8ª Edição)*. Petrópolis: Vozes.
- Leap Motion*. (s.d.). Acesso em 20 de Novembro de 2017, disponível em <https://www.leapmotion.com/>

- Marques, L. B., Golfeto, R. M., & Melo, R. M. (2011). Manual do Usuário de Programas de Ensino via GEIC: Volume I: Aprendendo a Ler e a Escrever em Pequenos Passos Módulo I. *Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino (INCT-ECCE)*.
- Microsoft. (s.d.). Acesso em 20 de Novembro de 2017, disponível em Microsoft XNA Framework Redistributable 4.0: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=20914>
- Microsoft. (s.d.). *Kinect for Xbox One*. Acesso em 20 de Novembro de 2017, disponível em <https://www.xbox.com/en-US/xbox-one/accessories/kinect>
- Microsoft. (s.d.). *Visual Studio*. Acesso em 23 de Novembro de 2017, disponível em <https://www.visualstudio.com/>
- MotionSavvy. (s.d.). Acesso em 20 de Novembro de 2017, disponível em <http://www.motionsavvy.com/>
- Nerino, G. d. (2015). *Framework para a geração automática de repertório de tarefas de ensino individualizado baseado em componentes de dificuldade adaptativa para crianças com limitação de aprendizado em leitura*. Proposta de Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém.
- Nerino, G., Felipe, D., Cardoso, A., Assunção, F., Brito, Y., Monteiro, D., & Santana, Á. (2017). Engagement in digital games and web applications using adaptive matching-to-sample tasks in teaching reading. *XIX Simpósio Internacional de Informática Educativa*.
- Oliveira, H. P. (2016). *Ajuste dinâmico de dificuldade aplicado a um jogo educacional para crianças com déficit de leitura e escrita na Língua Portuguesa*. Teste de Conclusão de Curso em Ciência da Computação, Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Belém.
- Passerino, L. M. (1998). *Avaliação de jogos educativos computadorizados*. Acesso em 23 de Novembro de 2017, disponível em <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise98/html/trabajos/jogosed/>
- Prensky, M. (2003). *Digital Game-Based Learning*. Paragon House Publishers.
- Rose, J. C., Sousa, D. G., Rossito, A. L., & Rose, M. T. (1989). Aquisição de leitura após história de fracasso escolar: equivalência de estímulos e generalização. *Psicologia: teoria e pesquisa*, 325-346.
- Rose, J., Souza, D., & Hanna, E. (1996). Teaching reading and spelling: Exclusion and stimulus equivalence. *Journal of Applied Behavior Analysis*.
- Santos, J. A. (2001). *Criança e literatura - desenvolvimento da compreensão e do gosto pela leitura*. São Paulo: Estado de São Paulo. UFSCAR.
- Sarmanho, E. S., Sales, E. B., Cavalcante, D. M., Marques, L., & das Graças, D. (Novembro de 2011). A Game for Teaching Children with disability in Reading and Writing Portuguese using Voice Recognition and Kinect Sensor. *SBGames*.

Siqueira, E. S., Barros, E. S., Monteiro, D. C., de Souza, D. d., & Marques, L. B. (2012). ALE-RPG Jogo Digital para Aprendizado de Crianças em Leitura e Escrita. *CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação V.10 N.1*.

Soares, T. P., da Silva, A. C., Virgolino, D. A., de Souza Junior, G. N., Jacob Junior, A. L., & de Santana, Á. L. (2016). Sky Way: Jogo para reabilitação de equilíbrio corporal. *Escola Regional de Informática Norte*.

Unity3D. (s.d.). Acesso em 23 de Novembro de 2017, disponível em <https://unity3d.com/>