

FonoConnect - Auxiliar o tratamento de crianças com distúrbios articulatórios através de Jogo Digital

Marcelo da Silveira Siedler
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Universidade Federal de Pelotas
Bagé-RS, Brasil
marcelo.siedler@inf.ufpel.edu.br

Rafael Cunha Cardoso
WeTech Research Group
Instituto Federal Sul-Rio-grandense
Pelotas-RS, Brasil
rafaelcardoso@ifsul.edu.br

Tatiana Aires Tavares
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Universidade Federal de Pelotas
Pelotas-RS, Brasil
tatiana@inf.ufpel.edu.br

Resumo—Este artigo descreve o processo de modelagem, desenvolvimento e validação do FonoConnect, um jogo digital voltado ao tratamento de crianças com distúrbios articulatórios. A solução utiliza técnicas de reconhecimento de voz associada aos preceitos de *Serious Game*. O jogo visa estimular a prática da pronúncia de palavras por meio de um ambiente lúdico, possibilitando ao usuário a realização dessas atividades sem a intermediação direta de professores, pais ou responsáveis. O jogo desenvolvido foi validado junto ao público alvo do projeto, apresentando as contribuições e melhorias desenvolvidas a partir dos resultados obtidos.

Palavras-chave—*Serious Games*, Distúrbio Articulatório, Criança, Pronúncia

I. INTRODUÇÃO

A linguagem é uma forma sistemática de comunicar ideias ou sentimentos por meio de sinais, símbolos, sons, gestos e regras com sinais convencionais. Na prática, pode se dizer que a linguagem é qualquer conjunto de sinais que os indivíduos utilizam para se comunicar, podendo ser verbal (usando palavras) ou não verbal (placas, linguagem de sinais, sinais de trânsito, entre outros). O mecanismo de comunicação em que se utiliza a linguagem verbal é sem dúvida o mais importante, por estar à disposição de quase totalidade da população, auxiliando a cristalização, comunicação e integração do pensamento [1]. Porém, muitas pessoas possuem distúrbios articulatórios que são alterações na fala como omissões, substituições, distorções, adições ou transposições de sons [2]. Considerado como uma das mais recorrentes manifestações observadas na fala de crianças que chegam à clínica fonoaudiológica o distúrbio articulatório é definido como uma perturbação da articulação e a impossibilidade de emitir conscientemente uma frase e não saber substituir uma palavra por outra [3].

Na região de Bagé, cidade onde este trabalho foi concebido, têm-se uma grande dificuldade de acesso a atendimento especializado para tratar distúrbio articulatório. O acesso gratuito a tratamentos com fonoaudiólogos é restrito e, quando disponível, dificilmente o paciente consegue mais que uma consulta semanal. Essa limitação dificulta o desenvolvimento da pronúncia e, consequentemente, a alfabetização da criança. Essa realidade aumenta a demanda por métodos que permitam complementar a terapia da fala sem a necessidade da presença em tempo integral de um profissional especializado.

Neste cenário, abre-se espaço para a aplicação de estratégias pedagógicas que utilizem o potencial das tecnologias de informação e comunicação (TIC) [4].

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um jogo educacional voltado ao tratamento de distúrbios articulatórios. O objetivo é oferecer uma ferramenta lúdica, que torne a atividade de repetição de palavras, muitas vezes cansativa, em algo prazeroso e estimulante [5], oferecendo ao paciente uma ferramenta para praticar a terapia da fala, em horários fora das sessões com o profissional especializado. O aplicativo, projetado para crianças com necessidades educacionais especiais, foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, que conta com analistas de sistemas, desenvolvedores e fonoaudiólogos.

O conteúdo deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentada a Proposta do Jogo. A Seção 3 relata o processo de desenvolvimento e a validação do aplicativo. Por fim, a Seção 4 destaca as considerações finais, bem como os próximos desdobramentos do projeto.

II. PROPOSTA DO JOGO

Atividades educacionais apresentadas por meio de jogos são estratégias eficazes de auxiliar o desenvolvimento de crianças, sendo uma forma de expressão e maturação no plano físico, cognitivo, psicológico e social [6]. Este elemento lúdico promove um ambiente em que a criança se sente segura e confortável para explorar diferentes possibilidades, criar conexões e desenvolver habilidades. Apesar de pouco explorado, o uso de jogos é um recurso que pode ser aplicado em exercícios para tratamento do distúrbio articulatório, o qual normalmente é baseado em repetições de palavras e fonemas [7].

No universo de desenvolvimento de jogos, *Serious Games* é uma categoria de *game* que se destaca por focar não apenas no entretenimento, mas também em simulações de situações práticas cotidianas, treinamento de equipes e conscientização [8]. Este tipo de jogo utiliza o lúdico para tornar o aprendizado mais atraente [9]. Um dos setores que mais se beneficia dos *Serious Games* é a saúde [10]. Neste cenário, Johnsen et al. [11] realizaram pesquisas comprovando a transferência de conhecimento para ambientes reais quando tais aplicações são utilizadas para fins de educação e treinamento. O presente trabalho foi concebido seguindo os preceitos de *Serious Game*,

pois propõe um jogo que, além de entreter, estimula a prática da terapia da fala em desafios inseridos dentro da mecânica proposta. O desenvolvimento do jogo partiu dos seguintes requisitos iniciais:

- *Ter uma mecânica de jogo simples* - como o jogo tem foco em crianças desde o processo de alfabetização, algumas delas com deficiência motora e/ou intelectual, é essencial ele tenha fácil jogabilidade;
- *Inserir a prática da repetição de palavras* - estimular a repetição de palavras como parte do jogo, encorajando o usuário a praticar repetidamente palavras para atingir objetivos e ganhar recompensas;
- *Acompanhar os resultados* - o fonoaudiólogo, professor AEE (Atendimento Educacional Especializado) ou responsável deve ter uma forma de acompanhar as interações realizadas, verificando os resultados obtidos e a evolução da criança;
- *Ser gratuito*; e
- *Executar em dispositivos com sistema operacional Android*.

Esses requisitos foram elencados a partir de encontros periódicos da equipe multidisciplinar. A partir deles, foi projetada a arquitetura do *game* proposto, destacada na Fig. 1.

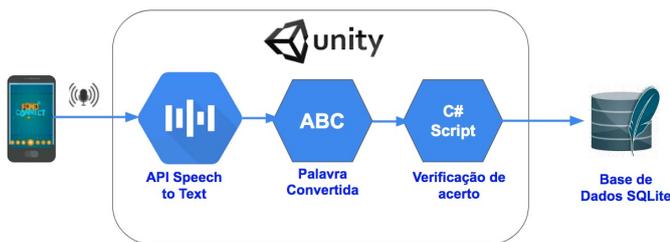


Fig. 1. Arquitetura do jogo projetado.

Como pode ser observado na 1, para o desenvolvimento do jogo educacional foi escolhida a IDE (*Integrated Development Environment*) de desenvolvimento do Unity. Esta ferramenta, além de ser compatível com bibliotecas de reconhecimento de voz do Android, é gratuita e não possui restrições relacionadas ao número de cenas e *assets* do projeto. Unity oferece uma IDE específica para o desenvolvimento de jogos 2D e 3D, além de apresentar uma *engine* de desenvolvimento completa, vasta documentação e comunidade bastante ativa. Adicionalmente, o Unity oferece a possibilidade de obtenção de licenças gratuitas para instituições de ensino.

Por sua vez, a *API Speech To Text*, presente na arquitetura, permite o reconhecimento da voz do usuário, convertendo-a em texto. Esse tipo de API é fundamental para o este projeto, uma vez que o objetivo fundamental do aplicativo é reconhecer a fala do usuário e verificar se a pronúncia da palavra está correta. Essas API precisam realizar a conversão de palavras na língua portuguesa, interpretando com precisão e rapidez as palavras pronunciadas pelo usuários. Para desempenhar essa tarefa, foram analisadas diversas *API Speech To Text*. Dentre as API estudadas se destacam a *Watson Speech to Text*, e a

Google Cloud Speech. Ambas apresentam um o alto nível de precisão e a possibilidade de trabalhar multiplataforma, ou seja, a mesma API pode ser usada em diferentes sistemas operacionais. O problema comum a ambas soluções é a limitação de palavras que podem ser interpretadas de forma gratuita. Como a ideia é que o usuário possa realizar diversos testes em uma mesma sessão, o software acabaria gerando custo ao usuário final, ferindo um dos requisitos primordiais do projeto. Para contornar esse problema, optou-se pela utilização da API de reconhecimento de voz nativa do sistema operacional Android. Desta forma, cada palavra inserida no jogo passou por testes individuais para verificar se não ocasionaria algum problema de reconhecimento da língua portuguesa. Algumas palavras nem sempre são corretamente reconhecidas pela API nativa do Android, especialmente as que são acentuadas ou tem 'ç' na sua formação. Como exemplos dessa dificuldade de pronúncia, está o não reconhecimento da palavra romã e a interpretação incorreta das palavras Açai (transcrita como assai).

Por fim, vale destacar que o jogo foi projetado para rodar no equipamento do usuário e sem necessidade de acesso a internet. Visando possibilitar essa funcionalidade, as informações de cadastro, progresso e palavras pronunciadas ficam armazenadas no próprio dispositivo. Para tanto, é utilizada uma base de dados local, utilizando a biblioteca *SQLite*. Desta forma, informações de login e progresso durante a partida são persistidos em memória através da serialização de objetos.

III. DESENVOLVIMENTO

O jogo, batizado de FonoConnect, foi desenvolvido em duas dimensões (2D) e sua mecânica básica consiste em utilizar um dos personagens disponíveis para percorrer diversas fases em um determinado cenário. Assim, o usuário controla o personagem, coletando itens especiais que aparecem ao longo de cada percurso. O jogo é composto por três cenários principais, cada um deles composto por seis fases de diferentes níveis de dificuldade. O objetivo que o usuário complete todas as seis fases de cada um dos cenários disponíveis em sua versão atual. O jogo inicia na fase um do cenário denominado *Floresta*, destacado na Fig. 2.



Fig. 2. Usuário jogando a Fase 1 do cenário *Floresta*.

Ao completar as todas fases previstas nesse cenário, o usuário desbloqueia o próximo cenário e assim sucessiva-

mente. Em cada uma das fases são apresentadas obstáculos e inimigos que o usuário deve desviar para continuar vivo. Adicionalmente, são disponibilizadas recompensas (moedas e caixas surpresa), que podem ser coletadas ao longo das fases. As moedas coletadas podem ser utilizadas para comprar/equipar personagens na Loja do jogo. Para cada um dos mundos são disponibilizados novos personagens (como magos, fadas e monstros) que podem ser comprados e equipados conforme a quantidade de moedas que o usuário coletou ao longo dos percursos já realizados.

Além da coleta direta ao longo das fases, existe uma outra forma do usuário juntar moedas, o desafio de pronúncia de palavras, disponível ao final de cada uma das fases do jogo. A ideia é que o usuário ganhe moedas ao pronunciar corretamente algumas palavras apresentadas ao final das fases. O número de palavras disponíveis para pronúncia está relacionado com a quantidade de caixas surpresa coletadas pelo jogador na fase. Cada caixa surpresa oportuniza a pronúncia de uma palavra. Assim, ao proferir corretamente a palavra da caixa surpresa, uma quantidade de moedas é acrescida a conta do usuário. A Fig. 3 apresenta a tela de pronúncia de palavras.



Fig. 3. Tela de pronúncia de palavras surpresa.

Vale ressaltar que a quantidade de moedas que o usuário ganha com as pronúncias, depende da dificuldade da palavra pronunciada. Além disso, o jogador possui três tentativas para acertar cada uma das palavras contidas nas caixas surpresa.

A. Funcionalidades do FonoConnect

Ao entrar no jogo, o usuário é apresentado a um menu que oferece as seguintes funcionalidades:

- *Cadastro e configuração do usuário* - Interface que permite o registro do usuário, mantendo o histórico de perguntas respondidas, quantidade de moedas conquistadas e fases desbloqueadas;
- *QuickMatch* – Opção que permite ao usuário ir diretamente para o desafio de pronúncia de palavras sem a necessidade de completar a fase;
- *Seleção de Fase* – Permite ao usuário selecionar a fase que deseja jogar, desde que a mesma esteja desbloqueada.

Para desbloquear a uma fase é necessário completar a anterior pronunciando corretamente pelo menos uma palavra;

- *Loja* – Possibilita ao usuário comprar ou equipar personagens; e
- *Estatística* – Cena com o acompanhamento do índices de acerto das palavras pronunciadas.

B. Sistema de Login

Quando o jogo é iniciado pela primeira vez é necessário realizar um cadastro. Para tanto, são solicitados o nome de usuário, e-mail do profissional responsável e a indicação se o usuário é alfabetizado ou não. Como o FonoConnect pode ser utilizado tanto em consultórios de fonoaudiologia quanto em salas de recursos de escolas, é importante permitir que vários usuários possam acessar o sistema separadamente, mantendo o registro de avanço individual de cada jogador.

A opção de marcar se o usuário é alfabetizado, interfere no modo como as palavras são apresentadas no momento da pronúncia. Se o usuário for alfabetizado as palavras são mostradas de forma textual, caso contrário, uma imagem será apresentada representando a palavra. Por fim, vale destacar que um dos principais recursos do FonoConnect são os relatórios gerados sobre as palavras pronunciadas. Esse acompanhamento pode ser feito por meio da tela de Estatísticas ou por e-mails enviados semanalmente para o endereço cadastrado no momento do cadastro. Esse relatório de acompanhamento possibilita verificar quais as palavras foram pronunciadas e o percentual de acerto que o usuário obteve em cada fonema. A Fig. 4 apresenta a tela de estatística do jogo.



Fig. 4. Tela com informações sobre as palavras pronunciadas pelo usuário.

C. Validação

Para validar o FonoConnect foram realizados testes envolvendo profissionais da área de educação inclusiva em instituições parceiras do projeto. Os testes foram divididos em duas etapas, detalhadas a seguir:

1) *Primeira Etapa – Relevância e funcionalidades*: Neste momento, realizada mensalmente durante 6 meses, professores e fonoaudiólogos que atuam no AEE das instituições parceiras validaram as funcionalidades desenvolvidas e colaboraram com sugestões. As seguintes contribuições foram oriundas deste processo, e colaboraram para a versão atual do jogo:

- Substituição da palavra escrita por uma imagem, permitindo que alunos não alfabetizados também possam utilizar a ferramenta;
- Customização dos fonemas;
- Disponibilizar a pronúncia ao final de cada uma das fases do jogo. Originalmente a pronúncia ocorria durante o jogo, no momento das coletas das caixas surpresa;
- Criação da funcionalidade *QuickMatch*. A ideia é permitir ao usuário realizar o desafio da pronúncia, sem necessidade de jogar as fases; e
- Na tela do desafio da pronúncia, possibilitar ao usuário ouvir a palavra a ser pronunciada.

2) *Segunda Etapa – Testes de jogabilidade*: Testes relacionados a mecânica do jogo foram realizados junto a alunos de três turmas do ensino fundamental do município de XXXXX. Os estudantes, com idade entre 9 e 12 anos, foram convidadas a conhecer o projeto e jogar o FonoConnect. Para motivar os alunos, foi proposta uma competição entre eles. O estudante que conquistasse o maior número de moedas, seria premiado ao final da sessão de testes. O objetivo da avaliação foi validar se a jogabilidade está de acordo com o público-alvo do projeto, observando os seguintes pontos:

- *Motivação* - Fases desenvolvidas com grau de dificuldade adequado. Observar se o usuário ficou motivado a continuar jogando sem que a experiência ficasse frustrante;
- *Usabilidade* - Verificar se os usuários conseguem utilizar as funcionalidades do jogo sem orientação; e
- *Interface* - Observar se os elementos criados no jogo são atrativos aos usuários.

Antes dos testes foi explicado o objetivo do jogo, mas sem demonstração prática, justamente para verificar a dificuldade do usuário em jogar sem auxílio prévio. Cada aluno então teve a oportunidade de jogar uma partida no FonoConnect.

A partir desta validação foram realizados ajustes em algumas fases do jogo. Por exemplo, foi percebido que o grau de dificuldade aumentava muito quando o usuário passava da fase três para a quatro. Alguns obstáculos do cenário também foram alterados, pois em alguns testes o personagem ficou preso no cenário. Com relação a experiência dos alunos foi observado que a competição e a busca por melhores resultados prendeu os alunos no jogo. No contexto do jogo isso é bastante importante, pois o usuário deve estar focado em continuar jogando e em vencer os obstáculos para realizar uma maior quantidade de testes de pronúncia. Além disso, os testes foram satisfatórios já que as turmas avaliaram positivamente a experiência do jogo.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou o processo de concepção, projeto e desenvolvimento do jogo FonoConnect, destacando os desafios e soluções encontradas na criação de uma ferramenta lúdica voltada ao tratamento de distúrbios articulatórios com foco no público infantil. Através do aplicativo desenvolvido o usuário pode exercitar a pronúncia de fonemas sem o acompanhamento presencial de profissionais especializados.

Como trabalhos futuros pretende-se testar a ferramenta com pacientes que frequentam regularmente o consultório de fonoaudiologia. Além disso, espera-se realizar a implementação da funcionalidade que permitirá ao profissional responsável customizar o acerto da palavra por proximidade. Ou seja, dependendo do grau de dificuldade do paciente, o profissional pode considerar que "Boia" é uma pronúncia correta da palavra "Bola".

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERENCES

- [1] M. Petter, "Linguagem, língua, linguística," *Introdução à linguística*, vol. 6, pp. 11–24, 2002.
- [2] M. d. F. Trigo, "Sobre os distúrbios articulatórios: a heterogeneidade em questão na clínica da linguagem," *Estudos Lingüísticos*, vol. 33, pp. 1250–1255, 2004.
- [3] D. Porcellis, M. Siedler, and M. Holzschuh, "Desenvolvimento e implantação de um jogo interativo voltado para crianças com distúrbios articulatórios," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 8, no. 1, 2019, p. 1409.
- [4] A. Wiener and A. de Campos, "Colligo app: gamificação em sala de aula," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 7, no. 1, 2018, p. 272.
- [5] A. Bardini, P. Hubler, H. Dezazeri, S. de Castro Bertagnolli, P. Rodrigues, L. Lopes, I. Almeida, and V. S. Bertonecello, "Aplicativo lúdico-pedagógico para ensino de programação e robótica educacional," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 6, no. 1, 2017, p. 222.
- [6] D. Dermeval and I. I. Bittencourt, "Authoring gamified intelligent tutoring systems," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 6, no. 1, 2017, p. 14.
- [7] A. Sousa, L. Machado, and A. Valença, "Terapia para fonoaudiologia utilizando jogos computacionais," in *Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS 2010)*, Porto de Galinhas, Brazil, 2010.
- [8] T. de Souza Araújo and M. Ribeiro Filho, "Design e avaliação de um jogo sério voltado para reabilitação de membros superiores e inferiores," in *Proceedings of Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*, 2019, pp. 121–129.
- [9] R. C. Cardoso, V. K. da Costa, A. S. Rodrigues, T. A. Tavares, K. F. Xavier, J. A. Peroba, J. Peglow, and C. Quadros, "Doce labirinto: Experiência de jogo utilizando interação baseada em movimentos da cabeça e recursos tangíveis," *XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pp. 563–572, 2016.
- [10] L. S. Machado, R. M. Moraes, and F. Nunes, "Serious games para saúde e treinamento imersivo," *Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada*, vol. 1, pp. 31–60, 2009.
- [11] K. Johnsen, A. Raij, A. Stevens, D. S. Lind, and B. Lok, "The validity of a virtual human experience for interpersonal skills education," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2007, pp. 1049–1058.