

Avaliação de um protótipo de um jogo digital para alfabetização de crianças surdas

Ramon Lima e Meira

Instituto de Computação

Universidade Federal da Bahia (UFBA) Universidade Federal da Bahia (UFBA) Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Salvador, Brasil

ramon.lima@ufba.br

Diego Zobot

Instituto de Computação

Salvador, Brasil

diego.zobot@ufba.br

Ecivaldo de Souza Matos

Instituto de Computação

Salvador, Brasil

ecivaldo@ufba.br

Resumo—Desenvolver tecnologias para o público-alvo de crianças surdas traz desafios inerentes às particularidades delas, bem como desafios aos meios de avaliação dessas tecnologias desenvolvidas. Mesmo protótipos produzidos por meio de processos colaborativos de design necessitam de avaliação da adequação à proposta original e ao público-alvo. Nesse sentido, este artigo apresenta os resultados do processo de avaliação preditiva de um protótipo de um jogo educacional, projetado por e para crianças surdas. A avaliação preditiva foi realizada com a técnica de avaliação com heurísticas. Foi assim possível identificar as funcionalidades necessárias a serem implementadas para finalização do jogo.

Palavras-chave—games, crianças surdas, heurísticas, avaliação de usabilidade

I. INTRODUÇÃO

Os jogos fazem parte da vida das pessoas desde tempos remotos, principalmente pelo seu caráter lúdico. Porém, deixando esse ponto em segundo plano, seu potencial de aplicação em diversas outras áreas - como educação, saúde, treinamento - torna-se cada vez mais explícito [1]–[5]. Cada vez mais, pesquisas acadêmicas também tratam sobre jogos aplicados em contextos educativos com alunos com necessidades especiais [6]–[9].

Em relação à educação de surdos, o jogo pode ser um recurso visual interessante e, mesmo com o crescimento dos atuais investimentos para a criação desses artefatos tecnológicos, ainda é necessário aumentar a quantidade de produções, mas sem perder de vista a adequação às particularidades e necessidades dos potenciais beneficiados [10].

Ao permitir que os usuários tenham voz ativa no processo de design, podemos diminuir a distância cultural e aumentar a efetividade da comunicação entre aqueles que produzem o software e os usuários finais, produzindo assim, recursos que sejam mais próximos de suas realidades e ajudem no seu uso [11].

Crianças surdas ou com deficiência auditiva (S/DA) podem ser coautoras num processo de design [8], atuando não apenas como usuários, mas ativamente também como testadores, informantes e parceiros de design. No caso de estudo conduzido por Zobot [12] para aplicação de um processo de codesign, intitulado SPIDeKids, foram produzidos dois protótipos de jogos em que crianças surdas com idade por volta dos 06 anos se enxergaram como coautoras, bem como foi possível

identificar elementos próprios da sua cultura e vivência nos protótipos.

A partir da observação das crianças jogando os protótipos e de entrevistas semiestruturadas com os professores que acompanharam o estudo de caso, também foram identificados: erros de design, como um helicóptero que crescia sem limites; a falta de alguns elementos característicos de jogos, como uma tela de finalização e *ranking* com pontuação; e a necessidade de implementação de novas características para potencializar a experiência de interação, como a melhoria no *feedback* do jogo.

Essas observações apontaram a necessidade de realizar alterações, mas sem indicar como deveriam ser feitas, mesmo com as orientações provenientes do codesign. Outros elementos que não foram previstos durante o codesign ainda necessitavam de confirmação, como o ranking com a pontuação dos jogadores, que apesar de ser um elemento comum nos jogos, precisa ser bem planejado para a comunicação efetiva com os usuários.

Com o período de distanciamento social houve mais um desafio para a interação com os potenciais beneficiários do jogo. Entretanto, realizar o desenvolvimento sem nenhum tipo de direcionamento acabaria invalidando as vantagens da utilização do codesign, sendo as decisões tomadas unicamente e exclusivamente pelos desenvolvedores, considerando apenas suas experiências como parâmetros.

Nesse sentido, este trabalho busca preencher essas lacunas por meio da execução de uma avaliação com heurísticas de um dos protótipos, produzidos no estudo de caso conduzido por Zobot [12], para identificação do que deve ser desenvolvido e ter uma motivação mais precisa do porquê da existência de cada funcionalidade.

A necessidade de revisões em iterações futuras por meio de práticas de codesign, para aprovação dos usuários, é percebida pelos autores, mas, no presente artigo, busca-se identificar os problemas de usabilidade que podem ser resolvidos preliminarmente para garantir a sua qualidade.

A seguir, serão apresentados os referenciais teóricos, a metodologia e, por fim, as discussões sobre os resultados e as referências.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentados os conceitos fundamentais para o entendimento do protótipo e da avaliação realizada.

A. Codesign

O design colaborativo, ou codesign, é um processo de desenvolvimento que se preocupa em integrar os usuários de forma que eles tenham voz ativa, possam se expressar e colaborar para que efetivamente um produto ou serviço esteja mais alinhado com suas visões de mundo, vontades e necessidades. O codesign busca realizar o design **com e por**, não apenas **para** os usuários [13].

Quando é levado em consideração o impacto que pode ocorrer decorrente das variações culturais entre a equipe de desenvolvimento e os possíveis usuários finais - pois os projetistas utilizam signos, ideologias e visões de mundo próprios - para determinar quais elementos e como devem estar dispostos nas interfaces dos softwares, o codesign se torna ainda mais relevante [11].

No campo do Design de Interação, existe uma proposta de codesign voltado ao público infantil: o SPIDeKids [12]. Esse processo é fruto da adaptação do SPIDe [11], um processo semi-participativo para o design de interação, para o contexto de crianças S/DA com idade média de 06 anos, respeitando suas peculiaridades e necessidades. Essa versão do SPIDe foi batizada de SPIDeKids pelo fato de ser uma proposta adaptada, utilizando técnicas mais visuais e divertidas, pensada para crianças surdas ou com deficiência auditiva (mas com possibilidade de ser utilizada também com crianças ouvintes) que ainda não têm muita fluência na própria língua nativa.

B. Avaliação com heurísticas

As heurísticas podem ser representações abstratas de conceitos como “design”, que diz respeito a cores, fontes, espaçamentos e formatos, ou indicações mais específicas como “Destaque de informações relevantes por meio de animações”, dependendo diretamente das tecnologias, paradigmas e tipos de aplicações envolvidas, que geram domínios específicos.

Para a avaliação do protótipo, foi identificado que ele faz parte do domínio de jogos educacionais infantis para surdos em dispositivos móveis, e por isso, merecia uma abordagem mais precisa do que a utilizando heurísticas mais genéricas. Para a criação de heurísticas específicas diferentes metodologias podem ser empregadas [14], tendo como exemplo a adaptação de diretrizes educacionais para o formato de heurísticas [15].

Para a avaliação do protótipo foram utilizadas heurísticas adaptadas [16]¹ a partir da união de diretrizes para o design de aplicações de jogos eletrônicos para educação infantil de surdos de Canteri [10] com heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis de Abreu *et al.* [17]. As diretrizes de Canteri foram reescritas para o formato de heurísticas, facilitando a identificação da sua presença nas interfaces, enquanto as heurísticas de Abreu *et al.* foram

subdivididas em seus componentes elementares, para verificar os conflitos e complementariedades que poderiam surgir com essa união.

A seguir, estão listadas as classes de heurísticas utilizadas:

- 1) Facilidade de Uso;
- 2) Design da Tela;
- 3) Apresentação da Informação;
- 4) Afetividade;
- 5) Motivação;
- 6) Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos;
- 7) Papel do Instrutor;
- 8) Controle do Usuário;
- 9) Aprendizado Cooperativo;
- 10) Linguagem alvo;
- 11) Entretenimento;
- 12) Uso do Lúdico;
- 13) Criatividade e Imaginação;
- 14) Esforço Cognitivo;
- 15) Sentido Lógico;
- 16) Coerência no Conteúdo;
- 17) Feedback Construtivo;
- 18) Disponibilidade e Portabilidade;
- 19) Resposta Imediata e Visibilidade;
- 20) Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário;
- 21) Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema;
- 22) Aprendizagem e Recordação;
- 23) Diferentes Meios de Aprendizado.

III. METODOLOGIA

O protótipo de alta fidelidade foi concebido por Zobot [12] como um dos artefatos do design colaborativo em seu estudo de caso. Ele é a base para o desenvolvimento de um jogo educacional infantil para crianças surdas ou com deficiência auditiva (S/DA). A sua avaliação foi necessária para identificar os requisitos já estabelecidos e aqueles que ainda faltavam ser implementados para a finalização do jogo.

Portanto, nesse seção são apresentados em mais detalhes: o protótipo; a forma como será realizadas a avaliação com heurísticas; e, o projeto da interação a ser utilizado para finalização do jogo.

A. O protótipo

No estudo de caso realizado aplicando o SPIDeKids as crianças tiveram oportunidade de decidir sobre vários aspectos do jogo como: nível de dificuldade, marcadores de vida, escolha entre o uso de teclado ou mouse, gênero do jogo, mecânicas, cenários, personagens e a história do jogo.

O protótipo escolhido para avaliação (Fig. 1) tem como história de fundo um macaco que se encontra perdido no meio do deserto, muito sedento, que procura por água até que um helicóptero vem e o resgata, levando-o de volta para a floresta.

O jogo trabalha com os números em português e Libras por meio de um cenário de deserto onde o macaco pode caminhar procurando a água em cada cacto, sendo o correto aquele cacto

¹Lista com as heurísticas detalhadas: <https://bit.ly/HeurísticasAd>



Fig. 1. Protótipo do jogo para aprendizado dos números.
Fonte: Protótipo desenvolvido por Zobot (2019)

que tem a placa com a escrita em português do sinal mostrado no centro do sol.

Como o objetivo era avaliar a aceitação das crianças em relação a dificuldade do jogo e a identificação delas mesmas como coprodutoras do jogo, alguns elementos não foram implementados como o marcador de vidas e o resgate do macaco pelo helicóptero, que apenas tem uma animação de se deslocar de um lado para o outro e crescer a cada acerto.

B. Avaliação com Heurísticas

Ao conduzir uma avaliação de interfaces utilizando heurísticas, há a possibilidade de realizá-la de forma individual ou em grupo, cruzando as observações de cada avaliador, visto que avaliadores diferentes tendem a identificar problemas diferentes, assim, a decisão sobre a quantidade de iterações e avaliadores necessários em cada iteração depende da fase, orçamento disponível e criticidade do projeto [18].

Levando em consideração que o protótipo foi gerado como artefato da primeira iteração do processo de codesign e que já havia sido identificada a necessidade de implementação de alguns recursos, optou-se por realizar a avaliação de forma individual, por apenas um dos autores, para simplificação dessa fase, também considerando a necessidade de avaliações em iterações futuras, preferencialmente com mais avaliadores, quando os problemas preliminares forem sanados.

A análise do protótipo buscou identificar os problemas na interface a partir a identificação da satisfação de cada uma das heurísticas, onde foram utilizadas classificações quanto ao atendimento seguindo o mesmo padrão do trabalho de Leite e Joselli [15]:

- Não avaliada: para heurísticas que se distanciavam do objetivo do protótipo analisado.
- Satisfeita: indicando que a heurística foi integralmente atendida;
- Parcialmente satisfeita: indica que atende a parte das características da heurística, mas pode passar por melhorias;
- Não satisfeita: indica que o item não atende à heurística e precisa ser corrigido.

Durante a avaliação, para cada uma das heurísticas foi observado o seu atendimento, colocando as classificações e pontuando em observações onde os erros ocorreram, as dificuldades encontradas e quando possível sugestões de alterações, justificando a escolha da classificação apontada.

Na Tabela I há um resumo da avaliação do protótipo com a quantidade de heurísticas em cada classificação e na Tabela II a lista completa da avaliação do protótipo.

TABELA I
RESUMO DA AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Classificação	Quantidade
Não avaliada	12
Atendida	63
Parcialmente atendida	3
Não atendida	18
Total	96

C. Projeto da interação

O passo seguinte à avaliação foi a criação do projeto da intervenção por meio de um modelo conceitual de entidades e atributos do domínio e do sistema, para estruturar as tarefas e projetar a interação que apoie os objetivos do usuário. Para isso, a representação da interação foi feita como uma conversa entre o usuário e o sistema, que atua como preposto de design. Pois, para a Engenharia Semiótica é responsabilidade do designer comunicar aos usuários sua visão de design e dar-lhes melhores condições de entender e aprender sobre o sistema projetado e como podem utilizá-lo [19].

A comunicação ocorre por meio de uma metacomunicação entre o usuário e o sistema, que atua como preposto do designer. O Design Centrado na Comunicação (DCC), em particular, visa elaborar essa metacomunicação de modo a evitar rupturas comunicativas durante a interação. Como essa interação é vista como uma conversa, projetar a interação significa definir as conversas que o usuário poderá ter com o preposto do designer para alcançar seus objetivos.

Essa conversa é guiada por: um tópico, que é o assunto geral dela e que pode se desdobrar em subtópicos; e o foco da conversa, que pode ser um dos elementos do modelo de comunicação de Jakobson [20] (contexto, emissor, receptor, mensagem, código e canal), sendo esses elementos referidos por meio de signos, compondo as falas emitidas pelos interlocutores.

IV. RESULTADOS

Com as heurísticas utilizadas foi possível avaliar o protótipo e identificar as melhorias que precisavam ser implementadas tendo como respaldo as heurísticas já definidas para os jogos educacionais para dispositivos móveis e as diretrizes para educação infantil de surdos.

TABELA II
 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

#	HE	Observações e evidências	Classificação
1. Facilidade de Uso			
1.01	Funcionalidades facilmente acessíveis	A única funcionalidade presente é relacionada a mecânica de jogo de mover o macaco com as setas do teclado, facilmente acessível quando se sabe como jogar	Atendida
1.02	Baixo número de erros cometidos durante a interação com o sistema	Apesar de facilmente identificável o objetivo do jogo, alguns erros podem ser cometidos por não estar claro se a área que o macaco deve alcançar para confirmar a opção escolhida é a placa, a base do cacto, ou o centro do cacto. Ainda assim, o número de erros cometidos por esse motivo é baixo	Parcialmente atendida
1.03	Dificuldades e desafios presentes como parte do jogo e não na utilização de sua interface	Utilizar a interface não apresenta dificuldades ou desafios	Atendida
2. Design da Tela			
2.01	Layout rico	A interface é uma rica representação de um deserto com vários elementos caracterizantes	Atendida
2.02	Layout atrativo	A combinação dos elementos criou um layout agradável	Atendida
2.03	Fontes fáceis de reconhecer	Alguns dos números ficaram parcialmente encobertos pelos espinhos dos cactos. Pode ser necessário alterar o posicionamento ou colocar uma borda na fonte para destacar os números	Parcialmente atendida
2.04	Bom aproveitamento da tela	Há um bom aproveitamento da tela	Atendida
2.05	Boa disposição dos elementos	Há uma boa disposição dos elementos	Atendida
2.06	Cores atraentes	As cores utilizadas remetem ao deserto e são atraentes	Atendida
2.07	Interfaces isentas de elementos que provocam distração do estudante	Durante o jogo há um helicóptero que fica se movendo de um lado para o outro e crescendo, sem limite, a cada acerto, causando distração	Não atendida
2.08	Interface consistente	Apresenta uma única tela cujos elementos são consistentes	Atendida
2.09	Objetos nas laterais com animações e formatos que não distraem da tarefa principal	Os objetos que compõem o cenário não tem movimentos ou distraem da atividade principal	Atendida
2.10	Objetos com mobilidade apenas quando se relacionam com a atividade principal	Apenas o macaco, que é o personagem principal, pode ser movido	Atendida
3. Apresentação da Informação			
3.01	Facilidade de encontrar as informações de ajuda	Não há informações de ajuda	Não atendida
3.02	Facilidade de encontrar as informações de configurações	Não há opções de configuração	Não atendida
3.03	Facilidade de encontrar as informações de próximas ações	A única opção disponível no protótipo é a de jogar novamente quando a resposta certa é encontrada	Não avaliada
3.04	Facilidade de encontrar as informações de objetivos	Não há declaração dos objetivos	Não atendida
3.05	Facilidade de encontrar as informações de documentação	Não há documentação para utilização do jogo	Não atendida
3.06	Cores fortes e agradáveis às crianças, destacando a tarefa principal	A tarefa principal é identificar o número correspondente ao sinal que aparece no meio do sol na parte superior da tela e então guiar o macaco até o cacto marcado com a placa de número correto. O sinal a ser identificado fica no centro do sol, cujas as cores e o movimento o destacam, e o macaco, por sua vez, tem ao seu redor uma borda que o destaca.	Atendida
3.07	Destaque de informações relevantes por meio de animações	A informação mais importante no protótipo é o sinal em Libras a ser observado, que é destacado pela animação do sol girando	Atendida
4. Afetividade			
4.01	Ambiente agradável	O cenário criado no protótipo é agradável	Atendida
4.02	Elementos conectados ao mundo infantil	O estilo dos elementos é conectado ao mundo infantil	Atendida
4.03	Possibilidade de criar laços emocionais entre os usuários e o aplicativo	Há a possibilidade de criar laços emocionais e se envolver na história por trás do jogo	Atendida
5. Motivação			
5.01	Potencial para motivar o interesse do usuário em usar o sistema	A interface é bonita e tem potencial para motivar o interesse do usuário em usar o sistema	Atendida
5.02	Potencial para motivar a vontade do usuário em usar o sistema	A mecânica de jogo é simples e interessante, com potencial de motivar a vontade do usuário em usar o sistema	Atendida
5.03	Potencial para motivar o desejo do usuário em usar o sistema	O jogo é divertido e tem potencial para motivar o desejo do usuário em usar o sistema	Atendida
5.04	Potencial para motivar o esforço do usuário em usar o sistema	Pelo fato do protótipo ter apenas uma funcionalidade e não apresentar nenhuma mudança significativa com o ato de jogar mais de uma vez, apresenta baixo potencial para motivar o esforço do usuário em usar o sistema	Não atendida
5.05	Níveis de dificuldade ou dificuldades automaticamente adaptadas ao desempenho do jogador	O nível de dificuldade é constante não se adaptando ao desempenho do jogador	Não atendida
5.06	Entrega de recompensas em momentos adequados	As entregas de recompensas ocorrem em momento adequado, quando o macaco encontra o cacto correto	Atendida
5.07	Carga de trabalho progressiva para recebimento de recompensas	A carga de trabalho é constante para o recebimento de recompensas, nesse sentido, seria possível adicionar outras conquistas por jogar mais de uma vez	Não atendida

Continuação da Tabela II - Avaliação do protótipo			
#	HE	Observações e evidências	Classificação
6. Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos			
6.01	Metas que colaboram com o aprendizado do usuário	O protótipo não apresenta metas a serem alcançadas	Não atendida
6.02	Objetivos que colaboram com o aprendizado do usuário	O objetivo do jogo colabora para o aprendizado na medida em que reforça a associação do sinal em Libras com o seu correspondente em português	Atendida
6.03	Objetivos claros e associados ao conteúdo que se pretende ensinar	O objetivo de guiar o macaco até o cacto correto para realizar a associação está claramente ligada ao conteúdo que se pretende ensinar	Atendida
6.04	Divisão de tarefas complexas em várias tarefas simples	Existe apenas uma tarefa simples a ser executada	Atendida
6.05	Tarefas apresentadas uma por vez	Há apenas uma tarefa a ser executada por vez	Atendida
7. Papel do Instrutor			
7.01	Espaço para o instrutor atuar como provedor de materiais	O professor não pode fazer nenhum tipo de intervenção direta no jogo, o papel enquanto provedor de materiais precisa ser feito extra jogo	Não atendida
7.02	Espaço para o instrutor atuar como agente facilitador	O professor pode assumir o papel de agente facilitador tirando dúvidas e explicando as mecânicas de jogo	Atendida
8. Controle do Usuário			
8.01	Liberdade para o usuário controlar as ações sobre o software	O usuário tem controle sobre a movimentação do macaco, que é a única funcionalidade disponível	Atendida
8.02	Liberdade para o usuário controlar os encaixamentos das ações sobre o software	A única ação desencadeada pela ação do usuário é de recomeçar o jogo quando a resposta certa é encontrada	Não avaliada
8.03	Personalização do jogo para que os alunos aprendam de acordo com suas preferências	Não existe nenhum tipo de personalização disponível	Não atendida
9. Aprendizado Cooperativo			
9.01	Estímulo ao trabalho em equipe	O jogo foi projetado para utilização individual e por isso não há o estímulo ao trabalho em equipe	Não avaliada
9.02	Estímulo à cooperação	O jogo foi projetado para utilização individual e por isso não há o estímulo à cooperação	Não avaliada
9.03	Objetivos compartilhados	O jogo foi projetado para utilização individual e por isso não há objetivos compartilhados	Não avaliada
9.04	Desafios divididos em uma equipe	O jogo foi projetado para utilização individual e por isso não há desafios divididos em equipes	Não avaliada
10. Linguagem alvo			
10.01	Linguagem adequada ao público alvo	A linguagem utilizada se adéqua ao público alvo, pela mínima utilização do português escrito	Atendida
10.02	Linguagem adequada ao nível de ensino do público alvo	A linguagem utilizada se adéqua ao nível de ensino do público alvo, pela mínima utilização do português escrito	Atendida
10.03	Elementos que associem a língua a uma ilustração	Não há elementos que associem a língua com ilustrações pois só há associação de sinais e números	Não avaliada
10.04	Associação de sinais de Libras à imagens, para público-alvo com até 4 anos de idade, de forma preferencial em relação ao uso do português	O uso do português aparece apenas nos números escritos nas placas, por isso não há priorização dele em relação ao uso de imagens	Atendida
10.05	Fases com associação de letras com o alfabeto sinalizado, quando o público-alvo são crianças mais novas	Além da associação dos números, seria interessante adicionar fases com associação de letras do alfabeto por causa do público alvo serem de crianças mais novas	Não atendida
10.06	Trincas semânticas (Português, Libras e ilustração) quando o público-alvo tem idade superior a 4 anos	Não há o uso de trincas semânticas, e poderia causar confusão a utilização delas para representar os números e quantidades	Não avaliada
10.07	Animações e vídeos priorizados em relação ao uso do português	O uso do português é mínimo, por isso não há priorização desse em relação a animações ou vídeos	Atendida
10.08	Uso de palavras curtas, conhecidas e sem ambiguidade	Não há palavras longas, desconhecidas ou com ambiguidade	Não avaliada
11. Entretenimento			
11.01	Múltiplas mídias (tais como: imagens, animações, vídeos, músicas e sons)	Faz uso dinâmico de imagens e animações.	Atendida
12. Uso do Lúdico			
12.01	Temas lúdicos	Há uso de temas lúdicos sobre um macaco perdido no deserto	Atendida
12.02	Abordagem lúdica	A abordagem é lúdica por envolver a história do macaco ter se perdido no deserto e estar buscando água	Atendida
13. Criatividade e Imaginação			
13.01	Auxílio cognitivo à imaginação do usuário por meio de diversos caminhos, respostas ou soluções.	O ato de guiar o macaco até o cacto correto utilizando as setas do teclado favorece a imaginação do macaco vagando no deserto	Atendida
13.02	Auxílio cognitivo à criatividade do usuário por meio de diversos caminhos, respostas ou soluções.	A possibilidade de escolha e comparação entre opções fornece auxílio ao estímulo da criatividade por não esperar a indicação da resposta correta, mas também de ocorrer o processo de identificação e eliminação das respostas erradas por meio da observação	Atendida

Continuação da Tabela II - Avaliação do protótipo			
#	HE	Observações e evidências	Classificação
14. Esforço Cognitivo			
14.01	Nível de concentração exigido não é excessivo para o público alvo	Não há a exigência de um alto nível de concentração pois não há variação na interface ou expectativa de perceber algo novo pela passagem do tempo	Atendida
14.02	Quantidade de memorização exigida não é excessiva para o público alvo	Não há a exigência de um alto nível de memorização pois as opções disponíveis estão sempre a mostra, ainda que seja importante a memorização do significado dos sinais e símbolos	Atendida
14.03	Nível de raciocínio lógico exigido não é excessivo para o público alvo	Não há a exigência de um alto nível de raciocínio lógico pois a comparação ocorre entre os elementos é feita de forma direta, não havendo a necessidade de presunção de relações mais complexas	Atendida
14.04	Quantidade de escolhas menor para crianças com idades menores	A quantidade de cactos, e conseqüentemente de opções a escolher, pode ser menor, ao invés de constantemente terem 5, e assim, possibilitar menos opções para crianças mais novas	Não atendida
15. Sentido Lógico			
15.01	Regras implícitas ou explícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação	A regra do jogo é simples, levar o macaco até o cacto correto, entretanto não está claro como deve ocorrer isso, se movimento com as setas do teclado, com o mouse ou usando outros comandos	Parcialmente atendida
15.02	Tutoriais de como usar o jogo	Não existem tutoriais de como jogar	Não atendida
15.03	Instruções em áreas adequadas. No início do jogo, e, quando durante o jogo em áreas separadas da tela.	Não existem instruções ou ajuda para identificar os sinais ou as teclas que podem ser usadas, nem antes e nem durante o jogo	Não atendida
16. Coerência no Conteúdo			
16.01	Conteúdo coerente com a área de ensino proposta.	O conteúdo sobre os números em português é coerente com a área de ensino proposta, que é o ensino do português escrito	Atendida
16.02	Conteúdo coerente com o nível de ensino proposto	O conteúdo sobre os números em português é coerente com o nível de ensino, de crianças no início do processo de alfabetização	Atendida
16.03	Conteúdo contextualizado com a área proposta	O conteúdo sobre os números em português é contextualizado com a área de ensino proposta, que é o ensino do português escrito	Atendida
16.04	Conteúdo contextualizado com o nível de ensino proposto	O conteúdo sobre os números em português é contextualizado com o nível de ensino, de crianças no início do processo de alfabetização	Atendida
16.05	Conteúdo que colabora com a aprendizagem do público alvo	O conteúdo colabora com a aprendizagem do público alvo	Atendida
16.06	Definição do que se pretende ensinar com o jogo	É clara a definição do que se pretende ensinar: a relação entre os números em Libras e em português	Atendida
16.07	Definição do público-alvo e sua faixa etária	O público-alvo é de crianças mais novas, no início da alfabetização	Atendida
16.08	Definição do gênero do jogo que atenda as necessidades do público e do conteúdo proposto	O gênero do jogo é de realizar associações	Atendida
16.09	Ensino envolvendo temas relevantes para o desenvolvimento humano da criança e não apenas o ensino dos sinais em Libras.	O tema ensinado são os números em Libras e Português	Atendida
17. Feedback Construtivo			
17.01	Feedback construtivo	O feedback é construtivo, permitindo identificar o que ocorreu e continuar o jogo	Atendida
17.02	Feedback agradável	O feedback é agradável	Atendida
17.03	Feedback não constrangedor.	O feedback não é constrangedor	Atendida
17.04	Possibilidade do usuário identificar os erros e acertos	O feedback ocorre através da animação do macaco, encontrando água na resposta correta ou fazendo cara feia na errada o que possibilita entender o que ocorreu	Atendida
17.05	Possibilidade do usuário repensar suas ideias quando não forem bem sucedidas	Após escolher um número errado ele some e o usuário tem oportunidade de tentar novamente com menos opções, possibilitando o usuário rever as suas ideias	Atendida
17.06	Possibilidade do usuário repensar suas estratégias quando não forem bem sucedidas	Após escolher um número errado ele some e o usuário tem oportunidade de tentar novamente com menos opções, possibilitando o usuário rever as suas estratégias	Atendida
17.07	Feedback rápido e de fácil compreensão	O feedback ocorre imediatamente após o erro ou acerto e é fácil compreender o que aconteceu	Atendida
17.08	Feedback personalizado para crianças surdas, evitando a utilização de sons e dando preferência à utilização de animações ou vibrações na tela	O feedback ocorre através de animações, o que é esperado para o público de crianças S/DA	Atendida
18. Disponibilidade e Portabilidade			
18.01	Possibilidade de acesso de qualquer lugar (Disponibilidade)	O único requerimento para a disponibilidade é o acesso a internet	Atendida
18.02	Possibilidade de ser executado em diferentes sistemas e dispositivos móveis (Portabilidade)	Não é possível utilizar em dispositivos móveis apesar de usar tecnologias web, porque o controle é feito unicamente por meio do teclado. A implementação de outros modos de controle pode viabilizar isso	Não atendida
19. Resposta Imediata e Visibilidade			
19.01	Resposta imediata à ação do usuário	As respostas do protótipo são imediatas	Atendida
19.02	Resposta visível através da interface do sistema	As respostas do protótipo são visíveis	Atendida

Continuação da Tabela II - Avaliação do protótipo			
#	HE	Observações e evidências	Classificação
20. Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário			
20.01	Adequação da mensagem às funcionalidades do sistema.	Não há apresentação de mensagens para avaliar a sua adequação às funcionalidades do sistema	Não avaliada
20.02	Adequação da mensagem às ações tomadas pelo usuário	Não há apresentação de mensagens para avaliar a sua adequação as ações tomadas pelo usuário	Não avaliada
21. Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema			
21.01	Prevenção de erros	Os cactos estão afastados o suficiente para que não ocorra o erro de direcionar o macaco para um deles e acabe acionando outro	Atendida
21.02	Recuperação do sistema ao último estado estável ou para um novo estado estável de forma rápida	Não ocorreram erros para que fosse possível avaliar a recuperação de estados do sistema, nem há armazenamento de nenhum tipo de informação no protótipo para avaliar a conservação dos mesmos	Não avaliada
22. Aprendizagem e Recordação			
22.01	Auxílio ao usuário para consolidar novos aprendizados	O processo de comparações de forma repetidas pode auxiliar na consolidação de novos aprendizados	Atendida
22.02	Auxílio ao usuário para recordar as ações apresentadas durante o processo de interação	No protótipo há apenas uma tela, não exigindo esforço do usuário para recordar como jogar ou o que foi visto durante o processo de interação	Atendida
22.03	Auxílio ao usuário para recordar o conteúdo apresentados durante o processo de interação	O processo de comparações de forma repetidas pode auxiliar na fixação do conteúdo que é ensinado	Atendida
23. Diferentes Meios de Aprendizado			
23.01	Diferentes experimentações de aprendizado para o usuário	Há o aprendizado por meio dos erros construtivos e pelo processo de repetição	Atendida
23.02	Aprendizado via erros construtivos	Há o aprendizado por meio dos erros construtivos, pois quando uma escolha errada acontece, o usuário tem oportunidade de rever as opções, excluindo a errada, e tentar encontrar a opção correta por si	Atendida
23.03	Sistema de avaliação e registro do desempenho do jogador	Não há um sistema de avaliação e registro do desempenho do jogador	Não atendida
23.04	Sistema de avaliação que forneça notas ou quantificador relevante	Não há um sistema que forneça notas, nem contagem de erros ou acertos	Não atendida

A. Proposta das alterações necessárias baseada nas heurísticas

A definição das propostas de alteração partiram da identificação de funcionalidades para suprir as heurísticas classificadas como “não atendidas” ou “parcialmente atendidas” durante a avaliação, a partir do que foi apontado nas observações sobre cada uma delas.

Alguns dos problemas identificados poderiam ser supridos por uma mesma funcionalidade, por isso, as funcionalidades propostas a serem desenvolvidas ficaram resumidas da seguinte forma:

- Melhorias estéticas:
 - No cacto e sua placa;
 - No helicóptero, removendo sua movimentação e limitando seu crescimento.
- Tutorial;
- Tela de ajuda;
- Informações sobre o jogo e como utilizá-lo;
- Registro das atividades e progressos;
- Ranking baseado no desempenho;
- Finalização do jogo ao atingir um objetivo;
- Opção de jogo:
 - com entrada personalizada;
 - com níveis de dificuldade incrementais;
 - com letras do alfabeto.
- Adição de controle por meio de toque na tela (ou clique do mouse).

Dessa forma, a efetividade das heurísticas na identificação de problemas na interface também foi comprovada, apesar de essa experiência não excluir a necessidade de revisão e refinamento delas para melhorar a sua interpretação.

Outra questão importante observada foi em relação à importância de avaliação da qualidade da interação mesmo antes do início do desenvolvimento, ainda na fase de prototipagem, pois mesmo jogos produzidos por meio de processos colaborativos de design necessitam de avaliação da adequação à proposta original e ao público alvo.

B. Proposta do projeto de interação

Tendo em vista as funcionalidades necessárias para a finalização do jogo, foi realizado o planejamento da forma como a interação do usuário com o sistema deve ocorrer, e como essas funcionalidades seriam acessadas. Na Tabela IV-B, é representada a interação para as funcionalidades propostas. Os signos que constituem o foco da conversa, a cada momento, são destacados em negrito.

O projeto de interação consegue apontar o que precisa ser feito sem entrar nos detalhes de implementação de como será feito. E os signos destacados na conversa apontam os elementos mais importantes a serem desenvolvidos. Dessa forma, são exploradas as interações possíveis e alguns de seus desdobramentos, sempre buscando potencializar o entendimento do usuário quanto ao uso do sistema para atingir seus objetivos.

TABELA III
REPRESENTAÇÃO DA INTERAÇÃO COMO UMA CONVERSA
ENTRE USUÁRIO (U) E PREPOSTO DO DESIGNER (D)

Tópico > Subtópico (diálogo)	Falas e signos
Tutorial	U: Como jogar o jogo? D: Veja aqui no topo da tela, um sol com um sinal em Libras no seu centro. U: Certo. D: Veja agora que tem um macaco na parte de baixo da tela. U: Certo. D: Veja agora que existem cactos , e que cada um tem uma placa em cima dele com algo escrito em português. U: Certo. D: O macaco tem que ir até o cacto em que a placa tem escrito, em português, o sinal que está no sol . U: Certo. D: Se o macaco for até a opção errada , ele vai procurar mas não vai encontrar a água e vai fazer cara feia . U: Certo. D: Se o macaco for até a opção correta , ele vai procurar e encontrar a água , vai ficar feliz e comemorar .
Informações sobre o jogo e como utilizá-lo	U: Quero saber informações sobre o jogo e como utilizá-lo. D: Clique nesse link que eu abrirei uma página com mais informações para você.
Registro das atividades e progressos	U: Como eu posso acompanhar o meu desempenho ? D: Abra o seu relatório .
> Avaliação quantitativa	U: Como eu posso me avaliar quantitativamente ? D: No relatório há informações sobre: a quantidade de partidas jogadas , quantidade de acertos e a taxa de acerto .
> Ranking baseado no desempenho	U: Como eu posso me avaliar em relação aos outros usuários ? D: Veja a classificação dos usuários baseado na taxa de acerto e quantidade de partidas jogadas .
Opção de jogo	U: Quais são as opções de jogo ? D: Você pode escolher entre: jogar com números , letras , uma combinação de letras e números , digitando apenas os caracteres que você vai querer jogar ou níveis com difficultades incrementais .
Tela de ajuda	U: Quero ajuda com o jogo. D: Aqui você pode ver a relação dos números e das letras , em português, com os seus respectivos sinais em Libras .
Jogar	U: Como eu faço para jogar ? D: Veja o sinal no sol e guie o macaco até o cacto com a placa onde está escrito o sinal em português . U: Como eu guio o macaco ?
> Controle com as setas do teclado	D: Use as setas do teclado para mover o macaco.

continua na próxima coluna

continuação da coluna anterior

Tópico > Subtópico (diálogo)	Falas e signos
> toque na tela (ou clique do mouse)	D: Use o dedo ou o mouse para clicar no cacto correto.
> Finalização do jogo ao atingir um objetivo	U: Quando o jogo termina ? D: O jogo termina ao se alcançar cinco acertos .

concluída

V. CONCLUSÕES

Um contexto de imposições mais restritivas em relação ao distanciamento social, com aulas suspensas e impossibilidade de contato com os usuários finais resulta na complicação para efetuar uma avaliação da interação com o produto desenvolvido. Técnicas como a avaliação heurística se mostram recursos excepcionais para o avanço do desenvolvimento de novas tecnologias, possibilitando a identificação de falhas e pontos de melhorias na ausência do público-alvo, mas ainda assim respeitando as suas particularidades e necessidades.

A detecção de problemas de forma preventiva para evitar que falhas sejam apenas percebidas tardiamente, quando o público-alvo estiver utilizando o jogo, e as alterações no projeto passam a ser mais custosas, já era uma perspectiva difundida para a utilização de avaliação com heurísticas, sendo destacado, com o artigo, outra oportunidade dessa técnica com excelente custo-benefício.

Em artigos futuros serão explorados a refatoração do protótipo e a implementação das funcionalidades identificadas para finalização do jogo, uma avaliação feita por especialistas, um teste de uso feito por crianças S/DA e professores, assim como um artigo relatando o processo de adaptação das heurísticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos membros do SPIDeLab (Semi-Participatory Interaction Design Lab), ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Informática, Educação e Sociedade - Onda Digital e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] F. Laamarti, M. Eid, and A. El Saddik, "An overview of serious games," *International Journal of Computer Games Technology*, 2014.
- [2] M. V. C. de Melo, T. Segato, and J. Mombach, "Apolo: Versão digital de um jogo de tabuleiro para apoio ao ensino na educação básica." in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 30, 2019.
- [3] D. Zabot, S. Andrade, and E. Matos, "Raciocínio computacional e jogos digitais: categorias e mecânicas." in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 29, 2018.
- [4] W. C. de Oliveira, H. M. Dourado, D. Zabot, and E. de Souza Matos, "Serious game para conscientização social no contexto de mobilidade e acessibilidade urbana." in *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES*, 2017.

- [5] S. K. Fuchter, T. Pham, L. E. Perecin, A. and Ramos, A. K. Fuchter, and M. S. Schlichting, “O uso do game como ferramenta de educação e sensibilização sobre a reciclagem de lixo,” *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, pp. 56–82, 2016.
- [6] E. Aguiar, L. O. Pedreira, V. Gomes, and V. Sarinho, “valiando jogos digitais educativos para indivíduos portadores do transtorno do espectro autista,” in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 29, 2018.
- [7] A. C. Dantas, S. de Melo, L. Neves, T. Milessi, and M. Z. do Nascimento, “Michelzinho: Jogo sério para o ensino de habilidades emocionais em pessoas com autismo ou deficiência intelectual,” in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 30, 2019.
- [8] D. Zobot, S. Andrade, and E. Matos, “Game design participativo com crianças surdas e com deficiência auditiva: uma experiência no ensino fundamental,” in *Anais do I Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos*. SBC, 2019, pp. 49–58.
- [9] J. G. de Souza Rizzo and R. de Ávila Pereira, “Desenvolvimento de um jogo educativo para contribuir no aprendizado da língua portuguesa para alunos surdos,” *EAD & Tecnologias Digitais na Educação*, vol. 5, no. 6, pp. 32–39, 2017.
- [10] R. d. P. Canteri, “Diretrizes para o design de aplicações de jogos eletrônicos para educação infantil de surdos,” Master’s thesis, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2014.
- [11] J. C. S. Rosa, “Design de interação multicultural: um framework semio-participativo para o (re) design da interação de softwares educacionais,” Master’s thesis, Universidade Federal da Bahia, 2016.
- [12] D. Zobot, “(spidekids:) adapting an interaction codesign process for deaf or hard of hearing children participation,” Master’s thesis, Universidade Federal da Bahia, 2019.
- [13] E. B.-N. Sanders, “From user-centered to participatory design approaches,” in *Design and the social sciences*. CRC Press, 2002, pp. 18–25.
- [14] B. Bertagnolli, G. Mager, and F. A. N. V. Santos, “Avaliação de usabilidade em interfaces web: Processos para criação de heurísticas específicas,” in *13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*, 2018.
- [15] P. d. S. Leite and M. Joselli, “Wyz: Avaliação de um jogo mobile para auxílio no ensino da língua portuguesa às crianças com deficiência auditiva,” in *Proceedings of SBGames*, 2015.
- [16] R. L. e. Meira, “Macaco no deserto: um jogo digital para alfabetização de crianças surdas,” 2021, projeto Final de Curso. Bacharelado em Ciência da Computação, UFBA.
- [17] C. A. Abreu, J. C. Rosa, and E. Matos, “Aplicabilidade de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis,” in *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 2017.
- [18] J. Nielsen, “Heuristic evaluation how to conduct a heuristic evaluation how to conduct a heuristic evaluation,” 2007.
- [19] S. Barbosa and B. Silva, *Interação humano-computador*. Elsevier Brasil, 2010.
- [20] R. Jakobson, *Linguística e comunicação*. Editora Cultrix, 2008.