

# Requisitos de Acessibilidade em Jogos voltados para o Desenho Universal: Mecânica do Jogo da Memória

Francinete Furtado da Cunha

*Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)*  
*Universidade Federal do ABC (UFABC)*  
 Santo André, Brasil  
 francinete.furtado@ufabc.edu.br

Juliana Cristina Braga

*Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)*  
*Universidade Federal do ABC (UFABC)*  
 Santo André, Brasil  
 jcbraga1@gmail.com

Luis Felipe de Oliveira Melle

*Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)*  
*Universidade Federal do ABC (UFABC)*  
 Santo André, Brasil  
 luis.melle@ufabc.edu.br

Lucas Oliveira

*Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)*  
*Universidade Federal do ABC (UFABC)*  
 Santo André, Brasil  
 lucas.o@live.com

Guilherme Dias Belarmino

*Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)*  
*Universidade Federal do ABC (UFABC)*  
 Santo André, Brasil  
 g.dias@ufabc.edu.br

**Resumo**—Desenho Universal (DU) refere-se a ferramentas e produtos que não se destinam a um público específico, o que significa que qualquer pessoa pode usá-los da mesma forma. A maioria dos jogos acessíveis considera apenas um grupo de usuários e não considera o acesso universal ao jogo. Para que o acesso universal seja implementado, o desenho do jogo deve ser feito desde o início em relação ao DU. Apesar da importância do DU, a literatura ainda possui poucos tipos de pesquisas realizadas nesta área. Muitos dos jogos encontrados são acessíveis a um público específico em detrimento de outros públicos. Existem diretrizes de acessibilidade que têm tentado atingir um número mais significativo de usuários nos jogos. Ainda assim, essas diretrizes são muito genéricas e não é fácil transformá-las em requisitos funcionais a serem implementados em jogos. Este trabalho teve como objetivo identificar quais são os requisitos de acessibilidade na perspectiva do desenho universal, e para isso, contou com a participação de diferentes tipos de usuários. Como resultado do trabalho, foram propostos 61 requisitos para o desenvolvimento de jogos universalmente acessíveis. Dentre esses requisitos, alguns deles são específicos para o jogo da memória, e outros podem ser aplicados para diferentes tipos de jogos. Esses resultados podem ser usados como requisitos para a implementação de jogos que incluam o DU e aprimorem o uso justo de jogos digitais.

**Palavras-chave**—Jogos digitais, Acessibilidade, Desenho Universal, Requisitos de jogos

## I. INTRODUÇÃO

Jogos digitais podem ser definidos como “ambientes atraentes e interativos que capturam a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades” [1].

Grande parte dos jogos que se preocupam com a acessibilidade consideram apenas um grupo de pessoas, e poucos levam em consideração o acesso universal a ele.

De uma maneira geral, O Desenho Universal (DU) refere-se a ferramentas e produtos que não visam um público específico, o que significa que qualquer pessoa poderia usá-los da mesma maneira. O objetivo do Desenho Universal é atender a todas as necessidades do usuário e maximizar a acessibilidade ao produto ou sistema [2].

Para que o acesso universal a jogos seja alcançado, é necessário que o design do jogo seja concebido desde o início para atingi-lo. Essa concepção deve prever projetar todos os seus componentes voltados para DU como: estética, mecânica, narrativa e tecnologia. Nesse último componente, deve-se levar em consideração o motor (“engine”) mais adequado para incluir a codificação de elementos de acessibilidade.

O DU em jogos tem sido levado em consideração, mas de maneira muito modesta ainda, uma vez que a literatura apresenta poucas pesquisas realizadas considerando de forma explícita o DU em jogos digitais [3]. Por outro lado, o que vem sendo encontrado com mais frequência são jogos acessíveis, porém voltados para um público específico não permitindo um acesso amplo.

Essa carência em trabalhos que consideram o DU em jogos digitais, pode ser atribuída pelo fato de que alcançar o DU nesse tipo de objeto ainda apresenta muitos desafios como: a) envolvimento de vários tipos de usuários desde a concepção do projeto do jogo até os testes finais; b) dificuldade

de unir e transpor as diretrizes de acessibilidade existentes em requisitos funcionais que considere uma diversidade de usuários; c) falta de conhecimento da equipe técnica sobre como codificar elementos de acessibilidade, uma vez que o desenvolvimento de jogos exige acessibilidade não somente da sua navegação, mas também dos diferentes conteúdos multimídia que o jogo apresenta; d) alto custo de contratação de equipe especializada em diferentes tipos de deficiência como: tradutores de Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), audiodescritores, equipe técnica especializada em softwares acessíveis, pessoas com variadas deficiência.

Contudo, alcançar o DU em jogos é essencial a participação de diferentes tipos de usuários em todas as etapas do seu desenvolvimento, em especial na etapa de definição dos requisitos de acessibilidade. Por outro lado, conforme mencionado nos desafios, essa participação aumenta a complexidade e o custo do projeto.

Visando identificar requisitos de acessibilidade que possam ser reutilizados em jogos voltados para o desenho universal, esse trabalho de pesquisa foi desenvolvido a partir das seguintes etapas: i) levantamento de requisitos baseado nos artefatos gerados durante o desenvolvimento de um jogo com desenho universal; ii) análise dos requisitos baseado na teoria de análise de conteúdo; iii) validação dos requisitos por meio de testes de acessibilidade envolvendo 4 tipos de usuários: Pessoas com Deficiência Visual (PDV), surdos, pessoas sem deficiência e pessoas com deficiência cognitiva.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### A. Requisitos

O primeiro passo para o desenvolvimento de um jogo é entender seus requisitos, pois é a partir deles que o trabalho de design e desenvolvimento de sistemas se direciona. “Os requisitos de um sistema são a descrição do que um sistema deve fazer, os serviços que oferecem e as restrições a seu funcionamento” [4]. Não é recomendado que um desenvolvedor comece a etapa de codificação sem antes ter o conhecimento dos requisitos mínimos a fim de evitar retrabalho.

A acessibilidade de um jogo é sempre apresentada como um requisito não funcional, mas precisa ser mapeada para um conjunto de requisitos funcionais. Para realizar esse mapeamento, é necessário sistematizar o processo de definição de requisitos do jogo e envolver os usuários ao longo desse processo.

O processo de engenharia de requisitos pode ser dividido em quatro etapas: i) elicitação prévia de requisitos e análise: visa levantar os requisitos utilizando diferentes tipos de fontes como, por exemplo, usuários, documentos e sistemas já existentes; ii) especificação: é a conversão desses requisitos em alguma forma padrão buscando a modelagem do mesmo como casos de uso, cenários, fluxogramas e iii) validação: tem como objetivo garantir consistência dos requisitos levantados em todo o processo de engenharia de requisitos e entender se há alguma inconsistência ou ambiguidade. Os problemas encontrados nessa validação devem ser resolvidos, caso contrário vão gerar grandes problemas futuros que podem comprometer a aplicação e deixá-lo inutilizável, além de serem mais caros

para resolver depois que o projeto já esteja implementado. Dentre esses problemas estão aqueles relacionados à interação com o usuário, incluindo especialmente a acessibilidade. Fornecer requisitos validados que possam ser reaproveitados em outros jogos agrega grande valor ao projeto. [5].

### B. Desenho Universal

O desenho universal é a melhor aproximação de um ambiente ou projeto de produtos a serem atingidos às necessidades do número máximo possível de usuários [6]. Outra definição ao desenho universal consiste no design de produtos e ambientes que são utilizáveis por todos, da forma mais ampla possível, sem a necessidade de adaptação ou projeto especializado [7]. Os autores [2] colaboraram com diversos grupos acadêmicos para estabelecer 7 princípios de Desenho Universal para orientar o projeto de ambientes, produtos e comunicações. Esses princípios podem ser aplicados para avaliar designs existentes, orientar o processo de design e educar designers e consumidores sobre as características de produtos e ambientes mais utilizados. Os Princípios e diretrizes do Desenho Universal serão apresentados a seguir.

**PRINCÍPIO UM:** Uso equitativo. O design é útil e comercializável para pessoas com habilidades diversas.

Diretrizes:

- 1a. Fornecer o mesmo meio de uso para todos os usuários: idêntico sempre que possível; equivalente quando não.
- 1b. Evite segregar ou estigmatizar qualquer usuário.
- 1c. As provisões para privacidade, segurança e proteção devem estar igualmente disponíveis para todos os usuários.
- 1d. Faça o design atraente para todos os usuários.

**PRINCÍPIO DOIS:** Flexibilidade de Uso. O design acomoda uma ampla gama de preferências e habilidades individuais.

Diretrizes:

- 2a. Fornece opções de métodos de uso.
- 2b. Acomode acesso e uso de destros ou canhotos.
- 2c. Facilita a exatidão e precisão do usuário.
- 2d. Fornece adaptabilidade ao ritmo do usuário.

**PRINCÍPIO TRÊS:** Uso simples e intuitivo. O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência do usuário, conhecimento, habilidades linguísticas ou nível de concentração atual.

Diretrizes:

- 3a. Elimine a complexidade desnecessária.
- 3b. Seja consistente com as expectativas e intuição do usuário.
- 3c. Acomode uma ampla variedade de habilidades de alfabetização e linguagem.
- 3d. Organize informações consistentes com sua importância.
- 3e. Fornece sugestões e feedback eficazes durante e após a conclusão da tarefa.

**PRINCÍPIO QUATRO:** Informações perceptíveis. O projeto comunica as informações necessárias de maneira eficaz ao usuário, independentemente das condições ambientais ou das habilidades sensoriais do usuário.

Diretrizes:

4a. Use diferentes modos (pictórico, verbal, tátil) para a apresentação redundante de informações essenciais.

4b. Fornece contraste adequado entre as informações essenciais e seus arredores.

4c. Maximize a "legibilidade" das informações essenciais.

4d. Diferencie os elementos de maneiras que podem ser descritas (ou seja, torne mais fácil dar instruções ou orientações).

4e. Fornece compatibilidade com uma variedade de técnicas ou dispositivos usados por pessoas com limitações sensoriais.

**PRINCÍPIO CINCO:** Tolerância a erros. O design minimiza os perigos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.

Diretrizes:

5a. Organize os elementos para minimizar os riscos e erros: elementos mais usados, mais acessíveis; elementos perigosos eliminados, isolados ou protegidos.

5b. Fornece avisos de perigos e erros.

5c. Fornece recursos à prova de falhas.

5d. Desestime a ação inconsciente em tarefas que exijam vigilância.

**PRINCÍPIO SEIS:** Baixo esforço físico. O design pode ser usado de forma eficiente e confortável e com um mínimo de fadiga.

Diretrizes:

6a. Permita que o usuário mantenha uma posição corporal neutra.

6b. Use forças operacionais razoáveis.

6c. Minimizar as ações repetitivas.

6d. Minimizar o esforço físico sustentado.

**PRINCÍPIO SETE:** Tamanho e espaço para abordagem e uso. Tamanho e espaço adequados são fornecidos para abordagem, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo do usuário, postura ou mobilidade.

Diretrizes:

7a. Fornece uma linha de visão clara para elementos importantes para qualquer usuário sentado ou em pé.

7b. Alcance todos os componentes de forma confortável para qualquer usuário sentado ou em pé.

7c. Acomode variações no tamanho da mão e do punho.

7d. Fornece espaço adequado para o uso de dispositivos auxiliares ou assistência pessoal.

Uma vez apresentado as diretrizes de DU, cabe distingui-las de requisitos. As diretrizes, conforme pôde ser observado, são orientações, guias, ou recomendações para que os produtos sejam voltados para o DU. Essas diretrizes são comumente gerais, pois pretendem abranger um maior número de produtos. Os requisitos de acessibilidade, ponto focal deste trabalho, são necessidades, condições ou exigências que um produto específico deve conter para permitir acesso a diversos tipos de pessoas. Nesse trabalho esse produto é um jogo que contenha a mecânica da memória. Os requisitos funcionais são mais específicos que as diretrizes, e devido a isso, acabam sendo utilizados de forma mais restrita. Por outro lado, a vantagem ter existir requisitos validados por usuários é que eles fornecem instruções mais claras para serem implementadas, o que pode clarificar no desenvolvimento de um jogo.

1) *Acessibilidade em jogos digitais:* A literatura apresenta diversos jogos acessíveis especificamente a certos tipos de usuários como o jogo "ortomonstro" [8], que é um audio-game de aplicação móvel. Seu objetivo é realizar práticas ortográficas de português por meio do Braille, destinado especificamente a pessoas com deficiência visual, não desenvolvido sob a perspectiva de DU.

O jogo "Math Minute" [9] tem como objetivo, fazer com que o jogador resolva o maior número possível de operações matemática em um minuto. O jogo foi desenvolvido de acordo com as diretrizes de acessibilidade *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), porém não especifica público-alvo e mostra apenas que realizou teste com especialista no leitor de tela *Non Visual Desktop Access* (NVDA).

O Breu [10] é um Áudio Game do gênero aventura e conta a história de Marco, um jovem escritor que ao perder sua visão aos 15 anos de idade, vai morar com o avô em sua casa de campo na pequena cidade de Angaquara. No jogo, Marco torna-se protagonista na investigação de uma série de acontecimentos misteriosos, incluindo o desaparecimento de seu avô e boatos de criaturas estranhas rondando a cidade. O Breu é acessível a cegos e videntes.

De acordo com a literatura apresentada, pode-se observar que fato de um jogo ser considerado acessível, não necessariamente, faz com que ele possua o desenho universal.

2) *Jogos universalmente acessíveis:* Uma alternativa para um design de jogos digitais mais inclusivo, é a aplicação do desenho universal nos jogos. Esses tipos de jogos são desenvolvidos com intuito de serem aplicados a diversos tipos de usuários para que todos tenham acesso ao mesmo produto.

Correa *et al.* [11] apresenta o "Jogo Chef Recipes", configurável para dispositivos móveis, desenvolvido sob princípios do desenho universal, oferecendo alternativas auditivas e táteis além da saída visual, incluindo pessoas com e sem deficiência visual em seu público-alvo. O jogador precisa realizar o desafio de coletar itens de uma receita em uma mercearia, o que simula a realização de compras num supermercado.

Garcia e Neris [12] apresentam a replicação do jogo "Pong", do gênero esporte e com desenho universal de jogos. Esse jogo é uma simulação do "ping-pong" e permite que usuários sem deficiência, usuários com deficiência auditiva e com deficiência visual interajam com ele de forma adequada às suas necessidades de interação. Ao iniciar o jogo, é configurável de acordo com a necessidade do usuário. Deste modo, para usuário cego, o conteúdo gráfico do jogo pode ser apresentado por meio de áudio, porém não tem audiodescrição das telas. Para o usuário surdo, o conteúdo sonoro pode ser apresentado por meio de gráficos, mas não há tradução para LIBRAS.

Santos *et al.* [13] apresenta um jogo para auxílio no ensino das cores para daltônicos baseado no desenho universal. É composto por um personagem principal, o Pluto, que tem o objetivo de estourar balões que existem dentro do jogo. A missão a ser cumprida pela criança é identificar a cor do balão maior que está no topo da tela, através do desenho universal, e fazer com que o personagem, Pluto, estoure o balão correspondente. Estes símbolos ajudam o daltônico ou

qualquer pessoa a ver as cores em formato de símbolos, estes elementos são usados para ensinar as crianças daltônicas as cores de forma simples e de fácil memorização.

O jogo “cuidando bem”, desenvolvido por Domingues *et al.* [14], foi projetado para alunos do curso técnico em enfermagem e é acessível para pessoas com deficiência visual e baixa mobilidade, no qual busca seguir princípios de desenho universal. Esse jogo tem como objetivo primário desenvolver habilidades e competências, com o intuito de ensinar aos alunos do curso, os protocolos lançados pelo Ministério da Saúde. Não é especificado que tipo de usuário realizou o teste, se PDV participaram desta etapa de desenvolvimento do protótipo, o que é de extrema importância para desenvolvimento de um jogo baseado nos princípios de DU.

Stylianidou [15] apresenta o jogo “*Helping Nemo!*”, do gênero *Puzzle* que tem como objetivo integrar a resolução de quebra-cabeças alinhada com os objetivos do currículo para a segunda série (idades de 7 a 8 anos) em relação à língua grega, Matemática e Arte. É um jogo destinado a crianças com deficiência cognitiva, desenvolvido a partir dos princípios de desenho universal de aprendizagem. Porém, não clarifica se o jogo atinge outro tipo de público, avaliação e tipos de teste.

O jogo Expedição Antártica [16], [17] é um jogo educacional do gênero *Role Play Game* (RPG) e pode ser baixado gratuitamente no link: <https://www.interaufabc.com.br/jogos>. Esse jogo coloca o jogador no papel de um expedicionário para vivenciar uma aventura pela Antártica em busca de coletar, analisar e enviar dados para pesquisas de *Citizen Science* (Ciência Cidadã) brasileiras. Durante o jogo, sob o auxílio da imersão em um ambiente lúdico, o jogador deverá conhecer a importância da formação de uma cultura científica. O jogo Expedição Antártica é acessível para pessoas sem deficiência, surdos, cegos, baixa visão e deficiência cognitiva. Ele possui navegação por teclado e mouse, apresenta possibilidades de configurações de contrastes, contém audiodescrição e tradução de texto para Libras.

De acordo com a literatura apresentada, pode-se concluir que existem jogos voltados para DU, porém não é apresentado de maneira clara e objetiva os requisitos necessários para desenvolvimento desses jogos, o que dificulta o entendimento de como desenvolvê-los.

### III. METODOLOGIA

#### A. Objeto de Estudo

Com objetivo de definir os requisitos de acessibilidade em jogos sob a perspectiva de DU, foi utilizado como objeto de estudo o jogo Expedição Antártica mencionado no tópico 2 da seção II.

O jogo possui os cenários: cidade de Ushuaia, Navio e Antártica e quatro missões: Itens de viagem, Baleia, Paleontologia e Vegetação, com um total de sete mecânicas em todo o jogo, dentre elas estão: lógica de programação, fotografar, cartas, memória, clicar e arrastar, clicar no grid e combinação de cartas. Esse estudo aborda somente a mecânica jogo da memória (Fig. 1) disponível em vários minijogos, dentre eles,

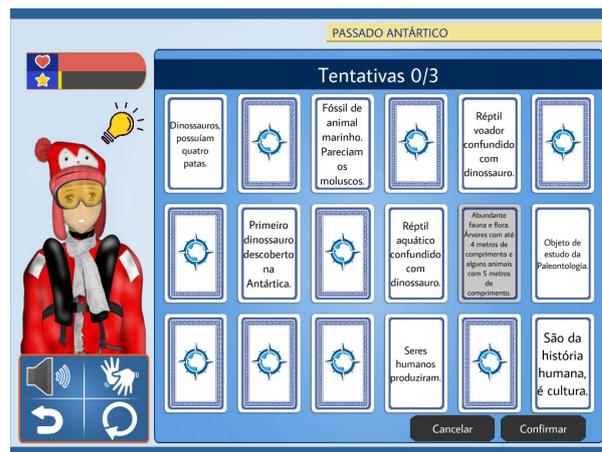


Fig. 1. Jogo da Memória

o minijogo “Passado Antártico”, apresentado neste trabalho, que compõe a missão de paleontologia.

Missão Paleontologia tem como objetivo de aprendizagem “conhecer o processo da pesquisa de fósseis realizada pela equipe de pesquisadores brasileiros na Antártica”. Dentro da Missão Paleontologia existe um minijogo denominado “Passado Antártico” que possui a mecânica do jogo da memória.

A mecânica funciona assim: O jogador precisa selecionar um par de cartas (carta de imagem, que está virada para baixo e carta textual, que está virada para cima). Em seguida, se o jogador achar que elas formam um par deve confirmar no botão, caso contrário, clique em cancelar e a carta que foi virada para cima (carta de imagem) volta a virar para baixo. De outra forma, após selecionar as duas cartas e “confirmar” a seleção, o jogo deve exibir o resultado de forma auditiva e visual. O jogador deve realizar este processo até conseguir completar todos os pares e assim, concluir o minijogo.

Uma das principais diretrizes de acessibilidade em jogos digitais é que eles apresentem audiodescrição. Visando contribuir para o reúso da audiodescrição da mecânica do jogo da memória, ela será apresentada a seguir:

“No canto superior esquerdo da tela, há uma barra de pontuação, abaixo, imagem do naturalista Artur sobre quatro ícones de acesso. No canto superior direito, tarja amarela com o nome do minijogo: “PASSADO ANTÁRTICO” e abaixo quadro de fundo azul claro, contendo uma tarja em azul mais escuro, com letras brancas na parte superior do quadro. Dentro deste quadro, dezoito cartas brancas, distribuídas em seis colunas e três linhas, com metade das cartas com letras pretas viradas para cima. No canto inferior direito do quadro, há dois botões letras brancas.”

#### B. Metodologia de Desenvolvimento do Jogo

É importante detalhar a metodologia de desenvolvimento do jogo, pois será baseado nos artefatos produzidos por ela que os resultados dessa pesquisa foram alcançados. O jogo desenvolvido baseado na metodologia INTERA específica para

o desenvolvimento de jogos educacionais [18]. Essa metodologia é aberta, considera acessibilidade e possui 3 principais componentes: papéis, etapas e artefatos a serem descritos a seguir.

**Papéis:** descrevem como as pessoas devem se comportar no projeto e quais são suas funções. Assim, uma pessoa pode assumir mais de um papel na metodologia.

**Artefatos:** são os dados e informações geradas durante o processo de desenvolvimento do jogo, desde imagens, documentos e textos até o código.

**Etapas:** são coleções de atividades relacionadas a uma área de interesse principal. A duração de uma etapa depende do tipo de jogo e de sua complexidade. As etapas podem ocorrer concomitantemente ou não, e variam de acordo com o modelo de desenvolvimento adotado pela equipe.

Para maiores informações sobre a metodologia, pode-se consultar a documentação disponível em: <https://www.interaufabc.com.br/livros>.

A seguir será apresentado o detalhamento de cada uma das etapas da metodologia com ênfase na acessibilidade.

1) *Gestão de Projetos:* O desenvolvimento do jogo Expedição Antártica, levou em torno de 18 meses. O jogo foi financiado pelo edital N° 42/2017 da CAPES. Durante seu desenvolvimento, aproximadamente 40 pessoas participaram do projeto. Para garantir a acessibilidade, foi necessário envolver usuários com diferentes deficiências, profissionais da área de acessibilidade, tal como: especialista em audiodescrição e intérpretes de LIBRAS.

2) *Requisitos:* A etapa de requisitos do jogo merece destaque, já que a grande parte da fonte de dados para definição dos requisitos propostos nesse trabalho é proveniente dos artefatos gerados nessa etapa.

Por meio de reuniões presenciais entre os envolvidos do projeto, incluindo os usuários, eram coletados os requisitos de acessibilidade para cada missão do jogo. Nessas reuniões, os analistas recebiam o *Game Design Document (GDD)*, contendo especialmente a narrativa e a mecânica do jogo. Nessa ocasião, eram apresentados os protótipos por meio de *wireframe* e os usuários com deficiência já propunham alternativas de mecânica acessível e em alguns casos mostravam as dificuldades que poderiam existir, caso fossem implementadas. No decorrer das reuniões surgiam dúvidas, opiniões, impressões dos usuários e possíveis mudanças em interfaces e mecânica do jogo.

À medida que os requisitos de cada missão iam sendo definidos, a equipe de surdos criava o vocabulário em LIBRAS. Somente após a finalização do desenvolvimento é que essa equipe fazia a tradução das telas para LIBRAS. Todas as reuniões, coleta e apresentação dos requisitos necessitavam da presença de intérprete de LIBRAS.

A partir dos resultados das reuniões, o tradicional Caso de Uso (CDU) foi adaptado para inserir elementos de interação acessíveis (Fig. 2) como: teclas de atalhos, avisos sonoros, dentre outros. Esses casos de usos foram denominados de Casos de Uso Acessíveis e considerado como um importante

1. CDU - Minijogo Passado Antártico	
<b>Identificador do caso de conteúdo:</b> Minijogo Passado Antárticos	
<b>Link diálogo:</b> <a href="https://docs.google.com/document/d/1C7krzPES6jKfMM_zwH8W_ACpePBIRDgG_D8VDzlv3o/edit">https://docs.google.com/document/d/1C7krzPES6jKfMM_zwH8W_ACpePBIRDgG_D8VDzlv3o/edit</a>	
<b>Atividade:</b> Encontrar os pares corretos das cartas (imagem/conteúdo)	
<b>Atores:</b> Jogador (usuário)	
<b>Requisito:</b> Ter realizado a M001 (Itens de viagem) e M002 (Baleia)	
<b>Objetivo de Aprendizagem:</b> Fazer o jogador conhecer sobre a ciência Paleontologia e sobre a vida que existiu no continente antártico no passado.	
<b>Local:</b> Antártica	
<b>Mecânica:</b> Jogo da Memória	
A. Fluxo principal	
Jogador	Jogo
A.1 Andar pela península da Antártica através de <b>teclas direcionais</b> .	
A.2 Interagir com o mentor 1 ao se aproximar do mentor, ou seja, a caixa de diálogo abre. <b>(executar o som do mentor, quando estiver próximo do jogador)</b>	
A.3 Realizar o Minijogo após diálogo com mentor, e passar o diálogo através da <b>tecla Enter (som de seleção)</b> .	A.3.1 Mostrar tela do <i>minijogo</i> da memória contendo: 6 colunas e 3 linhas (totalizando 9 pares = 18 cartas), com as cartas de conteúdo textual devem estar viradas para cima, as cartas de imagem viradas para baixo e os botões de confirmar e cancelar desabilitados. <b>(audiodescrição da tela e da mecânica do minijogo)</b> -> Implementar tecla A para direcionar a pontuação (HP/XP) e tentativas. -> Implementar Tecla P para pausar o jogo e direcionar para menu: voltar o mini jogo, ou seja, cancelar; jogar novamente; volume e icone de LIBRAS. -> Implementar tecla ENTER para abrir as cartas. -> Implementar tecla TAB para direcionar sempre ao início do jogo(primeira carta)
A.4 O jogador seleciona um par de cartas, uma de cada vez. <b>Passo 1:</b> Através das teclas direcionais navegar pelas cartas ouvindo a numeração de 1 a 18	

Fig. 2. Caso de Uso Acessível

resultado do projeto. O caso de uso e os elementos de interação acessível pode ser visto pintado de roxo na Fig. 2.

3) *Arquitetura:* Na fase de arquitetura foram definidos o número de camadas, a modelagem do banco, as escolhas tecnológicas e as soluções de acessibilidade. A acessibilidade foi promovida utilizando componente de multimídia, seguindo um fluxo determinado de passos (conforme Fig. 3): disparo de evento, seleção da mensagem, seleção do tipo de multimídia e execução da multimídia.

A seguir uma breve descrição sobre cada componente da Fig. 3.

**Disparo do Evento:** momento em que a promoção de acessibilidade se inicia. Para isso é necessário que algum evento ocorra dentro do jogo de forma ativa, como cliques do mouse ou teclado, ou de forma passiva, como o carregamento de uma nova tela.

**Seleção da Mensagem:** após o evento de acessibilidade ser disparado é necessário selecionar a mensagem que será transmitida ao usuário. Essa seleção pode ser estática ou dinâmica. Mensagens estáticas estão codificadas diretamente



Fig. 3. Arquitetura para garantir acessibilidade no jogo.

no jogo, por exemplo: “ao carregar tela X, exibe mensagem Y”. Mensagens dinâmicas dependem de dados que podem se modificar durante o jogo, por exemplo: “ao clicar no ícone X, exiba a mensagem correspondente ao atual texto no campo Y”.

**Seleção do Tipo de Multimídia:** após o evento também é selecionado o tipo de multimídia que será utilizada para transmissão da mensagem.

**Executar Multimídia:** após selecionar a mensagem que deve ser transmitida e o tipo de multimídia a ser utilizada, a multimídia é executada para o usuário. Essa multimídia pode ser estática ou dinâmica.

Multimídia estática é gerada previamente, como vídeos de libras, enquanto a multimídia dinâmica é gerada em tempo de execução, como audiodescrição executada por um texto submetido a um leitor de tela.

4) *Desenvolvimento:* O jogo foi desenvolvido na *Engine Unity* e foi utilizado a linguagem *C#* para o desenvolvimento. Como se trata de um jogo do gênero *RPG* para facilitar a implementação dos diálogos, foi utilizado uma API/plugin disponível gratuitamente no site do *Unity* com o nome de *VIDE Dialogues*. Essa API/plugin facilita a estruturação e implementação dos diálogos no jogo e em seus respectivos personagens.

5) *Teste do Jogo:* A etapa de testes também foi importante para validação dos requisitos coletados e implementados nas etapas anteriores.

Para realização dos testes o projeto foi aprovado no Comitê de Ética sob o número do Parecer: 3.537.793. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os testes foram realizados em um laboratório com computadores na Universidade Federal do ABC UFABC), no período de 16 de dezembro de 2019 a 13 de fevereiro de 2020.

Para usuários com deficiência visual, foi necessário a instalação do *software* leitor de tela NVDA, caixas de som no computador, ajustes de ampliação de tela configurações do sistema operacional *Windows*.

Para usuários com deficiência intelectual e sem deficiência foi utilizado somente o computador. Devido a pandemia da COVID-19, os testes com os surdos, que já estavam planejados, não puderam ser realizados.

A Tabela I caracteriza os usuários com deficiência envolvidos no processo de coleta e validação dos requisitos acessíveis do jogo.

Tabela I  
CARACTERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS COM DEFICIÊNCIA

Usuário	Idade	Diagnóstico	Papel
P1	27 anos	DV baixa visão (moderada)	Usuário para levantamento de requisitos e testes
P2	22 anos	DV baixa visão (severa)	Usuário para testes e audiodescrição
P3	Acima de 28 anos	DM Esquizofrenia	Usuário para testes
P4	21 anos	DV baixa visão (severa)	Usuário para levantamento de requisitos

O objetivo de realizar o teste foi detectar problemas relacionados à acessibilidade, usabilidade e jogabilidade sob o ponto de vista do usuário final e validação dos requisitos do usuário.

O protocolo de teste foi: i) Pesquisadores forneceram instruções iniciais para os usuários; ii) Usuários assinaram termo de livre consentimento; iii) Usuários responderam questionário de pré-teste; iv) Usuários interagiram com o jogo enquanto os pesquisadores observam e registram as informações das interações. v) Usuários realizam pós-teste.

O questionário de pré-teste foi composto por nove questões que buscavam traçar o perfil do jogador.

O segundo questionário (pós-teste) foi desenvolvido com questões de acessibilidade, usabilidade e jogabilidade, de acordo com tipos de usuário. Este foi baseado nas diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.1 (*Web Content Accessibility Guidelines*) [19], e adaptado para jogos. O pós-teste teve quatro categorias: a) perceptível, onde as informações e os componentes da interface do usuários devem ser apresentados aos usuários de forma que eles possam perceber. b) operável, no qual os componentes da interface do usuário e a navegação devem ser operacionais. c) compreensível, pois as informações e a operação da interface do usuário devem ser compreensíveis. d) robusto, pois o conteúdo deve ser robusto o suficiente para que possa ser interpretado por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo tecnologias de assistência [19]. Foi composto por 19 questões, sendo elas: i) As instruções que são disponibilizadas são claras, interessantes e absorventes? Se não, indique os motivos; ii) As instruções do acesso via teclado estão claras e absorventes? Se não, indique os motivos; iii) Você considera os efeitos sonoros agradáveis a ponto de despertar interesse? Se não, indique os motivos; iv) A ordem de leitura e a navegação pelos componentes em tela, possui sentido para audição? Se não, indique os motivos; v) A ordem estrutural dos componentes visíveis em tela faz sentido ao se reproduzir o conteúdo através de um leitor de telas? Se não, indique os motivos; vi) As instruções foram acessíveis ao navegar pelo jogo? se não, indique os motivos; vii) Foi possível identificar claramente o objetivo de entrada de um campo? Se não, indique os motivos; viii) Foi compreensível o significado e objetivo de todos elementos da tela ao ser ouvido? Se não, indique os motivos; ix) Você achou que nos momentos de

transmitir conteúdo através de cores e áudio, foi suficiente? Se não, indique motivos; x) O controle de áudios do jogo ficou compreensível e agradável? Se não, indique motivos; xi) O contraste do jogo é compreensível? Se não, indique motivos; xii) Os elementos sonoros do jogo foram suficientes para auxiliar no seu reconhecimento? Se não, indique motivos; xiii) Você conseguiu navegar por todos elementos da tela sem bloqueio do teclado? Se não, indique motivos; xiv) Você acha que conseguiu acessar toda funcionalidade do jogo por teclado? Se não, indique motivos; xv) A utilização de atalho via teclado confundiu você em algum momento da ação? Se sim, qual ou quais?; xvi) A narrativa auditiva do jogo é compreensível?; xvii) Você considera que os sons forneceram retorno significantes durante o jogo? Se não, indique os motivos; xviii) A navegação do jogo (teclas, uso mouse, mecânica) é intuitiva e natural? Se não, indique os motivos; xix) Você gostaria de fazer algum comentário (sugestões, críticas) sobre os aspectos de jogabilidade e usabilidade (interação, navegação e desafio)?

O pós-teste de jogabilidade/usabilidade do jogador ao realizar as missões foi composto por 35 questões. Essas não serão apresentadas aqui, pois não foram usadas para o resultado final dessa pesquisa.

A mecânica do jogo da memória, objeto de estudo dessa pesquisa, foi testada na missão Baleia e foi reutilizada na missão paleontologia.

Após os testes, foram apresentadas mudanças de mecânica, narrativa e estética.

6) *Metodologia para elicitación, análise e validación dos requisitos:* Na seção III foi apresentada a metodologia de desenvolvimento do jogo que gerou os artefatos utilizados na metodologia desse trabalho. Nessa seção, será apresentada a metodologia de desenvolvimento desse trabalho, ou seja, aquela usada para definir os requisitos propostos nesse trabalho. Essa metodologia foi baseada no processo de engenharia de requisitos que contempla as seguintes etapas: elicitación, análise e validación. A seguir um detalhamento de cada uma das etapas.

a) *Elicitación:* Para elicitación os requisitos as fontes de dados utilizadas foram primárias e geradas pela equipe de projeto, durante as etapas de requisitos, desenvolvimento e testes da metodologia INTERA descrita no tópico B da seção III. A Tabela II mostra a lista da fonte de dados, sendo na primeira coluna o nome da fonte, na segunda a sua descrição e na terceira a etapa da metodologia INTERA, em que esse documento foi gerado.

b) *Análise:* Para análise de requisitos, baseou-se na técnica de análise documental comumente utilizada em pesquisas qualitativas [20]. Essa análise foi realizada a partir dos documentos mostrados na Tabela II.

Essa análise conduziu a descrições sistemáticas, qualitativas e ajudou a reinterpretar os requisitos e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum. A partir da análise documental, buscou-se categorizar os requisitos em **gerais** e **específicos**. Os requisitos gerais são aqueles que podem ser implementados em qualquer

Tabela II  
FONTE DE DADOS PARA OBTENÇÃO DOS REQUISITOS

Fonte	Descrição	Etapa
Caso de Uso acessível	Artefato cujo objetivo foi relatar como se daria a interação do usuário com o jogo destacando os elementos acessíveis	Requisitos
Requisito de Teclas	Artefato cujo objetivo foi disponibilizar a lista de teclas utilizadas no jogo dispoendo a descrição da tecla e local a ser utilizada no jogo.	Requisitos
Requisito de Cores	Artefato cujo objetivo foi disponibilizar a lista de cores utilizadas no jogo, dispoendo a descrição da tecla e local a ser utilizada no jogo.	Requisitos
Biblioteca de Sons	Artefato cujo objetivo foi disponibilizar todos os sons e áudios do jogo.	Requisitos
Audiodescrição das Telas e imagens	Artefato cujo objetivo foi relatar a descrição gráfica (cor, formato e local) das telas.	Requisitos
Navegação via teclado	Artefato cujo objetivo foi disponibilizar como se daria a navegação da mecânica via teclado de cada minijogo.	Requisitos e Testes
Telas do Jogo	Interface gráfica das telas do jogo.	Desenvolvimento

jogo, já os requisitos específicos são aqueles que podem ser implementados em mecânicas específicas do jogo da memória ou similares.

Cada requisito foi classificado em um dos princípios do DU, permitindo assim uma análise mais aprofundada do impacto e das lacunas dessa pesquisa sob a perspectiva do desenho universal.

c) *Validação:* Foram considerados os requisitos validados pelos usuários com deficiência visual, usuários sem deficiência e usuários com deficiência intelectual, conforme descrito na Tabela I. No entanto, alguns requisitos relacionados a usuários com surdez apesar de terem sido considerados no resultado final, não chegaram a ser validados devido as limitações impostas pela pandemia. A metodologia de validação ocorreu dentro da etapa de testes da metodologia INTERA, devido a isso ela foi detalhada no tópico B da seção III.

Ao fim da análise documental, os requisitos foram propostos e serão apresentados na próxima seção.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a apresentação dos requisitos, dividiu-se em 2 seções: Requisitos Gerais que podem ser usados por qualquer jogo e Requisitos Específicos que podem ser usados para jogos com a mecânica do jogo da memória (Fig. 4). Para uma melhor análise da pesquisa, cada requisito (geral e específico) foi classificado em um dos princípios do DU conforme as Tabelas



Fig. 4. Jogo da memória ativo

III e IV, respectivamente. Ainda conforme as Tabelas foram apresentados 61 requisitos para o desenho universal de jogos, sendo 32 requisitos gerais (III) e 29 requisitos específicos (IV) para mecânica do jogo da memória. Os requisitos fornecidos nesse trabalho foram classificados nos 5 princípios de DU (coluna 3 das Tabelas III e IV), sendo 34 requisitos para permitir o uso equitativo, 23 para o uso simples e intuitivo, 9 para permitir a informação perceptível, 15 para permitir tolerância a erros e 7 para permitir baixo esforço físico.

Vale ressaltar que o jogo foi implementado pelo *unity* no tamanho de tela 1365.8 x 768 (16:9). Os testes foram realizados em computador com tamanho de tela 1366 x 768 e resolução de tela 1280 x 720, de acordo com configuração do jogo.

Todos esses requisitos, bem como sua classificação são apresentados a seguir. Observem que não há separação por tipo de deficiência já que o foco dessa pesquisa é o desenho universal.

**A. Requisitos Gerais**

Os requisitos gerais podem ser encontrados na Tabela III.

**B. Requisitos Específicos para Mecânica do Jogo da Memória**

Os requisitos específicos para a mecânica do jogo da memória pode ser encontrado na Tabela IV.

**V. CONCLUSÃO E LIMITAÇÃO DO TRABALHO**

Esse trabalho apresentou requisitos para o desenvolvimento de jogos universalmente acessíveis. Parte dos requisitos podem ser utilizados para diferentes tipos de jogos e a outra para jogos que contenham a mecânica da memória.

Todos os 5 princípios do desenho universal foram contemplados dentro os 61 requisitos propostos, sendo que o princípio que mais se destacou foi o do uso equitativo (princípio 1).

O trabalho apresentou as seguintes limitações:

1- Carência de recursos de sonorização pela ausência de equipe especializada em som durante o desenvolvimento do jogo.

Tabela III  
REQUISITOS GERAIS

ID	Descrição	Classificação
G1	Definir fonte do tipo arial e de tamanho 18 para todas as telas textuais.	P4
G2	Permitir contraste em preto no branco.	P4
G3	Permitir customização de mudança de cor do cursor no jogo.	P1, P2, P4
G4	Inserir contorno grosso com espessura de no mínimo 0,13cm em todos os lados para todas as caixas de seleção.	P4
G5	Manter contorno das caixas de seleção diferente da cor da caixa.	P4, P5
G6	Manter margem de distância do diálogo para as bordas internas laterais, inferior e superior do diálogo.	P4, P5
G7	Enumerar as opções de diálogo, quando for disponibilizado mais de uma opção para o jogador escolher.	P3, P4
G8	Inserir diversidade dos personagens dentro da narrativa do jogo, por exemplo para o caso do objeto de estudo, naturalista cego, naturalista mulher, naturalistas negros, personagem principal (papel de jogadora) gênero feminino.	P1, P3
G9	Disponibilizar instrução geral do jogo desvinculada das instruções da mecânica dos minijogos.	P3, P5, P6
G10	Disponibilizar informações textuais do jogo, na parte superior da tela.	P3
G11	Disponibilizar a narrativa do jogo em português e LIBRAS.	P1, P3
G12	Permitir que o jogador possa solicitar repetição de tradução para LIBRAS de forma ilimitada, por meio do ícone de LIBRAS.	P1
G13	Permitir moldura do intérprete de LIBRAS com uma distância mínima de 8,32cm dos textos.	P3
G14	Definir moldura do intérprete de LIBRAS no formato vertical e tamanho 7,10cm x 5,85cm (altura x largura) para telas de diálogo.	P4
G15	Permitir que ao exibir duas opções de diálogo, o intérprete traduza as duas opções uma seguida da outra.	P1, P5
G16	Permitir identificação visual e sonora do tipo de diálogo (minijogo, informações), para identificação do tipo de interação dos personagens.	P1
G17	Disponibilizar <i>textbox</i> com dicas textuais disponibilizadas pelo jogo, próximo do personagem do jogo. Como por exemplo, na Fig. 4:	P3, P5
G18	Inserir audiodescrição de todos os elementos da interface (cenários, personagens, imagens e mapa do jogo).	P1, P3
G19	Disponibilizar audiodescrição de todas as telas e seus componentes da seguinte forma: componentes externos (cantos superiores e cantos inferiores) aos componentes internos da tela.	P1
G20	Disponibilizar audiodescrição do Mapa do jogo, com a localização inicial dos personagens antes de <i>gameplay</i> .	P1, P3
G21	Permitir que o jogador possa solicitar repetição de audiodescrição de tela de forma ilimitada, por meio da tecla específica para executar audiodescrição. Sugestão de tecla: F3	P1, P5
G22	Permitir que caso o leitor de tela esteja ativado, disponibilizar primeiramente a audiodescrição da tela, ao abrir qualquer tela, exceto tela de instrução.	P1
G23	Permitir que caso o leitor de tela esteja ativado, ao abrir uma tela de instrução, já execute o título da tela, em seguida audiodescrição.	P1
G24	Permitir que o jogador possa solicitar telas de instruções de forma ilimitada, por meio da tecla específica para abrir a instrução. Sugestão de tecla: F1	P1, P5
G25	Disponibilizar tela de instrução de navegação via teclado. Sugestão de tecla: F2	P1
G26	Permitir que caso o leitor de tela esteja ativado, execute áudio da pontuação atual do jogador, conforme solicitado pelo jogador.	P1
G27	Permitir que ao solicitar abertura de uma tela via teclado e ao fechar esta tela, o foco do cursor deve voltar ao foco que estava antes de solicitar esta abertura da tela.	P5, P6
G28	Disponibilizar o foco do cursor no item de tela (ícone ou botão) de ação posterior ao finalizar audiodescrição.	P5, P6
G29	Disponibilizar identificação sonora para os passos do jogador, ações do jogo (abertura e fechamento de tela), ambiente, teclado e animais.	P1, P3, P5
G30	Disponibilizar som específico para os tipos de personagens (minijogo e diálogo) que o jogador terá interação, quando jogador tiver uma aproximação com distância mínima de 5,2cm do personagem.	P1
G31	Disponibilizar exibição audível do nome dos personagens, quando o jogador iniciar interação.	P3
G32	Permitir que o minijogo tenha pausa automaticamente, quando jogador solicitar execução ou repetição de alguma instrução ou informações dentro do jogo.	P6

Tabela IV

## REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA MECÂNICA DO JOGO DA MEMÓRIA

ID	Descrição	Classificação
E1	Disponibilizar botão selecionado com borda e cores mais fortes que o botão padrão.	P1, P5
E2	Disponibilizar botão Padrão com cores mais claras que botão selecionado. Sugestão cor: #240562 (azul) e #FFFFFF (branco)	P3, P5
E3	Disponibilizar botão Selecionado com borda: azul escuro com fonte branca e borda. Sugestão cor: #000000 (borda preta)	P3, P5
E4	Disponibilizar botão Desabilitado: cor cinza com fonte branca. Sugestão cor: #343434 (cinza)	P3, P5
E5	Disponibilizar cartas no formato vertical de tamanho no mínimo 3,61cm x 2,91cm (altura x largura).	P1, P3
E6	Definir delimitação de tela em duas áreas: cartas e botões. Sugestão de tecla: TAB	P2, P3
E7	Definir numeração da primeira à última carta de forma crescente.	P1
E8	Permitir que ao iniciar o minijogo, o foco do cursor esteja na primeira carta.	P3
E9	Definir implementação de tecla, para direcionar sempre ao início do jogo (primeira carta). Sugestão de tecla: TAB	P3
E10	Disponibilizar escurecimento na carta, ao passar o foco do cursor com porcentagem de 20%.	P4, P5
E11	Disponibilizar a carta selecionada com a seguinte configuração de borda: grossa, com no mínimo 0,13cm de borda para cada lado, em todas as direções, cor amarelo FFFF00.	P1, P3
E12	Disponibilizar resultado correto da carta selecionada com as seguintes configurações de bordas: grossa, com no mínimo 0,13cm de borda para cada lado, em todas as direções, cor verde #00FF00.	P1, P3
E13	Disponibilizar resultado incorreto da carta selecionada com as seguintes configurações de bordas: grossa, com no mínimo 0,13cm de borda para cada lado, em todas as direções, cor vermelho FF0000.	P1, P3
E14	Disponibilizar identificação sonora na navegação das cartas, em seguida executar áudio com numeração.	P1
E15	Disponibilizar áudio do conteúdo das cartas viradas para cima, logo após numeração das cartas.	P1
E16	Disponibilizar identificação sonora ao selecionar carta.	P1
E17	Disponibilizar audiodescrição das cartas com imagem, logo após as cartas serem viradas para cima.	P1
E18	Permitir que o jogador possa solicitar repetição de audiodescrição da item da carta, conforme necessário.	P1, P2
E19	Permitir que execute a frase “carta selecionada” quando usuário passar com cursor por uma carta selecionada.	P1
E20	Permitir ao jogador quando “cancelar cartas”, o foco do mouse deve retornar para carta selecionada anteriormente.	P3, P6
E21	Permitir ao jogador quando selecionar duas cartas, que o foco do cursor vá automaticamente para o botão “confirmar” e deve executar o nome do botão.	P2
E22	Disponibilizar áudio “tentativa x/x” de cada tentativa utilizada dentro da mecânica do minijogo.	P1
E23	Permitir que execute as dicas de forma ilimitada, conforme necessidade do usuário. Sugestão de tecla: F5	P2
E24	Disponibilizar identificação sonora sobre o resultado das cartas selecionadas, com sons diferentes: resultado correto e resultado incorreto.	P1
E25	Disponibilizar identificação sonora de “bloqueio” para seleção excessiva de carta.	P1, P2
E26	Disponibilizar identificação sonora sobre o resultado dos minijogos, com sons diferentes: resultado de derrota e resultado de vitória.	P1
E27	Disponibilizar conteúdo textual (nome do minijogo, tentativas incorretas, pares restantes e nome dos botões) em LIBRAS ao clicar no ícone de LIBRAS.	P1
E28	Permitir que quando estiver ativado o ícone de LIBRAS, seja traduzido o conteúdo das cartas, conforme o jogador passa o cursor do mouse na carta, antes de selecioná-la.	P6
E29	Permitir que o jogador “não selecione” duas cartas de imagem.	P3, P6

2- Ausência de requisitos para retorno tátil, por não ter sido contemplado a integração do jogo com mesa tátil.

3- Requisitos validados por 4 tipos de usuários: sem deficiência, com deficiência visual, cognitiva e surdos. Os demais tipos de usuários não participaram do desenho do jogo e nem dos testes finais.

4- Ausência de requisitos de reconhecimento de comandos de voz, por não ter sido levantado essa necessidade durante o processo de coleta de requisitos.

5- Ausência de requisitos para entrada de dados em LIBRAS, pois o jogo não necessitava dessa funcionalidade.

6- Os requisitos relacionados a LIBRAS só foram validados durante a elicitação e prototipação, mas não foram testados, devido a limitação na pandemia.

Apesar das limitações, esse trabalho pretende contribuir para guiar e clarificar a implementação de jogos universalmente acessíveis, aumentando assim o uso equitativo de jogos.

## AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), aos estudantes da Universidade Federal do ABC e a participação dos diferentes usuários envolvidos no projeto.

## REFERÊNCIAS

- [1] A. S. Petry, *Jogo, Autoria e Conhecimento: Fundamentos para uma Compreensão dos Games*, 1ª ed. Jundiaí, BR: Paco Editorial, 2014, pp.83.
- [2] B. R. Connell, M. Jones, R. Mace, J. Mueller, A. Mullick, E. Ostroff, J. Sanford, E. Steinfeld, M. Story, G. Vanderheiden. “The center for universal design”. NCSU.edu. Disponível em: <https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/index.htm> (acesso em: 01-Jul-2021).
- [3] B. Yuan, E. Folmer, F. C. Harris, “Game accessibility: a survey,” *Universal Access in the Information Society*, v.10, pp. 81–100, junho de 2010, doi: 10.1007/s10209-010-0189-5.
- [4] M. T. Valente, “Requisitos”, em *Engenharia de Software Moderna: Princípios e Práticas para Desenvolvimento de Software com Produtividade*. Belo Horizonte, BR: auto-publicação, 2020, cap. 3, pp.67-68.
- [5] R. Pressman, “Engenharia de Requisitos”, em *Engenharia de Software: Uma abordagem Profissional*, 7ª ed. Porto Alegre, BR: Editora Bookman, 2011.
- [6] S. S. Cambiaghi, *Desenho Universal – métodos e técnicas para arquiteturas e urbanistas*. São Paulo, BR: Editora Senac, 2007.
- [7] A. C. Carletto, S. Cambiaghi, “O que é o desenho universal?”, em *Desenho Universal: um conceito para todos*, 1ª ed. São Paulo, SP, Brasil: Edit. S.C.P. (S.L.P.), 2008, cap.1, pp.10-12.
- [8] M. C. C. Araújo, B. R. Silva, J. G. De Queiroz, W. Viana, “Ortomonstro: um áudiojogo móvel customizável para práticas ortográficas de português por meio do Braille”, em *XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, Out.2016, pp.866-875.
- [9] P. M. P. Cordeiro, C. A. Da S. Conrad, J. F. P. Cheiran, “Redesigning towards accessibility: from a Facebook trivia game to an educational, accessible web game,” em *XVI Simpósio Brasileiro de Games (SBGAMES)*, Nov.2017, pp.366-369.
- [10] T. V. C. Moraes, “Composição musical no áudio game breu: os desafios e processos de um jogo inclusivo,” MSc. dissertação, Escola de Música, UFBA, Salvador-BA, Brasil, 2017.
- [11] A. G. D. Correa, L. C. C. De Biase, E. P. Lotto, R. D. Lopes, “Development and usability evaluation of an configurable educational game for the visually impaired,” em *IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*, 2018, pp.173-180.
- [12] F. E. Garcia, V. P. A. Neris, “Design de jogos universais: apoiando a prototipação de alta fidelidade com classes abstratas e eventos,” em *XII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas de Computação*, Out.2013, pp.82-91.
- [13] G. R. Santos, I. R. Almeida, R. G. Almeida, Z. C. Félix, “Uma abordagem para o ensino das cores para Daltônicos,” em *XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, Out.2015, pp.832-836.
- [14] A. N. Domingues, M. L. Lotufo, A. F. S. Silva, A. C. P. Guimarães, J. G. S. F. Esteves, J. L. Otsuka, D. M. Beder, S. H. Z. Mascarenhas, “Uso de protótipo em papel no design de um jogo educacional acessível,” em *XIII Simpósio Brasileiro de Games (SBGAMES)*, Nov.2014, pp.130-138.
- [15] N. Stylianidou, A. Sofianidis, E. Manoli, M. M. Mavrotheris, ““Helping Nemo!”—using augmented reality and alternate reality games in the context of universal design for learning,” *Education Sciences*, v.10, pp.1-24, abril de 2020, doi: 10.3390/educsci10040095.
- [16] D. M. Carvalho, “Diretrizes para o desenvolvimento de jogos digitais educacionais embasados na teoria sociointeracionista de Lev Vigotski,” MSc dissertação, Centro de Matemática, Computação e Cognição, UFABC, Santo André-SP, Brasil, 2019.
- [17] R. N. R. Oliveira, G. D. Belarmino, C. Rodriguez, D. Goya, M. Venero, A. P. Oliveira Junior, R. V. Rocha, “Avaliações em jogos educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos,” em *XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, Nov.2019, pp.972-981.
- [18] J. Braga, “Processos e metodologias para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem,” em *Objetos de aprendizagem: metodologia de desenvolvimento*, vol. 2. Santo André, BR: Editora UFABC, 2015, cap. 1, sec. 1.4, pp.32-39.

- [19] B. Caldwell, L. G. Reid, G. Vanderheiden, W. Chisholm, J. Slatin, J. White, "Diretrizes de acessibilidade para conteúdo web". W3.org. Disponível em: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/> (acesso em: 02-Jul-2021)
- [20] M. Ludke, M. E. D. A. André, "Métodos de coleta de dados: observação, entrevista e análise documental," em *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, 1986.