

Jogo digital educacional para desenvolvimento do Pensamento Computacional para crianças com Deficiência Intelectual

Taynara Cerigueli Dutra

taynara.dutra27@gmail.com

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville, SC, Brasil

Isabela Gasparini

isabela.gasparini@udesc.br

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville, SC, Brasil

André Ferreira

andreglasenapp@gmail.com

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville, SC, Brasil

Eleandro Maschio

eleandrom@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Guarapuava, PR, Brasil

RESUMO

O Pensamento Computacional (PC) é uma importante habilidade intelectual requerida para o atual contexto da sociedade. Crianças com Deficiência Intelectual (DI) podem se beneficiar do PC para desenvolver e aprimorar habilidades cognitivas. Os jogos digitais educacionais são uma das oportunidades para trabalhar o PC com crianças tanto neurotípicas quanto com DI, desde que contenham elementos de acessibilidade e sejam projetados observando as necessidades de seus usuários. Este trabalho tem como objetivo apresentar um jogo digital educacional criado para desenvolver o PC, de maneira intrínseca, em crianças neurotípicas e com DI, tendo como temática o processo de lavagem de roupa. O jogo é constituído de 3 fases com 4 níveis cada, em que cada fase aborda um pilar do PC de modo primário. O processo de desenvolvimento do jogo foi fundamentado em diretrizes de acessibilidade e apoiado por especialistas em Computação, Educação, Atendimento Educacional Especializado e em DI.

PALAVRAS-CHAVE

Pensamento computacional, Jogos digitais educacionais, Deficiência Intelectual

1 INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) é uma forma de pensar com base nos fundamentos da Ciência da Computação, que visa à formulação de soluções para problemas de maneira eficaz, de modo que uma máquina ou uma pessoa possa realizar [23]. Com o intuito de promover o desenvolvimento do PC em crianças, há movimentos que prezam pela integração do PC à Educação Básica, ressaltando a capacidade de interdisciplinaridade com as disciplinas regulares [9, 22]. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) é uma das entidades que incentivam a adoção do ensino da Computação e do PC nas escolas [17], além do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) [2].

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp'22, Abril 24-29, 2022, Feira de Santana, Bahia, Brasil (On-line)

© 2022 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Desse modo, as habilidades que permeiam o conceito do PC devem ser desenvolvidas por todos os estudantes das escolas regulares, inclusive aqueles que possuem deficiências. Entretanto, uma das atuais dificuldades da Educação Básica é promover a inclusão de estudantes com deficiência, propiciando-lhes um ensino-aprendizado efetivo e relevante [15]. A Deficiência Intelectual (DI) ocasiona déficits intelectuais e também adaptativos, que impactam nos domínios social, conceitual e prático da vida [3]. O PC é capaz de auxiliar os estudantes com DI, aprimorando e desenvolvendo habilidades intelectuais, tais como: resolução de problemas, reconhecimento de padrões, generalização e raciocínio lógico.

Jogos digitais educacionais (JDE) podem auxiliar nas práticas didáticas para o desenvolvimento de funções cognitivas em estudantes com DI, unindo experiências lúdicas aos conteúdos da Educação Básica [15]. Contudo, um jogo não pode ser aplicado de qualquer forma a esses estudantes, visto que caso o jogo não disponibilize de recursos de acessibilidade, possivelmente a interação com o jogador apresentará rupturas, ocasionando a frustração e a desmotivação no uso.

Por esse motivo, no desenvolvimento de jogos para pessoas com deficiência (PcD), deve-se compreender as dificuldades que o público-alvo pode apresentar, a fim de que sejam consideradas as adaptações necessárias àquele jogo. Além do mais, para possibilitar a inclusão de PcD ao ambiente educacional, é necessário que haja o emprego de materiais e métodos adaptados às necessidades educacionais dessas pessoas. Nesse sentido, há uma lacuna no que se refere a jogos específicos de PC para crianças com DI. Com o intuito de contrapor esse cenário, um JDE foi criado para desenvolver o PC em crianças neurotípicas e com DI, auxiliando-as a aprimorarem suas habilidades intelectuais e a aprenderem a execução de uma atividade da vida diária (AVD), que é o processo de lavagem de roupas. Com isso, objetiva-se propiciar a obtenção do conhecimento de modo mais significativo, dinâmico e divertido, bem como promover a autonomia das crianças.

O presente artigo apresenta o ciclo de vida desse jogo, detalhando os processos envolvidos desde a concepção até a avaliação. Foram abrangidos desde um levantamento bibliográfico, a fim de identificar diretrizes de acessibilidade para crianças neurotípicas e com DI, até sessões de *brainstorming online*, para realização do *design* participativo apoiado por *stakeholders* e especialistas das áreas de Computação, Educação, Atendimento Educacional Especializado (AEE) e DI. Por fim, duas avaliações foram realizadas para

validação do jogo. A primeira avaliação ocorreu com estudantes em Computação, com o intuito de identificar problemas técnicos nas funcionalidades e no *design* do jogo. A segunda avaliação foi feita com especialistas, para validação dos aspectos pedagógicos e de acessibilidade. Por intermédio dessas duas avaliações, foi possível angariar importantes sugestões de melhorias para que o jogo pudesse ser utilizado por crianças neurotípicas e com DI e, assim, promover que desenvolvam habilidades cognitivas relacionadas ao PC.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Os JDE podem auxiliar estudantes com DI no aprendizado acadêmico, no desenvolvimento de habilidades, em vivências cotidianas e na integração e formação social [16]. Constatou-se, por meio de uma pesquisa exploratória, que poucos são os trabalhos voltados ao desenvolvimento do PC em públicos minoritários, principalmente direcionados a DI. Desse modo, os trabalhos encontrados relacionados às temáticas de PC, jogos digitais e crianças com DI foram selecionados e serão descritos a seguir.

O trabalho de Malaquias et al. [11] apresenta o jogo VirtualMat de Realidade Virtual, que foi desenvolvido para a prática das habilidades de classificação, discriminação, ordenação e sequenciamento, o que também permite o desenvolvimento de outras capacidades fundamentais ao aprendizado da Matemática. Esse jogo foi desenvolvido para pessoas com DI e simula uma cidade, que contém casas, prédios, carros e um supermercado. Os jogadores podem preparar listas de compras, ir ao supermercado e organizar as compras em casa. O jogo requer que o professor seja um mediador de toda a *gameplay*, acompanhando os estudantes e realizando intervenções para melhor associação dos conteúdos abordados no jogo com os conteúdos pertinentes à Matemática. Além do ensino de conceitos matemáticos, o VirtualMat aborda situações do cotidiano, visando oportunizar aos estudantes o aprendizado mais significativo da Matemática e menos abstrato, pois constatarão a aplicabilidade em sua vida diária. Isso permite o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático de modo mais interessante, motivante e divertido.

Zednik et al. [24] apresenta o relato de uma experiência realizada com estudantes com DI matriculados na sala de AEE em uma escola municipal de Fortaleza. O trabalho apresenta a utilização de tecnologias digitais, com foco no desenvolvimento de jogos com o Scratch, como estratégia didática para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e favorecer o desenvolvimento motor e cognitivo de estudantes com DI. Segundo os autores, a ferramenta Scratch e a programação em blocos possibilita o aprendizado de crianças com DI, permitindo-as que usufruam de recursos estimulantes e motivacionais como meio metodológico de ensino. Ao todo, 14 estudantes com DI participaram do projeto e dois professores, sendo a professora do AEE e um professor do laboratório de informática. Os autores relatam que após o estudo de campo, contactou-se que os jogos favoreceram o desenvolvimento de habilidades de atenção, concentração, percepção e outros processos mentais.

González-González et al. [8] apresentam um estudo exploratório voltado ao ensino de programação e do PC para pessoas com Síndrome de Down (SD) – pessoas com SD possuem a DI –, por intermédio da Robótica Educacional, utilizando uma plataforma

robótica chamada de Kibo. O estudo foi desenvolvido em uma associação para pessoas com SD, durante 5 semanas. Participaram do estudo sete estudantes com SD, com idades cronológicas entre 7 e 19 anos e com idades cognitivas entre 3 e 6 anos. Ao fim das sessões, os autores concluíram que o kit de robótica Kibo é uma ferramenta engajante, promotora do aprendizado de conceitos básicos da programação e do PC para estudantes com SD. Também, proporciona emoções positivas, mantendo-os motivados ao longo das sessões. Ademais, constatou-se que seis dos sete participantes obtiveram resultados promissores no desenvolvimento de habilidades lógico-matemáticas. Assim os autores acreditam que, ao adquirir o PC pode-se estimular também, o pensamento matemático. Portanto, recomenda-se que o PC seja introduzido desde o início do processo de alfabetização de crianças, com foco na inclusão e no trabalho com pessoas com diferentes tipos de deficiências. Por fim, determina-se que pessoas com DI são capazes de aprender a programação básica e desenvolver habilidades do PC utilizando como meio a Robótica Educacional.

Há inúmeros estudos voltados a desenvolver jogos e ferramentas didáticas para a promoção do PC em crianças, visto que o PC é uma habilidade requerida às condições de vivência e a incorporação da tecnologia na sociedade atual, além de promover inúmeros benefícios ao desenvolvimento intelectual dos estudantes. Com essa constatação, tais benefícios podem ser aplicados a todos os estudantes, a partir do Ensino Infantil, sem distinção das suas necessidades educacionais, desde que seja adaptado a elas. Entretanto, o trabalho de PC com grupos de PcD ainda é um contexto que precisa ser expandido, pois poucos são os estudos disponíveis na literatura que possuem esse objetivo. Por conseguinte, um JDE foi implementado com o intuito de aliar os benefícios do PC com os jogos digitais para crianças com DI, auxiliando no desenvolvimento de habilidades intelectuais e na sua inclusão.

3 DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIGITAL EDUCACIONAL ACESSÍVEL

Os JDE são aplicações tecnológicas empregadas com um objetivo educacional e que estão fundamentadas pedagogicamente [19]. Dessa maneira, para garantir o seu propósito educacional, o desenvolvimento do jogo intitulado “Pensar e Lavar” (PeL), foi apoiado por métodos e por especialistas das áreas de Computação, Educação, AEE e DI. Inicialmente, para a idealização do jogo, efetuaram-se pesquisas bibliográficas com o intuito de obter maior entendimento do contexto ao qual o jogo atenderia. Em seguida, foram realizados *brainstormings* com a equipe de desenvolvimento para levantamento e deliberação do cenário do jogo, seu público-alvo e os objetivos de aprendizagem a serem trabalhados.

O *Design Participativo* (DP) é um importante recurso para produtos que visam a acessibilidade [5]. Por meio dessa prática, as pessoas representantes e os usuários finais possuem uma participação ativa na criação de um *software*, com efetivas contribuições que refletem as suas próprias perspectivas e necessidades. Essa participação não se restringe à etapa de *design*, mas sim a todo o ciclo de desenvolvimento [13]. O DP permite o levantamento de questões importantes para o artefato desenvolvido, que muitas vezes não seriam pensadas pelo *designer*, por não vivenciar as tarefas reais

[14]. Portanto, a validação das decisões referentes ao *design* e funcionalidades do jogo PeL ocorreu com *stakeholders* e especialistas em Educação, AEE e pessoas com DI. Conforme corroborado por Tsikinas and Xinogalos [20], o desenvolvimento de jogos digitais acessíveis deve ser fundamentado na participação de especialistas em PcD (ou das próprias PcD), porque esses compreendem as necessidades para a interação com um determinado jogo.

O desenvolvimento do jogo PeL ocorreu em versões. Em sua primeira versão, o jogo então nomeado de Super Thinkwash, era constituído de 3 fases com o nível fácil implementado, tinha como público-alvo crianças entre 6 a 10 anos e não estava relacionado com a DI – por isso estabeleceu-se que, para a primeira versão, elementos de acessibilidade não seriam considerados [4]. Em sua nova versão, o jogo foi reformulado, sendo adicionadas novas funcionalidades e elementos de acessibilidade – apresentados na subseção 3.2, com base nas características e necessidades educacionais de crianças neurotípicas e com DI. A partir de sua primeira versão, o jogo foi desenvolvido de acordo o seguinte processo: levantamento de requisitos, prototipação (validação pela equipe do projeto), desenvolvimento (validação pelos *stakeholders* e especialistas), testes funcionais e avaliação com especialistas integrantes do projeto, e a avaliação com o público-alvo (atualmente em processo).

O jogo visa promover o PC e os pilares que o constituem (Reconhecimento de padrões, Decomposição, Abstração e Algoritmos), junto a crianças com DI, no início do processo de alfabetização. Ele tem como objetivo de aprendizagem, inerentemente, auxiliar as crianças a desenvolverem habilidades intelectuais, enquanto realizam as tarefas requeridas. A temática refere-se ao processo de lavagem de roupas e as atividades que o constituem são abordadas em cada fase do jogo. Essa escolha foi motivada sob a justificativa de que o processo para que as roupas sejam lavadas requer os quatro pilares do PC, além do relato de uma profissional terapeuta ocupacional sobre as dificuldades na realização de AVD que crianças com DI podem apresentar. Inclusive, a sugestão do tema foi proveniente dessa profissional. Ademais, compreende-se que uma criança com DI, geralmente, não é a responsável por lavar as roupas, porém é pertinente que ela saiba como o processo dessa AVD ocorre.

3.1 Game Design

O *Game Design* (GD) é a fase do processo de desenvolvimento de um jogo que objetiva estabelecer como ele deve ser [18]. A fase de GD de um jogo educacional necessita considerar um elemento a mais, a aprendizagem. Para tanto, o GD do jogo PeL baseia-se no Pentágono Elementar apresentado por Leite and Mendonça [10], que busca auxiliar o desenvolvimento de um JDE. O Pentágono Elementar é composto pelos seguintes elementos: Estética, História, Mecânicas, Tecnologias e Aprendizagem. Esses elementos são detalhados a seguir, e foram fundamentados nas diretrizes de Valenza et al. [21] e Fisher [7] para o desenvolvimento de jogos para crianças.

Para a **estética** do jogo, empregaram-se cenários e elementos referentes à temática, o processo de lavagem de roupa. Priorizou-se uma interface simples e intuitiva, sem elementos de distração para o jogador, porém atrativa. Também, preferiu-se a utilização de recursos visuais a textos; e elementos com tamanhos e espaçamentos grandes, como é o caso dos botões e dos itens selecionáveis. Ademais, utilizou-se de elementos lúdicos e convenções infantis nos

cenários, nos *feedbacks* e por meio dos avatares, como formas de promover o engajamento das crianças com o jogo. As telas foram desenvolvidas utilizando recursos gratuitos disponíveis na plataforma Freepik¹.

O jogo objetiva representar a vida cotidiana, sendo que a **história** se passa dentro de um ambiente doméstico, em que o jogador deve realizar as tarefas solicitadas em cada fase e nível. Ao realizar todas as tarefas, o jogador terá conhecimento a respeito do processo requerido para a lavagem de roupas. O objetivo de toda a narrativa é trabalhar os pilares do PC e auxiliar na promoção da autonomia de crianças neurotípicas e com DI.

Em relação às **mecânicas** do jogo, a interação ocorre, principalmente, por meio da utilização do *mouse*, em que são necessários cliques nos elementos. A mecânica principal do jogo, presente em todas as fases, é a de “arrastar e soltar”, em que o jogador precisa clicar sobre o objeto e arrastar até o local correto. Caso esse objeto seja adicionado em um local incorreto, ele retornará à sua origem. Enfatiza-se que o jogo prioriza movimentos curtos, pois crianças possuem dificuldade em utilizar mecânicas de jogo que requerem movimentos longos ou contínuos [7]. As mecânicas de *feedbacks* auxiliam o jogador na realização das tarefas. Por conseguinte, os *feedbacks* são apresentados de modo visual e auditivo conforme as ações realizadas pelos jogadores. *Feedbacks* também são fornecidos ao final de cada nível ou fase, informando ao jogador se ele passou (ou não) de nível/fase; ou ainda, se venceu o jogo. A mecânica de como os *feedbacks* são apresentados é um importante recurso para auxiliar os jogadores a se manterem comprometidos e engajados. Também, deve-se preferir *feedbacks* positivos para não ocasionar a frustração e a desmotivação do jogador em interagir com o jogo, principalmente em crianças com DI.

No que tange à **tecnologia** utilizada para criação do jogo PeL, a *game engine* utilizada foi a plataforma Unity, que possui licença livre para jogos não comerciais e fornece suporte à linguagem C#. Além disso, permite o desenvolvimento de jogos para diversas plataformas, incluindo sistemas operacionais para *desktop*, como Windows, macOS e Linux. O jogo foi desenvolvido para essa plataforma, pois se sabe que os recursos tecnológicos são escassos na maioria das escolas brasileiras e o computador pessoal ainda é um dos recursos mais presentes.

Os requisitos de **aprendizagem** definidos para o jogo relacionam-se aos pilares do PC, que são intrinsecamente trabalhados com os jogadores à medida que realizam as tarefas para a lavagem de roupas e avançam de nível e fase. Cada fase aborda um dos pilares de modo primário, entretanto não se exclui a necessidade dos demais para a realização da tarefa. Por intermédio do PC, o estudante também poderá desenvolver habilidades, como o raciocínio lógico e crítico, a resolução de problemas, a capacidade de abstração, identificação de padrões e abstração. Determinou-se a utilização de conceitos básicos matemáticos na Fase 3 do jogo, permitindo a interdisciplinaridade do PC com a Matemática, conforme defendido pela BNCC [1]. Além do mais, o conteúdo do jogo retrata uma AVD de todas as pessoas, viabilizando à criança com DI maior compreensão do meio familiar e social.

¹<https://br.freepik.com/>

3.2 Requisitos de acessibilidade

Um jogo que promove a inclusão de PcD deve prezar pelos elementos de acessibilidade em seu projeto. Com o intuito de tornar o jogo PeL acessível a crianças com DI, o processo foi guiado pelas diretrizes selecionadas por meio de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) [5] e também fundamentado pelas Diretrizes de Acessibilidade em Jogos (*Game Accessibility Guidelines*)².

A primeira diretriz selecionada determina que a interface do jogo deve ser de fácil entendimento para facilitar a interação, designando que as telas implementadas sejam simples, porém atrativas e lúdicas às crianças. Os textos devem ser em caixa alta, com frases sucintas, claras e em linguagem simples. Deve-se respaldar todas as ações do jogador, por meio de *feedbacks* visuais e auditivos que o auxiliem a atingir o objetivo. No jogo foram utilizados *feedbacks* com elementos lúdicos, com o intuito de incentivar os jogadores, mesmo frente ao erro. Outra diretriz se refere à progressão dos níveis de dificuldade. Cada fase contém quatro níveis de dificuldade, nos quais o jogador pode iniciar no nível de aprendizagem (que é um tutorial interativo) e avançar até o difícil. À cada novo nível, ações diferentes são requeridas pelo jogo, mas com mudanças pequenas. Um novo desafio é proposto a cada fase.

É importante a possibilidade de configurar os níveis de dificuldade, permitindo ao educador realizar adequações pedagógicas com base nas habilidades e conhecimentos de cada criança. Portanto, o painel de configuração do jogo permite que o educador selecione as fases e os níveis que o jogador irá jogar. Outra diretriz selecionada indica que o jogo deve conter elementos motivantes. À vista disso, o jogo PeL dispõe de elementos motivantes, em que o jogador ganha pontos (*checks*) no painel de pontuação. Ao vencer o nível ou a fase, o jogador é informado e encorajado a avançar para o próximo. Como o comportamento de repetição é uma das características de pessoas com DI, o jogo oferece um nível de aprendizagem, em que o jogador pode realizar as ações sem ser penalizado e jogar quantas vezes desejar. Ademais, com os níveis, o jogador poderá repetir o conhecimento que desenvolveu anteriormente e replicar nos níveis mais avançados. De maneira complementar ao elemento de repetição, o jogo emprega o botão de ajuda para fornecer as instruções, utilizando pequenos vídeos de demonstração da interação, permitindo que haja a compreensão do passo a passo por parte do jogador, caso seja necessário.

Como diretriz, se tem a necessidade de fornecer botões de controle. Para isso, os níveis do jogo PeL dispõem do botão de Ajuda e Fechar, que permitem, respectivamente, acessar a tela de instruções e voltar para o menu de fases. Os elementos de falha foram utilizados de modo cauteloso dentro do jogo, de maneira que não desmotivassem os jogadores. Logo, utilizou-se do contexto infantil e lúdico ao fornecer os *feedbacks* e incentivar a jogar novamente. Também, foram empregados personagens representativos para aumentar o engajamento e fornecer inicialização rápida. Assim, em poucos passos o jogador pode começar a jogar de fato, priorizando a intuitividade e o início rápido do jogo.

4 O JOGO PENSAR E LAVAR

O jogo possui como público-alvo crianças neurotípicas e com DI, que estejam no início do processo de alfabetização, com conhecimentos básicos de leitura e aritmética. Ressalta-se que as pessoas com DI possuem idades cognitivas diferentes das suas idades cronológicas e, por isso, possuem um processo de aprendizagem mais lento. Também, para que o PeL seja um recurso educacional, é necessário que a interação da criança com o jogo seja mediada por um educador, que será o responsável por contextualizar, adequar e aplicar o jogo junto ao seu público-alvo. Com esse intuito, o jogo foi documentado e as suas características e funcionalidades descritas. A documentação do jogo pode ser acessada no seguinte *link*³ e a última versão funcional do jogo PeL pode ser baixada no seguinte *link*⁴. A Figura 1 apresenta a tela inicial do jogo PeL.



Figura 1: Tela inicial do jogo PeL

4.1 Requisitos do PeL

Os requisitos funcionais e não funcionais do jogo PeL foram estabelecidos com base no jogo Super Thinkwash e no resultado da sua avaliação. Assim, as sugestões de melhorias elencadas foram consideradas, bem como a adição de: novas funcionalidades desejadas, elementos de acessibilidade para crianças com DI e elementos para desenvolvimento de jogos para crianças neurotípicas [7, 21]. Os requisitos para o jogo PeL foram classificados em dois grupos: os requisitos obrigatórios – aqueles que o jogo em sua versão final deveria conter; e os requisitos desejáveis – aqueles que, caso houvesse tempo para desenvolvimento, seriam incluídos.

Os requisitos obrigatórios e não funcionais são: o jogo deve auxiliar no desenvolvimento dos fundamentos do PC; abordar os quatro pilares do PC; ser um jogo digital educacional; propiciar um ambiente lúdico para representar uma AVD; ser um jogo motivador e engajante (dispor de fases e níveis, com grau de dificuldades diferentes); ter como público-alvo crianças neurotípicas e com DI, que possuam habilidades básicas de leitura e aritmética; possuir modo de interatividade *single-player*, *offline* e dimensionalidade 2D, bem como, ser destinado para plataformas *desktop* (computadores pessoais); conter o *mouse* como dispositivo de controle; e por fim,

³<https://docs.google.com/document/d/1e3a0t2J7FyvinPqjKy-9vpmEoJUdDk9NHQT7-P9lTI/edit?usp=sharing>

⁴https://drive.google.com/drive/folders/1wr7pC-25opy4nIw_Zldjv0qHVzf8PL-m?usp=sharing

²<http://gameaccessibilityguidelines.com/>

disponibilizar diferentes avatares, promovendo a diversidade no jogo.

Os requisitos obrigatórios funcionais são: empregar elementos de acessibilidade para crianças com DI, e requisitos para desenvolvimento de jogos para crianças; implementar a mecânica “arrastar e soltar”, como mecanismo principal de jogo nas fases e nível; fornecer possibilidades de configuração das fases e níveis do jogo e, conter três fases com quatro níveis de dificuldade em cada uma.

Foram elencados dois requisitos como desejáveis para o jogo: estar disponível via web e fornecer relatórios de desempenho. Esses requisitos não foram desenvolvidos pela limitação do tempo do projeto. No entanto, todos requisitos obrigatórios estabelecidos foram implementados. Adicionalmente, uma restrição foi imposta, de que o tempo do jogo não será quantificado, a fim de possibilitar que o jogador utilize o tempo que lhe for necessário para pensar nas ações a serem realizadas.

4.2 Fases e níveis

O processo de lavagem de roupa é representado pelo jogo por intermédio de suas fases e níveis. Essa atividade é subdividida em tarefas, em que inicialmente se deve separar as peças de roupas, seja por estado (sujas e limpas) ou por cor (brancas, pretas e coloridas). Em seguida, realizar o processo de colocar as roupas para lavar e, por fim, guardar as peças de roupa já lavadas. Cada tarefa concerne a uma das fases do jogo, que conta com três fases e cada uma é composta de quatro níveis: aprendizagem, fácil, médio e difícil. O nível de aprendizagem é resultante das sessões de *brainstorming* realizadas com os especialistas, em que se indicou a necessidade da repetição para crianças com DI, conforme também defendido pelas diretrizes, de maneira que o jogador pudesse compreender como o jogo funciona, sem que houvesse o elemento da falha; ou seja, que o jogador não fosse penalizado pelos erros cometidos. Essa concepção é defendida pela técnica de aprendizagem sem erro.

A Fase 1 refere-se à separação das roupas, em que jogador deve adicionar as peças de roupa disponíveis no cenário ao(s) respectivo(s) cesto(s), observando o padrão estabelecido. Essa fase emprega como pilar primário o **Reconhecimento de Padrões**. Para auxiliar o jogador, o nível de aprendizagem apresenta flechas para representar as possíveis interações, indicando quais as peças de roupas – somente sujas –, devem ser adicionadas ao cesto. O nível de aprendizagem possui como premissa não penalizar o jogador, que pode realizar quantas ações incorretas forem necessárias para compreensão da tarefa. A Figura 2 (a) apresenta o nível de aprendizagem da Fase 1. O nível fácil possui as mesmas funcionalidades, entretanto não são fornecidas as dicas das interações a serem realizadas e há a presença do elemento da falha. O objetivo do jogador é identificar quais as peças de roupas corretas (somente as sujas), que devem ser adicionadas ao cesto de roupas sujas. O nível médio tem como padrão um cesto de roupa colorida e um cesto de roupa branca, enquanto no cenário são dispostas roupas coloridas e brancas, tanto sujas quanto limpas; somente as sujas devem ser adicionados aos respectivos cestos conforme padrão informado. No nível difícil, apresentam-se três cestos (roupas brancas, coloridas e pretas), conforme mostrado na Figura 2 (b).

A Fase 2 aborda o passo para a lavagem de roupas, re-presentando a sequência de instruções que precisam ser realizadas

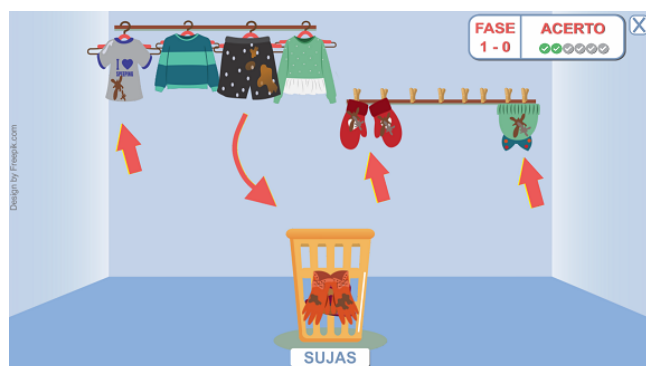
para que a roupa seja lavada: retirar do cesto de roupa, adicionar à máquina de lavar, incluir produtos de limpeza, colocar para secar e guardar as peças limpas. O pilar do PC primário abordado é o **Algoritmo**. Assim, como o nível de aprendizagem da Fase 1, no nível de aprendizagem da Fase 2 há flechas que auxiliam o jogador na identificação das interações necessárias. Nesse nível, o jogador deve clicar sobre as peças de roupas sujas que estão no cesto e arrastá-las, uma a uma, até a máquina de lavar, adicionar os produtos de limpeza (sabão e amaciante) e então clicar no botão de ligar da máquina. Após realizar todos os passos, o jogador pode progredir para o nível fácil, que possui o mesmo funcionamento, porém emprega os elementos de falha. No nível médio, o jogador deverá escolher entre lavar as roupas coloridas ou as roupas brancas, pelo motivo de não poderem ser lavadas juntas. Depois de lavadas, as roupas devem ser colocadas para secar. No nível difícil, o jogador possui três possibilidades de escolha para lavar as roupas: coloridas, brancas ou pretas. Esse nível emprega uma atividade a mais que o nível médio, pois as roupas precisam ser guardadas após a secagem. O nível difícil da Fase 2 é apresentado na Figura 3.

A Fase 3 representa a última tarefa da lavagem de roupas, em que as peças já estão limpas e devem ser guardadas. Com o intuito de associar-se aos conteúdos básicos da Matemática, as gavetas possuem uma capacidade e as peças de roupas têm valores atribuídos de acordo com o seu tamanho. Desse modo, as peças devem ser adicionadas às gavetas conforme a sua capacidade. O pilar primário do PC abordado é a **Decomposição**. No nível de aprendizagem há duas gavetas, cada qual com a capacidade 4, e cada peça de roupa possui um valor atribuído de 2. Dessa maneira, cada gaveta comportará duas peças de roupa. As flechas indicam ao usuário as possíveis interações no jogo, para que ele consiga compreender as ações que deve realizar e as reproduza nos próximos níveis desta fase. O nível fácil é similar ao nível de aprendizagem, contudo possui o elemento de falha. No nível médio e difícil, as peças de roupa a serem guardadas possuem valores maiores e diferentes respectivamente, e a capacidade das gavetas variam. A Fase 3 nível difícil é apresentada na Figura 4.

4.3 Painel de configuração de fases e níveis

Possibilitar a configuração do jogo é considerado um significativo recurso para crianças tanto com DI quanto neurotípicas, conforme defendido por diretrizes para desenvolvimento de jogos para crianças e para a acessibilidade [5, 7]. O painel de configuração de fases e níveis é um recurso que permite ao educador fazer a adequação das funcionalidades do jogo conforme as necessidades educacionais dos estudantes, contemplando as diferentes habilidades apresentadas por cada um. Desse modo, no jogo, o educador pode determinar as fases e níveis que a criança irá jogar, bem como a forma de progressão (por fase ou por nível), assim estabelecendo o seu objetivo educacional. Essa funcionalidade foi destacada nas sessões de *brainstorming* com os especialistas como um importante recurso do jogo PeL.

Ao progredir por fase, o foco está no desenvolvimento ou aprimoramento das habilidades intelectuais relacionadas ao PC, em que o jogador aprenderá uma determinada competência, treinando-a (e enfatizando-a) ao longo dos níveis. Assim, ao estabelecer a progressão por fases, o jogador avançará por todos os níveis daquela



(a)



(b)

Figura 2: Fase 1 - Níveis de Aprendizagem e Fácil



Figura 3: Fase 2 - Nível Fácil

determinada fase – somente os níveis escolhidos – e, ao finalizar, chagará à próxima fase. Ao progredir por nível, o educador estabelece quais as fases que serão jogadas em um determinado nível, por exemplo: nível fácil (fases 1, 2 e 3) e nível médio (fases 1 e 2). Nessa ordem, serão jogadas todas as fases selecionadas, primeiro àquelas de nível fácil e, depois, as de nível difícil. Por meio dessa configuração, permite-se que a criança tome conhecimento de cada tarefa relacionada ao processo de lavagem de roupa e das ações que a compõem. O painel de configurações pode ser visualizado na Figura 5.



Figura 4: Fase 3 - Nível Difícil

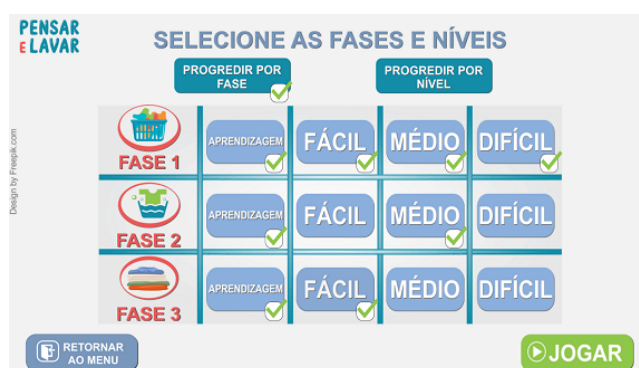


Figura 5: Painel de Configuração de fases e níveis

O painel de configuração é um recurso destinado ao educador que mediará a aplicação do jogo com as crianças. Entretanto, o jogo fornece a possibilidade de acessar as fases através da tela de Menu de Fases (Figura 6), na qual o jogador poderá selecionar diretamente a fase que deseja jogar, sem nenhuma intervenção. As duas possibilidades de utilização do jogo foram disponibilizadas para permitir que, caso haja a necessidade, o jogo seja adequado às individualidades de cada criança.



Figura 6: Menu de Fases

4.4 Feedbacks

Os *feedbacks* são um dos requisitos funcionais mais importantes em um JDE, pois auxiliam o jogador a cumprir os objetivos estabelecidos através da compreensão das ações possíveis dentro do jogo [12]. Os *feedbacks* do jogo PeL são fornecidos de diferentes formas, com o intuito de maximizar a jogabilidade, facilitar a interação e auxiliar o jogador a compreender as funcionalidades, recuperando-se dos erros cometidos. Assim, o jogo conta com *feedbacks* visuais e sonoros.

Os níveis de aprendizagem possuem *feedbacks* diferentes dos demais níveis, para indicar as ações corretas e incorretas. Como esse nível não possui o elemento da falha, de acordo com os especialistas, o *feedback* deveria ser um elemento diferente e lúdico, que informasse ao jogador a execução de uma ação certa ou errada frente ao objetivo da fase. Quando o jogador interage de modo correto com o jogo, como, por exemplo, quando adiciona uma roupa suja ao cesto de roupas sujas, é apresentado um *feedback* que contém um elemento visual lúdico juntamente com um sinal sonoro. O mesmo ocorre para ações incorretas. Os *feedbacks* fornecidos na fase de aprendizagem podem ser visualizados na Figura 7.



Figura 7: *Feedbacks* lúdicos da Fase de Aprendizagem

Nos níveis fácil, médio e difícil, ao realizar uma ação correta, além de ganhar o elemento de *check* no painel de pontuação, um ícone de acerto é apresentado juntamente com um sinal sonoro. Da mesma forma, ao realizar uma ação incorreta, um ícone de erro é exibido em conjunto com um sinal sonoro, além de que o jogador perderá uma vida.

Os *feedbacks* também auxiliam o jogador a recuperar-se dos erros, fomentando a mentalidade de tentativa e erro e a aprendizagem

pela experiência. Sendo assim, ao fracassar, o jogador é incentivado a jogar novamente. Esse incentivo está presente na tela secundária que é apresentada após o fim do nível ou da fase, em que o botão na lateral direita possui a cor verde, diferente dos demais, para que o jogador se sinta incentivado a clicar nele e, então, jogar novamente. Ao passar da fase de aprendizagem, o jogador é incentivado a jogar os próximos níveis, conforme Figura 8 (a). Caso tenha vencido, o jogador é estimulado a passar para o próximo nível ou fase. Ambos os casos podem ser vistos na Figura 8 (b e c). Ao final, se o jogador vencer todas as fases, uma tela secundária, conforme a Figura 8(d), é mostrada, parabenizando-o por ter cumprido o objetivo. Essas telas empregam elementos lúdicos e relacionados ao contexto infantil.



Figura 8: *Feedbacks* finais

5 AVALIAÇÃO

A avaliação é uma importante etapa do processo de desenvolvimento de um jogo. Nesta fase, deve-se verificar se o jogo possui erros e se atende aos requisitos estabelecidos inicialmente. No que tange aos jogos educacionais, são necessárias avaliações que validem aspectos funcionais e pedagógicos, de modo a garantir que o jogo cumpra com seu propósito sério, que vai além da diversão.

Para fundamentar a avaliação de jogos educacionais, realizou-se um MSL [6], no qual se constatou como os JDE são avaliados identificando os métodos de avaliação, os objetivos e o contexto das avaliações. Com isso, estabeleceu-se que o jogo PeL seria avaliado por diferentes métodos e com base em diferentes critérios, para garantir o seu propósito educacional e a acessibilidade para crianças neurotípicas e com DI. As avaliações definidas foram: (1) realização de testes funcionais com pessoas da área da Computação, para validação dos requisitos técnicos e funcionalidades do jogo; (2) avaliação com especialistas e *stakeholders* da Educação, AEE e em DI, para averiguação dos requisitos pedagógicos e de acessibilidade; (3) avaliação no ambiente escolar com o público-alvo (crianças neurotípicas e com DI), mediadas pelos professores; e por fim, (4) a realização de uma entrevista com especialistas após a utilização do jogo.

De acordo com o MSL realizado [6], o questionário é o método de investigação mais utilizado para a realização da avaliação de JDE, seguido pelo método de observação. Com esses fundamentos,

definiu-se o questionário como o método de avaliação principal do jogo PeL, para ser aplicado aos participantes dos testes funcionais e nas avaliações com o público-alvo, em que os questionários serão respondidos pelos educadores mediadores da interação das crianças com o jogo.

Até o presente momento, ocorrem a primeira e a segunda avaliação. Assim, a primeira avaliação foi realizada com 14 estudantes graduandos e pós-graduandos em Computação, que cursaram a disciplina de Interação Humano-Computador (IHC) e teve como intuito a validação técnica das funcionalidades e elementos de *design* e interação do jogo. Cada estudante recebeu acesso ao jogo, juntamente com um documento contendo uma sequência de instruções para verificar as funcionalidades disponíveis, e um questionário de cunho qualitativo-descritivo. O questionário era constituído de perguntas referentes ao perfil do *tester*, ao computador utilizado e perguntas específicas sobre as funcionalidades. Essas perguntas específicas tinham como objetivo angariar as percepções, dificuldades ou erros encontrados pelos *testers*. Antes da avaliação, esse questionário foi validado pelos professores participantes do projeto, sendo uma pesquisadora sênior em IHC e um pesquisador sênior na área de Educação em Computação. O questionário aplicado e as respectivas respostas obtidas, bem como as instruções fornecidas podem ser acessadas no seguinte *link*⁵.

Como resultados, obteve-se *feedbacks* sobre os problemas encontrados pelos *testers* em algumas funcionalidades, como o não acesso à mídia disponibilizada no botão de ajuda, a possibilidade de clicar sobre o avatar na tela de Menu de Fases, o funcionamento incorreto de ativar/desativar a música, que foram posteriormente corrigidos. Além disso, os *testers* apresentaram sugestões importantes para melhoria do *design* e da navegação do jogo, como exemplos: alterar a cor do botão "Jogar" da tela inicial para verde, adicionar profundidade em alguns botões, alterar a forma de apresentação das fases e níveis no painel de pontuação, utilizando a convenção do mercado de jogos ("fase - nível"). Uma das maiores dificuldades encontradas pelos *testers* referiu-se à tela de configurações, pois não haviam sido disponibilizadas explicações sobre o seu funcionamento, justamente para observar as suas compreensões. Ao ser disponibilizado aos educadores, o jogo oferecerá uma documentação de suporte.

Também como recomendações de melhoria, foram elencados o desenvolvimento de uma versão para dispositivos móveis e para web, bem como, a inclusão de animações. Essa é uma das limitações do jogo, pois a equipe não dispunha de desenvolvedores especializados em jogos e *designers*. No geral, os apontamentos feitos pelos *testers* foram positivos, os quais, na grande maioria, acreditam que o jogo poderá ser utilizado por crianças neurotípicas e com DI.

A segunda avaliação correu com 4 *stakeholders* e especialistas em Educação, AEE e em DI, juntamente com a equipe de desenvolvimento em um grupo focal *online*. As avaliadoras eram: (1) uma professora do AEE, formada em pedagogia com especialização em AEE, que atua como professora do AEE desde 2005; (2) uma terapeuta ocupacional, que possui atuação na área em consultório desde 2008, com ênfase no desenvolvimento cognitivo e contexto escolar; (3) uma mãe de criança com DI; e (4) uma professora de Matemática, que leciona para alunos do Ensino Fundamental. O

objetivo desta avaliação foi apresentar o jogo desenvolvido, detalhando as suas funcionalidades e elementos de interação, para obter *feedbacks* do ponto de vista de especialistas dessas áreas e também como representantes dos usuários finais.

As avaliadoras especialistas já possuíam conhecimento prévio sobre o jogo, pois constituíram o grupo de *design* participativo que apoiou todo o processo de desenvolvimento do PeL. Após a apresentação do jogo, as especialistas expressaram suas opiniões e realizaram apontamentos como sugestões de melhorias. Tais apontamentos referem-se principalmente aos elementos de *design* do jogo e à necessidade da representação das situações cotidianas de modo mais fidedigno com a realidade. Como exemplos: a Fase 1 ter como cenário um quarto de uma criança com peças de roupas espalhadas, para que o jogador possa selecioná-las, separando conforme o cesto indicado; e a forma como os produtos de limpeza são adicionados, necessitando representar o despejo dos produtos à máquina.

Também foram levantados, pelas especialistas, questionamentos sobre a Fase 3 e as habilidades matemáticas requeridas pelas crianças para solucionar o problema proposto. Segundo elas, competências para realizar a subtração dos valores atribuídos às peças de roupa com base na capacidade de cada gaveta são complexas para crianças com DI, podendo levá-las a solucionar por tentativa e erro. Entretanto, considerou-se essa uma relevante habilidade para o aprendizado das crianças de modo geral, relacionando-a com a atividade de dar o troco em uma situação monetária da vida cotidiana. Assim, recomendou-se que alterações sejam feitas na Fase 3 para melhor compreensão por parte das crianças, em que o jogo deve apresentar a equação de subtração toda vez que uma peça é adicionada à gaveta. Ademais, ficará a cargo do professor mediador indicar se essa fase é indicada para o seu estudante, por meio do painel de configuração.

Como maior destaque dessa segunda avaliação, mencionou-se o painel de configuração de fases e níveis que permite que o jogo seja adaptado conforme as habilidades de cada criança. O desenvolvimento dessa funcionalidade foi proveniente das diretrizes de acessibilidade e das sugestões realizadas pelos *stakeholders* e especialistas em DI. Assim, de acordo com avaliadoras, essa é a principal contribuição do jogo para atender às necessidades educacionais de crianças com DI. Em relação aos outros elementos do jogo, foram deixados *feedbacks* positivos sobre o *design* e suas funcionalidades, em que as avaliadoras puderam constatar as suas contribuições, realizadas durante as sessões de *brainstorming*, foram acatadas e implementadas ao jogo PeL.

Com base em ambas as avaliações descritas, todos os problemas encontrados pelos *testers* e pelas avaliadoras especialistas foram corrigidos. Alguns exemplos são: a função de ativar/desativar a música, o botão de ajuda, a inclusão do cálculo de subtração da Fase 3, além de ajustes dos botões no painel de configuração. Houve também a adequação de elementos de *design*, como a alteração da cor do botão Jogar da tela inicial e da maneira como são apresentados a fase e o nível no painel de pontuação – conforme trazidos pelas figuras 2, 3 e 4 (respectivamente das fases 1, 2 e 3). Com isso, uma nova versão do jogo foi criada para ser futuramente testada pelo público-alvo.

⁵https://drive.google.com/drive/folders/1_tIbBKnikrTIBC2NQpJaUBA-mkQa1zIN?usp=sharing

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Propiciar uma educação significativa a um estudante com DI é reconhecer o seu potencial para aprender, desenvolver suas habilidades intelectuais e integrar-se aos diversos meios da sociedade, independente de suas diferenças e necessidades educacionais. O PC pode ser um importante aliado para aprimorar as competências de estudantes com DI e auxiliar nos seus processos de ensino-aprendizagem. Ademais, possibilita a compreensão e o trabalho com atividades do dia a dia desses estudantes e é capaz de ampliar a visão sobre os ambientes e as atividades que o cercam.

Com vistas a isso, um JDE intitulado de “Pensar e Lavar” foi desenvolvido para promover o desenvolvimento do PC, tendo como temática uma AVD de todas as pessoas, que é o processo de lavagem de roupas. Esse tema demonstra a capacidade de interdisciplinaridade do PC com diversos segmentos da sociedade atual, além da Educação. O jogo tem como público-alvo crianças neurotípicas e com DI, no início do processo de alfabetização, que possuem conhecimentos básicos de leitura e aritmética.

Para tornar o jogo acessível, o processo de desenvolvimento foi fundamentado em diretrizes estabelecidas na literatura obtidas por meio de pesquisas sistemáticas e apoiado por *stakeholders* e profissionais especialistas nas áreas de Educação, Computação e AEE e DI. Assim, diretrizes direcionadas ao desenvolvimento de jogos para crianças e de acessibilidade embasaram a criação do jogo PeL. De modo que crianças neurotípicas e com DI possam interagir com o jogo e desenvolver ou aprimorar suas habilidades intelectuais por intermédio das competências que permeiam o PC.

Para validar um jogo é necessário a realização de avaliações que considerem diferentes aspectos, frente ao objetivo educacional, a acessibilidade e suas funcionalidades. Para isso, foi estabelecido que o jogo PeL seria avaliado por diferentes métodos e avaliadores. A primeira avaliação realizada consistiu em uma validação técnica das funcionalidades, *design* e interação. Ao total, 14 estudantes de Computação com conhecimentos na área de IHC realizaram a avaliação, respaldando os erros encontrados, suas dificuldades e percepções frente ao jogo. Vários pontos positivos foram elencados pelos *testers*, além de que os problemas encontrados por eles no jogo PeL foram solucionados e algumas sugestões de melhoria acatadas.

Uma segunda avaliação ocorreu com *stakeholders* e especialistas em Educação, AEE e em DI, que avaliaram o jogo em um grupo focal. Nessa etapa, sugestões foram elencadas pelos avaliadores para aprimorar a representação das tarefas do jogo, de modo que as crianças com DI tenham maior facilidade para associar os elementos da interface com a sua realidade doméstica; e ainda, aprenderem as habilidades intelectuais requeridas para realização dessas atividades abordadas em cada fase e nível. Um ponto de destaque mencionado pelos avaliadores, é o painel de configurações de níveis e fases, que permite adaptar o jogo com base nas necessidades educacionais de cada criança.

Por meio dos *feedbacks* fornecidos em ambas as avaliações realizadas, principalmente do ponto de vista de especialistas em AEE e DI, acredita-se que o jogo PeL poderá ser utilizado por crianças neurotípicas e com DI, que possuem conhecimentos básicos de leitura e aritmética. Com o intuito de validar essa perspectiva, a próxima avaliação ocorrerá com o público-alvo.

6.1 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro imediato, tem-se a realização avaliação com o público-alvo do jogo (crianças neurotípicas e com DI). Para tal já foram formalizadas parcerias com escolas e todos os cuidados éticos e termos de consentimento foram estabelecidos. Toda a avaliação será conduzida pelos educadores de modo que as crianças se sintam seguras em seu ambiente escolar. Também, posterior à avaliação com o público-alvo e consequente implementação de melhorias, o jogo será disponibilizado a duas especialistas – uma terapeuta ocupacional e uma professora de Matemática, para validação final. Os resultados obtidos serão futuramente divulgados em meios científicos.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 308395/2020-4 e 313398/2019-4, FAPESC/CNPq No.06/2016 projeto T.O. 2017TR1755-Ambientes Inteligentes Educacionais com Integração de Técnicas de Learning Analytics e de Gamificação, FAPESC/UEDESC No.04/2018 T.O 2019TR585, FAPESC 27/2020-Apoio à Infraestrutura para Grupos de Pesquisa da Udesc e ao Programa de Bolsas de pós-graduação da FAPESC (Edital 21/2021).

REFERÊNCIAS

- [1] BNCC. 2018. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf
- [2] CIEB Centro de Inovação para a Educação Brasileira. 2021. *Referências para construção do seu currículo em Tecnologia e Computação da Educação Básica*. Retrieved Novembro, 2021 from <https://curriculo.cieb.net.br/>
- [3] DSM. 2014. *DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Artmed Editora.
- [4] Taynara Cerigueli Dutra, Daniel Felipe, Isabela Gasparini, and Eleandro Maschio. 2021. Super ThinkWash: Um Jogo Digital Educacional inspirado na vida real para desenvolvimento do Pensamento Computacional em crianças. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 292–303.
- [5] Taynara Cerigueli Dutra, Daniel Felipe, Isabela Gasparini, and Eleandro Maschio. 2021. A Systematic Mapping of Guidelines for the Development of Accessible Digital Games to People with Disabilities. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience*, Margherita Antona and Constantine Stephanidis (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 53–70.
- [6] Taynara Cerigueli Dutra, Diego Feliipe Tondorf, Thiago A Zils, André EG Ferreira, Isabela Gasparini, Marcelo da Silva Hounsell, and Eleandro Maschio. 2021. Métodos de avaliação de IHC no contexto de Jogos Sérios Educacionais: Um Mapeamento Sistemático. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 564–575.
- [7] Carla Fisher. 2014. *Designing games for children: Developmental, usability, and design considerations for making games for kids*. CRC Press.
- [8] Carina S González-González, Erika Herrera-González, Lorenzo Moreno-Ruiz, Nuria Reyes-Alonso, Selene Hernández-Morales, María D Guzmán-Franco, and Alfonso Infante-Moro. 2019. Computational thinking and down syndrome: An exploratory study using the KIBO robot. In *Informatics*, Vol. 6. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 25.
- [9] Shuchi Grover and Roy Pea. 2013. Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher* 42, 1, 38–43.
- [10] Patricia da Silva Leite and Vinicius Godoy Mendonça. 2013. Diretrizes para game design de jogos educacionais. In *Proc. SBGames, Art Design Track*. 132–141.
- [11] Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias, Edgard Afonso Lamounier Jr, Alexandre Cardoso, Cleusa Aparecida de Oliveira Santos, and Márcia Arantes Buiatti Pacheco. 2012. VirtualMat: um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para alunos com Deficiência Mental. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 20, 2, 17.
- [12] Katie Larsen McClarty, Aline Orr, Peter M Frey, Robert P Dolan, Victoria Vassileva, and Aaron McVay. 2012. A literature review of gaming in education. *Gaming in education*, 1–35.
- [13] Michael J Muller, Jean Hallewell Haslwanter, and Tom Dayton. 1997. Participatory practices in the software lifecycle. In *Handbook of human-computer interaction*. Elsevier, 255–297.

- [14] Jakob Nielsen. 1994. *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- [15] Aimi Tanikawa de Oliveira, Barbara S Saddy, Daniel C Mograbi, and Cristina Lúcia Maia Coelho. 2015. Jogos eletrônicos na perspectiva da avaliação interativa: ferramenta de aprendizagem com alunos com deficiência intelectual. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana* 7, 3, 28–35.
- [16] Maria Saridaki and Constantinos Mourlas. 2011. Incorporating serious games in the classroom of students with intellectual disabilities and the role of the educator. In *2011 Third International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*. IEEE, 180–181.
- [17] SBC. 2017. Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica. <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>
- [18] Jesse Schell. 2010. *Arte de game design: o livro original*. Crc Press.
- [19] Liane Margarida Rockenbach Tarouco, Leticia Coelho Roland, Marie-Christine Julie Mascarenhas Fabre, and Mary Lúcia Pedroso Konrath. 2004. Jogos educacionais. *RENTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]*. Porto Alegre, RS.
- [20] Stavros Tsikinas and Stelios Xinogalos. 2020. Towards a serious games design framework for people with intellectual disability or autism spectrum disorder. *Education and Information Technologies* 25, 4, 3405–3423.
- [21] Matheus Vinicius Valenza, S Hounsell, I Gasparini, et al. 2018. Guidelines para Game Design de Jogos Sérios para Crianças. In *Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*.
- [22] Rosa Maria Vicari, Alvaro Freitas Moreira, and Paulo Fernando Blauth Menezes. 2018. Pensamento computacional: revisão bibliográfica. *Porto Alegre: UFRGS*.
- [23] Jeannette M Wing. 2014. Computational thinking benefits society. *40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing* 2014, 26.
- [24] Herik Zednik, Olga Takinami, Ronald Brasil, Selma Bessa Sales, and Sibere Araujo. 2019. Contribuições do Software Scratch para Aprendizagem de Crianças com Deficiência Intelectual. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, Vol. 25. 394–403.