

## **Pensar e Lavar: Processo de desenvolvimento e avaliação de um jogo digital educacional para promover o Pensamento Computacional para crianças neurotípicas e com Deficiência Intelectual**

**Title:** *Think and Wash: Development and evaluation process of an educational digital game to promote Computational Thinking for neurotypical and Intellectual Disabilities children*

**Título:** *Pensar y Lavar: Juego digital educativo para el desarrollo del Pensamiento Computacional para niños neurotípicos y con Discapacidad Intelectual*

Taynara Cerigueli Dutra  
UDESC/IFPR  
ORCID: 0000-0002-4744-566X  
taynara.dutra@ifpr.edu.br

Eleandro Maschio  
Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR)  
ORCID: 0000-0001-5910-9391  
eleandrom@utfpr.edu.br

Isabela Gasparini  
Universidade do Estado de  
Santa Catarina (UDESC)  
ORCID: 0000-0002-8094-9261  
isabela.gasparini@udesc.br

### **Resumo**

O Pensamento Computacional (PC) é uma competência necessária a todos para plena vivência na atual sociedade tecnológica. O PC pode ser promovido desde o início da alfabetização por meio de abordagens plugadas ou desplugadas. Os jogos digitais educacionais (JDE) se apresentam como possibilidade dinâmica e atrativa de promover o PC, principalmente para as crianças. As habilidades intelectuais promovidas pelo PC juntamente com os JDE são capazes de auxiliar pessoas com Deficiência Intelectual (DI) a aprimorar déficits cognitivos, desde que os jogos possuam recursos de acessibilidade para atender às necessidades específicas de interação desse público. Este artigo apresenta o processo de construção de um JDE acessível que objetiva promover o desenvolvimento do PC para crianças neurotípicas e com DI, que estejam no início do processo de alfabetização. Esse jogo foi intitulado Pensar e Lavar, pois tem como narrativa o processo de lavagem de roupas, em que os pilares do PC são intrinsecamente trabalhados em cada fase. O jogo teve seu processo de desenvolvimento baseado em diretrizes de acessibilidade, identificadas por pesquisas sistemáticas, e apoiado por especialistas das áreas de Educação, Atendimento Educacional Especializado e Pessoas com Deficiência. O jogo passou por quatro etapas de avaliação, incluindo a avaliação com o seu público-alvo, em que participaram 47 crianças neurotípicas e com DI. Como resultado, concluiu-se que o jogo foi acessível e detém o potencial de promover o PC para essas crianças.

**Palavras-chave:** Pensamento computacional; Jogo digital educacional; Deficiência Intelectual

### **Abstract**

Computational Thinking (CT) is a necessary skill for everyone to fully experience in today's technological society. CT can be promoted from early literacy through plug-in or unplugged approaches. Educational digital games (EDG) are a dynamic and attractive possibility to promote CT, especially for children. The intellectual skills promoted by the CT, together with the EDG, can help people with Intellectual Disabilities (ID) to improve cognitive deficits, as long as the games have accessibility features to meet this audience's specific needs of interaction. This article presents the construction process of an accessible EDG that aims to promote the development of CT for neurotypical and ID children who are at the beginning of the literacy process. This game was titled 'Pensar e Lavar', as its narrative is the process of washing clothes, in which the pillars of the CT are intrinsically worked on in each phase. Its development

*process was based on accessibility guidelines, identified by systematic research, and supported by specialists in Education, Specialized Educational Assistance, and People with Disabilities. The game underwent four evaluation stages, including evaluating with target audience, in which 47 neurotypical and ID children participated. As a result, we concluded that the game was accessible and had the potential to promote CP for these children.*

**Keywords:** *Computational thinking; Educational digital game; Intellectual disabilities*

## **Resumen**

*El Pensamiento Computacional (CP) es una habilidad necesaria para que todos experimenten plenamente en la sociedad tecnológica actual. La PC se puede promover desde la alfabetización temprana a través de enfoques de conexión o desconexión. Los juegos digitales educativos (EDG) son una posibilidad dinámica y atractiva para promover el CP, especialmente para los niños. Las habilidades intelectuales promovidas por el PC junto con el JDE son capaces de ayudar a las personas con Discapacidad Intelectual (DI) a mejorar los déficits cognitivos, siempre y cuando los juegos cuenten con características de accesibilidad para satisfacer las necesidades específicas de interacción de este público. Este artículo presenta el proceso de construcción de un JDE accesible que tiene como objetivo promover el desarrollo de la PC en niños neurotípicos y DI, que se encuentran en el inicio del proceso de alfabetización. Este juego se tituló Pensar e Lavar, pues su narrativa es el proceso de lavado de ropa, en el que se trabajan intrínsecamente los pilares de la PC en cada fase. El proceso de desarrollo del juego se basó en lineamientos de accesibilidad, identificados mediante investigaciones sistemáticas, y apoyados por especialistas en las áreas de Educación, Asistencia Educativa Especializada y Personas con Discapacidad. El juego pasó por cuatro etapas de evaluación, incluida la evaluación con su público objetivo, en la que participaron 47 niños neurotípicos y con DI. Como resultado, se concluyó que el juego era accesible y tiene el potencial de promocionar la PC entre estos niños.*

**Palabras clave:** *pensamiento computacional; Juego digital educativo; Discapacidad intelectual*

## 1 Introdução

No ano de 2022, a Base Nacional Comum Curricular apresentou um documento com normativas para o ensino da Computação na Educação Básica brasileira. Um dos eixos instituídos no documento é o Pensamento Computacional (PC), que deve ser aplicado desde os primeiros anos de formação das crianças (MEC, 2022). A inserção do Pensamento Computacional na Educação Básica é algo que se tem difundido em diversos países e é defendido por pesquisadores e educadores, por promover o desenvolvimento de competências que possibilitam aos estudantes adaptarem-se ao contexto informatizado da sociedade e relacionarem-se melhor com as tecnologias da informação atuais e o mundo do trabalho (Lima et al., 2022).

Promover o PC é possibilitar que os estudantes, desde os anos iniciais, sejam capazes de desenvolver habilidades intelectuais necessárias a todos os indivíduos, mas desenvolvidas principalmente por profissionais da área da Computação, como o raciocínio lógico e a resolução de problemas (Rodriguez et al., 2015). Desse modo, há um aumento gradativo no número de estudos sobre essa temática, que utilizam de abordagens plugadas e desplugadas. Uma das possibilidades de recurso plugado é o jogo digital, que pode ser empregado na promoção do PC e ainda promove ludicidade, dinamismo e atratividade; visto que já faz parte do cotidiano de crianças e adolescentes. Os jogos digitais educacionais (JDE) têm um propósito sério de ensinar ou abordar algum conteúdo, mas também, engajam e incentivam a inovação, a criatividade e a motivação das práticas pedagógicas e por isso, são importantes apoiadores da educação (Guarda & Goulart, 2018).

Ao adotar os JDE na promoção do PC, é necessário considerar o pluralismo da sala de aula, com os diferentes contextos de vida e as necessidades educacionais específicas de cada estudante. Para tanto, o JDE a ser empregado precisa conter elementos de acessibilidade, cumprindo com o seu objetivo de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem incluindo estudantes com diferentes necessidades, como é o caso de pessoas com Deficiência Intelectual (DI), que possuem limitações cognitivas e também adaptativas. Elas podem se beneficiar das habilidades cognitivas trabalhadas pelo PC e pelos JDE, mas, para isso, requerem que as metodologias e ferramentas educacionais sejam acessíveis.

Com o intuito propiciar o PC para crianças neurotípicas e com DI, que estejam no início do processo de alfabetização e tenham conhecimentos básicos de leitura e aritmética, desenvolveu-se um JDE intitulado Pensar e Lavar (PeL). O presente trabalho detalha o ciclo de vida desse jogo, desde a sua concepção até a avaliação. Para embasar a sua implementação, realizaram-se pesquisas bibliográficas e sistemáticas para identificar diretrizes de acessibilidade e desenvolvimento de jogos para crianças. Também, durante todo o processo foram realizadas sessões de *brainstorming* com especialistas e *stakeholders* das áreas de Computação, Educação, Atendimento Educacional Especializado (AEE) e DI. Após implementado, realizaram-se quatro etapas para avaliação do jogo: os testes funcionais com estudantes da Computação, validação com especialistas em Educação e Pessoas com Deficiência (PcD), avaliação com crianças neurotípicas e com DI e entrevistas com especialistas. Depois desta introdução, a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando os principais conceitos que conduziram o trabalho. A Seção 3 destaca os trabalhos relacionados, a Seção 4 detalha o processo de desenvolvimento do jogo, a Seção 5 descreve a avaliação do jogo e a Seção 6 apresenta a conclusão do trabalho.

## 2 Fundamentação teórica

Ensinar fundamentos da Computação na Educação Básica não é relativamente recente, pois desde a década de 80, Papert defendia o uso da linguagem LOGO para mediar as interações entre o estudante e a máquina de computar, em que o aprendizado seria resultante dessa interação (Kaminski et al., 2021). O PC compete à abstração de um problema em um nível mais alto da Computação, pois une o pensamento crítico, o trabalho colaborativo, a interdisciplinaridade entre áreas do conhecimento, a criatividade e a capacidade de expressão humana para a resolução de problemas (Brackmann, 2017).

Na literatura, não há uma única definição para o PC. De acordo com Wing (2006) – pesquisadora referência nesse tema –, o PC é o modo de construir o pensamento visando à resolução de problemas, baseado em conceitos da Ciência da Computação. A autora também defende que as habilidades do PC deveriam ser aprendidas por todos, assim como a leitura, a escrita e a aritmética, não sendo exclusiva aos profissionais da tecnologia da informação (TI).

Para a Sociedade Brasileira de Computação, que atuou massivamente a fim de tornar realidade o ensino da Computação na Educação Básica em complemento à BNCC (MEC, 2022), o PC é a organização do pensamento para compreender, definir, modelar, comparar, solucionar e automatizar problemas através de algoritmos (SBC, 2017). Também, é considerado a capacidade de, um humano ou de uma máquina, executar uma sequência de passos para resolver os mais diversos problemas com criatividade, criticidade e estratégias, bem como as habilidades cognitivas necessárias para tal (Brackmann, 2017).

O PC é constituído de quatro pilares: Abstração, Decomposição, Reconhecimento de Padrões e Algoritmos (Brackmann, 2017). Ao abstrair, identifica-se o que é relevante para a solução e descarta-se o que for irrelevante. O pilar de decomposição representa a divisão de um problema em partes, de maneira que seja melhor compreendido (e, mais facilmente, solucionado), visto que analisar partes menores torna-se mais fácil. Ao focar nos subproblemas, pode-se reconhecer os padrões existentes e/ou encontrar aqueles que já foram empregados como solução antes. O algoritmo é a sequência de passos para executar uma tarefa ou pode-se referir a um plano, uma estratégia ou um conjunto de instruções para a solucionar o problema (Brackmann, 2017).

Há diversos movimentos para a inclusão do ensino de PC na Educação Básica, pois a integração dos conhecimentos propicia benefícios aos estudantes, como aprimoramento do raciocínio lógico, da capacidade de dedução e de resolução de problemas e, com isso, ocorre um maior desenvolvimento de habilidades intelectuais nas crianças e adolescentes (França et al., 2012). Ao empregar a abordagem plugada são possibilidades: a robótica, a programação e os jogos digitais (Vicari et al., 2018).

Os JDE são jogos digitais, que possuem um propósito pedagógico e auxiliam no processo de ensino-aprendizagem por meio da motivação, entretenimento, recreação e dinamismo (Gomes et al., 2015). Eles reforçam o desenvolvimento de importantes habilidades para a formação de estruturas cognitivas necessárias à utilização de outras tecnologias empregadas no cotidiano (Cheiran, 2013). Ao unir o PC e os JDE, os benefícios podem ser ampliados a todos os estudantes, desde que os jogos sejam adequados às suas necessidades educacionais específicas e disponham de acessibilidade. Um jogo acessível permite que uma pessoa consiga jogar, apesar de alguma condição restritiva causada por limitações ou deficiências (IGDA Game Accessibility, 2004).

A Deficiência Intelectual (DI) é “uma condição caracterizada por limitações significativas tanto no funcionamento intelectual quanto no comportamento adaptativo (habilidades conceituais, sociais e práticas), que se origina antes dos 22 anos” (AAIDD, 2018). Os déficits apresentados por pessoas com DI podem ser aprimorados pela combinação do PC e JDE, como é o caso do raciocínio lógico, abstração, resolução de problemas, generalização e planejamento estratégico (Costa et al., 2016). Além disso, os jogos promovem a participação ativa e inclusiva do estudante no seu processo de ensino-aprendizagem.

## 2.1 Diretrizes para desenvolvimento de JDE

As tecnologias são capazes de promover a melhoria da qualidade de vida de PcD, desde que promovam a igualdade de oportunidades e uma boa experiência de uso. No que tange à DI, há uma pluralidade de déficits e modos os quais a deficiência se apresenta, assim as rupturas na interação e jogabilidade podem estar relacionadas às habilidades de memória, comunicação, aprendizado e raciocínio (Cheiran, 2013).

Para permitir que PcD – em específico, aquelas com DI – tenham acesso e consigam utilizar os JDE com autonomia e segurança, o processo de desenvolvimento desse recurso educacional precisa seguir diretrizes de acessibilidade que promoverão a percepção, entendimento, navegação, exploração, interação e aprendizado dos jogadores, independente de suas capacidades (Malheiro et al., 2020). A acessibilidade em jogos não se limita a questões de programação, mas também a diversos elementos de *design*, *hardware*, ambiente, plataforma de jogo, entre outros, que garantem que a experiência do usuário seja adequada às suas condições físicas e intelectuais (Malheiro et al., 2020).

Com o objetivo de identificar quais são as diretrizes, ou seja, as recomendações que guiam a tomada de decisão de um produto/recurso, que existem de acessibilidade para jogos, realizou-se uma pesquisa bibliográfica (Dutra, Felipe et al., 2021a) e um mapeamento sistemático da literatura (MSL) (Dutra, Felipe et al., 2021b). O MSL foi fundamentado no processo de pesquisa sistemática descrito por Petersen et al. (2008), no qual foram estabelecidas as questões e a *string* de pesquisa; realizou-se busca nos mecanismos ACM, IEEE Xplore e Web of Science; e selecionaram-se os artigos, filtrando-os nos critérios de inclusão e exclusão. Em seguida, os trabalhos resultantes direcionados à DI foram lidos e as diretrizes extraídas e classificadas. Assim, esse MSL teve como objetivo identificar as diretrizes disponíveis na literatura para desenvolver jogos digitais acessíveis para PcD, verificar para quais deficiências essas diretrizes eram orientadas, quais os tipos de jogos que atendiam e qual a faixa etária envolvida. Como resultados, obtiveram-se 44 trabalhos que apresentaram diretrizes para desenvolvimento de jogos para PcD, em maior número para a deficiência visual e em seguida, a deficiência cognitiva – compreendida como sinônimo da DI. Os resultados também foram classificados quanto ao propósito do jogo – casuais ou jogos sérios, esse último em maior número. Também foi analisada a relação das diretrizes e as faixas etárias do público investigado, que em grande parte, não foi especificado.

Devido ao propósito do presente trabalho, realizou-se uma análise aprofundada em diretrizes destinadas a jogos para pessoas com DI. Foi possível observar que as diretrizes foram estabelecidas pelos autores com base em pesquisas bibliográficas ou como consequência de um processo de desenvolvimento e avaliação de um jogo. Desse modo, as diretrizes com maior incidência nos trabalhos resultantes foram extraídas e elencadas, podendo ser consultadas em (Dutra, Felipe

et al., 2021b). Dessas diretrizes obtidas, dá-se destaque à necessidade da realização do *Design Participativo*, para incluir os usuários PcD no processo de levantamento de requisitos, validação e avaliação do jogo. Também, constatou-se que a grande maioria dos jogos voltados a pessoas com DI eram jogos sérios, que podem ser um meio de treinamento de novas habilidades cognitivas e aprimoramento de déficits como distúrbios perceptivos, pensamento conceitual, atenção, concentração e memória (Lanyi et al., 2012).

O jogo PeL tem como público pretendido as crianças neurotípicas e com DI, assim ainda era necessário identificar diretrizes para o desenvolvimento de jogos para crianças, as quais foram baseadas em dois trabalhos: Valenza et al. (2018) e Fisher (2014). A partir desse referencial, foram elencadas diretrizes consideradas importantes ao PeL, como exemplos tem-se: evitar ações complexas, utilizar elementos com tamanhos grandes, esconder funcionalidades de nível avançado, uso de fontes fáceis, empregar ícones para facilitar a compreensão, preferir a identificação à recordação, evitar excesso de texto, empregar personagens de interação, entre outras.

### 3 Trabalhos relacionados

Há inúmeros trabalhos na literatura que abordam o PC para crianças com o emprego de diferentes abordagens. Entretanto, há uma lacuna no que tange a públicos minoritários, como crianças com DI. Sendo assim, não se encontrou trabalhos específicos com a interconexão dos temas PC, JDE e DI. Como trabalhos relacionados, elencaram-se aqueles que se assemelhavam ao objetivo do PeL.

O VirtualMat é um jogo de realidade virtual destinado a pessoas com DI, e tem como narrativa uma atividade da vida diária (AVD) por meio da representação de uma cidade com casas e supermercado (Malaquias et al., 2012). O jogador tem como propósito preparar listas de compras, ir até o supermercado adquirir os produtos e organizar as compras. Com isso, o jogo pretende trabalhar habilidades necessárias à matemática, como habilidades de classificação, discriminação, ordenação, sequenciamento e ainda a atenção, abstração, memória, criatividade, concentração e percepção. Para validação, o jogo foi testado por dois especialistas em Educação Especial, que o julgaram apto para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da matemática a estudantes com DI. Também, foi avaliado junto a estudantes com DI participantes do AEE, com idades entre 11 e 22 anos. Com base em todos os resultados, considerou-se o VirtualMat uma importante ferramenta para a educação de crianças e jovens com DI, contribuindo com a obtenção do conhecimento de conceitos lógico-matemáticos. Os autores ressaltam que a aplicação do jogo a estudantes requer de um educador mediador para realizar as intervenções necessárias e, assim, promover melhor associação e compreensão por parte dos jogadores.

Uma das estratégias mais adotadas para promover o PC para crianças é pela programação em blocos com Scratch. O trabalho de Zednik et al. (2019) apresenta o relato de experiência da promoção do PC para estudantes com DI, utilizando dessa ferramenta para a criação de jogos, nas salas do AEE. Os jogos desenvolvidos pretendiam auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e favorecer o desenvolvimento motor e cognitivo, com base nas preferências de temas e interesses de cada estudante e, ainda, considerou as competências e dificuldades. Participaram dessas atividades, 14 estudantes com DI de idades entre 7 e 14 anos. Os resultados observados pelos pesquisadores, constaram maior participação e integração das crianças e que os jogos favoreceram o desenvolvimento de habilidades, como atenção, participação, concentração, percepção e

memória. Ainda de acordo com os autores, as atividades desenvolvidas com estudantes com DI precisam de sistematização e regularidade, para facilitar o processo de neuroplasticidade cerebral e possibilitar que os estudantes respondam de maneira positiva aos novos estímulos, possibilitando o aprendizado de acordo suas limitações.

Outra possibilidade de desenvolver o PC com crianças utilizando recursos plugados, é por meio da robótica. Conforme apresentado em um estudo realizado por González-González et al. (2019). Nesse trabalho, os autores relatam o ensino da programação para pessoas com Síndrome de Down (SD), sendo abrangida pela DI, por meio da plataforma robótica Kibo. A experiência foi realizada em uma associação de pessoas com SD, durante 5 semanas, em que participaram sete crianças com idades entre 7 e 19 anos, porém com idades cognitivas entre 3 e 6 anos. Para essa atividade, estabeleceram-se tarefas a serem realizadas por meio da programação dos blocos tangíveis do robô e as crianças foram avaliadas por meio da observação e coleta de dados qualitativos, como emoções, atitudes e habilidades de programação apresentadas pelos estudantes durante as sessões. Ao final, concluiu-se que o Kibo é capaz de promover o aprendizado de conceitos iniciais da programação e do PC a estudantes com SD; ainda, seis dos sete participantes obtiveram resultados promissores no desenvolvimento de habilidades lógico-matemáticas.

O jogo Pensar e Lavar proposto neste artigo apresenta como diferencial a concepção de um jogo voltado para crianças neurotípicas e com DI. Além disso, o processo de desenvolvimento contou com diversos especialistas e a avaliação com a participação do público-alvo. Na próxima seção o jogo é detalhado.

## 4 JDE para o desenvolvimento do PC em crianças neurotípicas e com DI

Com o intuito de promover o PC para crianças neurotípicas e com DI, objetivou-se criar um JDE acessível, que tem como temática uma AVD – o processo de lavagem de roupas, em que os pilares do PC fossem abordados, subdividindo-se nas fases e níveis. Esse jogo foi intitulado Pensar e Lavar.

### 4.1 O jogo Pensar e Lavar

O desenvolvimento do jogo Pensar e Lavar (PeL) passou pelas quatro atividades fundamentais descritas por Sommerville (2021): especificação do software, projeto e implementação, validação e evolução. Para a especificação do jogo, foram inicialmente realizadas pesquisas bibliográficas para maior compreensão dos temas: PC, JDE e DI e para identificar como esses poderiam ser alinhados no desenvolvimento de um jogo digital acessível. Ainda, foram realizadas sessões de *brainstorming* unindo a equipe de desenvolvimento multidisciplinar do jogo – dois pesquisadores seniores, um especialista em IHC e outro em PC, uma mestrande e autora, e dois graduandos, sendo que um deles participou apenas da primeira versão do jogo; todos da área da Computação – com especialistas das áreas de Educação Matemática, Pedagogia, AEE, Terapia Ocupacional e *stakeholders*, como é o caso da mãe de uma criança com DI.

O jogo foi desenvolvido em duas versões. Em sua primeira versão, chamava-se *Super Thinkwash* (STW) (Felipe, 2021). O jogo STW visava promover o PC para crianças neurotípicas do Ensino Fundamental I com idades entre 6 e 10 anos, não contemplava elementos de

acessibilidade, continha três fases com um único nível de dificuldade e possuía a mesma temática, a lavagem de roupas.

Para a segunda versão, idealizou-se um novo jogo baseado no STW, o PeL. Esse jogo contaria elementos de acessibilidade para promover o PC a crianças neurotípicas e com DI que estejam no início do seu processo de alfabetização com conhecimentos básicos de leitura e aritmética. Seu objetivo de aprendizagem é, inerentemente, auxiliar tais crianças a desenvolverem suas habilidades intelectuais, enquanto essas realizam as atividades abordadas no jogo. A narrativa permaneceu com a temática do processo de lavagem de roupas e as tarefas que o constituem, com novos níveis adicionados. Tais tarefas referem-se à necessidade de separar as peças limpas das sujas, coloridas, pretas e brancas (Fase 1), lavar e secar as roupas (Fase 2) e, por fim, guardar as peças de roupas limpas (Fase 3). Assim, o jogo constitui-se de três fases com quatro níveis de dificuldade: nível de aprendizagem, fácil, médio e difícil.

O desenvolvimento do jogo PeL seguiu o processo apresentado na Figura 1. A partir do STW, deu-se início à etapa de especificação, em que o novo jogo foi estabelecido e elencaram-se os requisitos, sendo classificados em requisitos obrigatórios e desejáveis. Na etapa seguinte, no *Game Design*, definiram-se os elementos constituintes do jogo e as decisões tomadas foram documentadas no *Game Design Document*. Com isso, deu-se início à etapa de projeto e implementação (Sommerville, 2021), em que inicialmente, as telas de todos os níveis foram prototipadas para validação e início da implementação. Como pode ser observado na figura ilustrativa do processo, todas as fases da especificação, como também de projeto e implementação, receberam o apoio do grupo de especialistas citados anteriormente. Por meio de sessões de *brainstorming*, as ideias, requisitos, prototipação e implementação foram discutidas e validadas. Seguidamente, iniciou-se a etapa de validação (Sommerville, 2021), por meio da realização dos testes funcionais com estudantes da graduação e mestrado em Computação. Com os erros encontrados e melhorias promovidas, ocorreu a avaliação seguinte com o público-alvo desse jogo – crianças neurotípicas e com DI –, em que a sua realização foi fundamentada por uma pesquisa sistemática. A última avaliação feita foi uma entrevista com duas especialistas – professora de matemática e terapeuta ocupacional. Os dados qualitativos e quantitativos extraídos das avaliações foram compilados e analisados.

## 4.2 Especificação do jogo PeL

A definição dos requisitos do jogo PeL herdou vários requisitos do STW e alguns novos foram adicionados. Eles foram classificados em requisitos obrigatórios, requisitos desejáveis e restrições, em que todos foram provenientes das pesquisas bibliográfica e sistemática sobre diretrizes, bem como das sessões com as especialistas. Os requisitos são apresentados na Tabela 1.

Com os requisitos definidos, iniciou-se o *Game Design* (GD) – a fase do processo de desenvolvimento em que se definem os elementos e informações constituintes do jogo –, e o *Game Design Document*, em que as decisões foram documentadas. Como não há uma única maneira de realizar o GD de um jogo, o GD do PeL fundamentou-se no Pentágono Elementar apresentado no trabalho de Leite e Mendonça (2013), que se constitui de cinco elementos necessários para o desenvolvimento de um JDE, sendo eles: Estética, História, Mecânicas, Tecnologias e Aprendizagem. Ressalta-se que as decisões tomadas para cada um desses elementos foram fundamentadas nas diretrizes do MSL realizado (Dutra, Felipe et al., 2021b) e, também, pelas diretrizes sugeridas



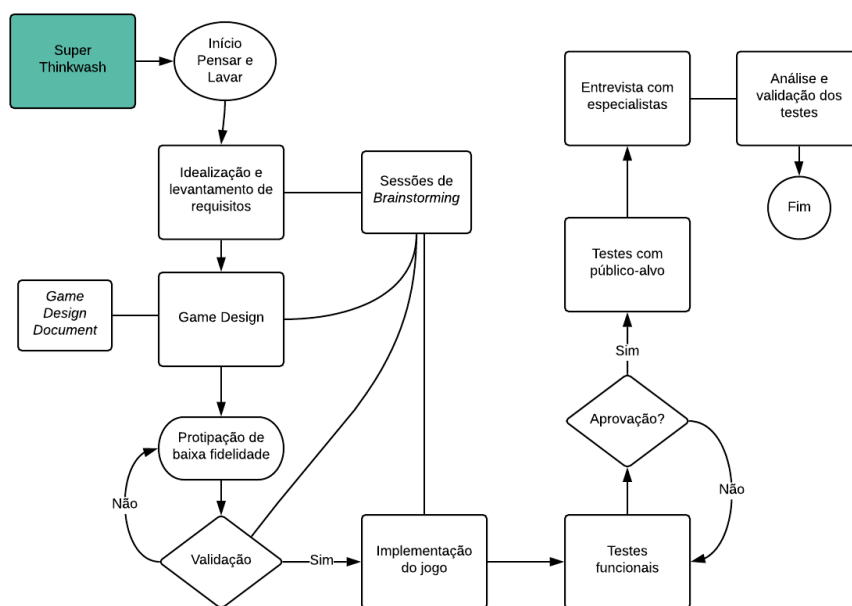


Figura 1: Processo de desenvolvimento do jogo PeL.

por Valenza et al. (2018) e Fisher (2014) para desenvolvimento de jogos para crianças.

No quesito Estética do PeL, o cenário empregado remete-se à temática do jogo, o processo de lavagem de roupas. Desse modo, os elementos disponíveis na interface representam a lavanderia de uma casa, são lúdicos, coloridos e infantilizados, por conta do jogo ser direcionado a crianças. Empregou-se uma fácil navegação entre as telas (botões de próximo, voltar e “X” para fechar), interface simples e intuitiva, prevalência de recursos visuais e sonoros (ao invés de textos) e elementos eficientes de interação com tamanhos e espaçamentos maiores. Ao exibir textos, como na tela em que requer o nome do jogador, ou mesmo das telas de *feedback* após vencer, ou perder, o nível, utilizou-se de linguagem simples com frases curtas e claras comuns ao entendimento de crianças. Também, todas as palavras são maiúsculas, pois as crianças deverão estar no início do seu processo de alfabetização. Ademais, têm-se os ícones padronizados para apresentação ou complementação de informações, todas as telas seguem o mesmo modelo de cores e disposição dos elementos ao longo do jogo, isso evita possíveis confusões mentais ao jogador. As telas foram desenvolvidas utilizando recursos gratuitos disponíveis na plataforma Freepik<sup>1</sup>.

O jogo PeL tem como temática o processo de lavagem de roupas e as atividades que o compõem. Portanto, a História do jogo representa a execução dessas atividades, conforme o jogador passa de nível e fase. Ao vencer todos os níveis e encerrar o jogo, objetiva-se que o jogador além de ter exercitado as habilidades do PC, também tenha adquirido a compreensão dessa AVD.

No que tange ao quesito Mecânica, o jogo embasa-se no recurso de “arrastar e soltar” (do inglês, *drag and drop*). No PeL, caso o objeto seja colocado no local incorreto, ele retorna à sua origem. A interação com o PeL ocorre por meio do *mouse* ou com o uso do dedo (em telas *touch*

<sup>1</sup><https://br.freepik.com/>

Tabela 1: Requisitos do PeL.

Requisitos obrigatórios	Requisitos desejáveis	Restrições
Ser um auxiliador no desenvolvimento dos fundamentos do PC (STW)	Estar disponível via web	Não quantificar tempo
Abordar os quatro pilares do PC (STW)	Fornecer relatórios de desempenho do jogador	
Ser um JDE (STW)		
Representar a AVD de lavagem de roupa em um ambiente lúdico (STW)		
Ter como modo de interatividade <i>single-player</i> (STW)		
<i>Offline</i> (STW)		
Dimensionalidade 2D e executar na plataforma <i>desktop</i> (STW)		
Disponer como mecanismo principal de interação a mecânica “arrastar e soltar” (STW)		
Fornecer <i>feedback</i> visual e sonoro (STW)		
Ser motivador e engajante		
Ter como público as crianças neurotípicas e com DI, que possuam habilidades básicas de leitura e aritmética e estejam no início do processo de alfabetização		
Aplicar requisitos de acessibilidade para crianças com DI		
Empregar requisitos para desenvolvimento de jogos para crianças		
Permitir a configuração das fases e níveis do jogo		
Incluir múltiplos avatares de crianças		
Constituir-se de três fases com quatro níveis de dificuldade		

*chscreen*). Ressalta-se que todos os movimentos de arrastar e soltar do jogo são curtos, pelo fato de que, crianças podem apresentar dificuldades em executar movimentos longos e contínuos em interfaces digitais. O PeL também possui mecânicas de *feedback* para auxiliar o jogador na realização das tarefas. O *feedback* é tanto visual quanto sonoro, e reflete a realização de ações corretas ou incorretas. Também, é fornecido *feedback* ao final de cada fase ou nível para informar a situação do jogador: se passou ou perdeu o nível, ou então, se venceu o jogo. Todos os mecanismos de *feedback* visam à positividade ao transmitir a informação, de modo a não promover a frustração ou a desmotivação do jogador. Ainda, há mecânicas de vitória ou de perda do jogo, que se constituem na contabilização dos acertos ou erros durante os níveis. A cada ação correta, o jogador ganha uma vida e, ao completar todas, progredirá. Porém, se o jogador perder todas as suas vidas, o nível é encerrado e o jogador é incentivado a jogar novamente. Sobre as mecânicas das fases e níveis, em cada fase o jogador poderá progredir para um nível de maior dificuldade, de maneira a manter o fluxo (*flow*) do jogo. Assim, o desafio torna-se contínuo conforme os jogadores desenvolvem novas habilidades.

Acerca da Tecnologia, empregou-se o Unity como *game engine*, motivado pela licença livre para jogos sem fins lucrativos e pelo suporte à linguagem de programação C#. Possibilita a criação de cenas, ambientes e elementos, tanto visuais como sonoros, e funcionalidades úteis, como arrastar e soltar. Além disso, o jogo pode ser desenvolvido para os sistemas operacionais Windows, macOS e Linux.

A principal diferença de um JDE, em comparação aos demais jogos digitais, é o seu obje-

tivo primário ser educativo. O PeL é um JDE e o seu requisito de Aprendizagem é a promoção do PC por meio de seus pilares, 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, isso não exige a necessidade dos demais para a realização da tarefa. Pelas habilidades intelectuais necessárias ao promover o PC, o estudante também poderá desenvolver outras habilidades como o raciocínio lógico e crítico, a resolução de problemas, a capacidade de abstração, entre outros. Também, uma das fases emprega conceitos básicos matemáticos, permitindo a interdisciplinaridade do PC com a Matemática, conforme defendido pela (BNCC, 2018). Além do mais, o conteúdo do jogo retrata uma AVD, viabilizando à criança neurotípica e com DI maior compreensão do meio e cotidiano familiar.

### 4.3 Projeto e implementação do jogo PeL

Após as definições sobre o desenvolvimento do PeL na etapa de GD, o jogo foi prototipado em baixa fidelidade. As prototipações foram validadas junto ao grupo de especialistas e deu-se início à implementação do jogo, com a inclusão de novos níveis, novas formas de fornecer instruções e *feedback*, a possibilidade de configurar a jogabilidade conforme as individualidades de cada criança e elementos de acessibilidade para crianças neurotípicas e com DI.

Desse modo, o jogo PeL contém como estrutura e *flow*: as telas iniciais, em que o jogador acessa o jogo, escolhe seu avatar, acessa o menu de fases para selecionar a fase que deseja iniciar ou também há a possibilidade de acessar a tela de configuração de fases e níveis. Após dar início, o jogador progredirá pelas respectivas fases e níveis selecionados. As telas de *feedback* também fazem parte do jogo. A seguir, a estrutura completa do jogo será detalhada.

A primeira tela apresentada ao jogador é a tela inicial, conforme apresentada na Figura 2 (a). Nela, o jogador poderá clicar em “jogar” para iniciar o jogo, clicar em “sair”, acessar a tela de créditos ou ativar/desativar o fundo sonoro do jogo. Ao clicar em “jogar”, o jogador é redirecionado para a tela de escolha dos personagens, em que ele deve fornecer seu nome e em seguida, escolher um avatar. Ao clicar na flecha para avançar, uma mensagem é emitida convidando a criança a jogar.



Figura 2: Tela inicial do PeL (a) e Menu de Fases (b).

A tela a seguir é a de menu de fases, apresentada na Figura 2 (b). Nessa tela, as três fases que constituem o jogo são apresentadas pelas elipses, que contêm uma imagem representativa da atividade do processo de roupas a ser desenvolvida pelo jogador em cada uma, como exemplo, a

Fase 2 representa a sequência de lavagem das roupas. Desse modo, o jogador pode clicar sobre uma das elipses e iniciar por qualquer fase do jogo, progredindo a partir da fase escolhida. O jogador também poderá voltar à tela anterior ou, então, retornar à tela inicial. Outro recurso disponível é o acesso à tela de configuração de fases e níveis por meio do botão de engrenagem situado no canto inferior direito.

A tela de configuração de fases e níveis é um importante recurso do PeL, principalmente para as crianças com DI. Essa funcionalidade é proveniente das sessões de *brainstorming* com as especialistas e baseada nas diretrizes de desenvolvimento de jogos para crianças e de acessibilidade. Essa funcionalidade é destinada ao educador mediador da interação, o qual deve realizar a configuração das fases e níveis que a criança jogará conforme as suas necessidades educacionais. Igualmente, deve definir a forma de progressão, por fase ou por nível, determinando o seu objetivo educacional com o emprego do jogo. Ao progredir por fase, o foco está no desenvolvimento ou aprimoramento das habilidades intelectuais relacionadas ao PC, em que o jogador aprenderá uma determinada habilidade, treinando-a ao longo dos níveis. Assim, ao estabelecer a progressão por fases, o jogador avançará por todos os níveis daquela determinada fase – os níveis escolhidos – e, ao finalizar, avançará para a próxima fase. As formas de progressão podem ser visualizadas na Figura 3.

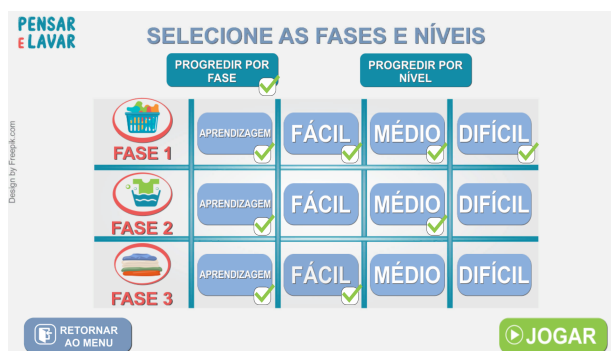


Figura 3: Tela de configuração de fases e níveis do PeL.

Há duas possibilidades de acesso ao jogo: pelo menu de fases, que permite acesso rápido ao início do jogo e é destinada a crianças neurotípicas com facilidade na compreensão das atividades a serem executadas; e pela tela de configuração de fases e níveis, a qual é indicada para o educador que analisará as fases e níveis adequados.

O jogo PeL é constituído de três fases com quatro níveis cada. O nível de aprendizagem e os níveis fácil, médio e difícil. O nível de aprendizagem possui peculiaridades se comparado aos demais. Esse nível é uma das indicações das especialistas, que defenderam a necessidade de um nível em que o jogador pudesse compreender o que precisa ser feito, sem ser penalizado (perder vidas). Essa ideia também é defendida pela aprendizagem sem erros, que tem como pressuposto utilizar instrumentos de ensino que não penalizam o estudante ao realizar uma ação incorreta e auxiliem-no a compreender quais são os requisitos necessários para atingir a aprendizagem (Kato & Maranhão, 2012). Para isso, criou-se o nível de aprendizagem em que o jogador não perde vidas ao realizar ações incorretas, ele é apenas informado. Por intermédio de setas, o jogo sugere as ações corretas que o jogador deve realizar. Também, esse nível conta com *feedback* diferente dos demais níveis, em que são empregados *emoticons* para tornar o repasse da informação mais

sútil e para que o jogador tenha um elemento adicional de identificação das diferenças entre os níveis.

No que tange às fases e níveis do jogo, há três fases. A Fase 1 aborda a tarefa de separação das peças de roupa. Nessa fase o jogador deve adicionar as peças de roupa disponíveis no cenário ao(s) respectivo(s) cesto(s) de roupa, observando o padrão determinado. Essa fase emprega como pilar primário o Reconhecimento de Padrões. A seguir, são detalhados cada um dos níveis dessa fase.

- **Nível de aprendizagem:** No cenário, encontram-se peças de roupas limpas e sujas, que devem ser adicionadas ao único cesto presente para roupas sujas. Neste nível, setas auxiliam o jogador indicando os elementos de interação. Quando o jogador adicionar uma peça de roupa suja ao cesto, ele ganhará um *check* verde no painel de pontuação, além de *feedback* visual e sonoro indicando a ação correta. O nível de aprendizagem da Fase 1 é apresentado na Figura 4 (a).



Figura 4: Tela Fase 1 nível de Aprendizagem (a) e Fácil (b).

- **Nível fácil:** No cenário há peças de roupas limpas e sujas dispostas em cabides e somente um cesto de roupa, em que se deve adicionar as roupas sujas. O objetivo do jogador é identificar quais as peças de roupas corretas (somente as sujas) que devem ser incluídas no cesto. A Figura 4 (b) apresenta o nível fácil da Fase 1;
- **Nível médio:** No cenário estão dispostas peças de roupas coloridas e brancas, tanto sujas quanto limpas, e dois cestos de roupas, com os padrões de brancas e coloridas. Assim, o propósito do jogador nesse nível é adicionar somente as roupas sujas nos seus respectivos cestos. A Figura 5 (a) apresenta o nível médio da Fase 1;
- **Nível difícil:** Há três padrões de roupas e consequentemente três cestos, sendo apresentadas peças de roupas pretas, brancas e coloridas tanto limpas quanto sujas. Com isso, o jogador necessita verificar o padrão da peça de roupa e adicionar ao seu respectivo cesto. A Figura 5 (b) apresenta o nível difícil da Fase 1.

A Fase 2 apresenta o passo a passo para a lavagem de roupas. Dessa maneira, é requerida a execução da sequência de instruções para que, de fato, a roupa seja lavada, o que envolve 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. Os níveis dessa fase são explanados a seguir.

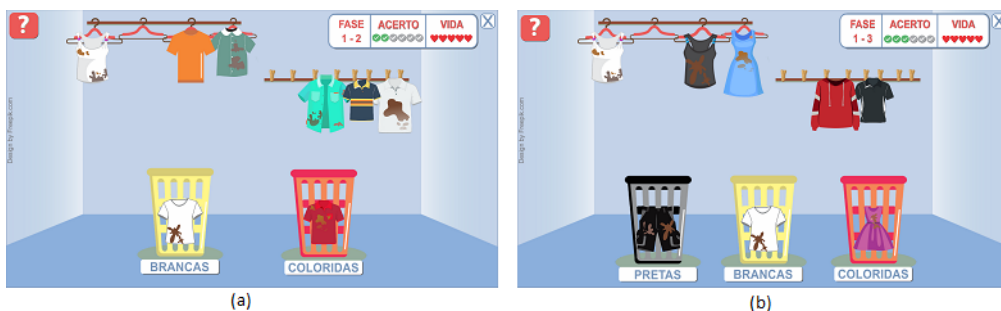


Figura 5: Tela Fase 1 níveis Médio (a) e Difícil (b).

- Nível de aprendizagem:** O jogador precisa retirar as peças de roupas sujas do cesto e colocá-las na máquina de lavar, adicionar os produtos de limpeza e então ligar a máquina. Para auxiliar o jogador na sua interação, o jogo neste nível de aprendizagem apresenta setas que indicam as possíveis ações do jogador para que ele obtenha o sucesso e consiga completar a atividade. A Figura 6 (a) apresenta o nível de aprendizagem da Fase 2;



Figura 6: Tela Fase 2 nível de Aprendizagem (a) e Fácil (b).

- Nível fácil:** 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. Em seguida, ele deve adicionar os produtos de limpeza (sabão e amaciante) e clicar no botão de ligar da máquina. Sempre que realizar uma ação correta, o jogador receberá *feedback* visual e sonoro positivo, além de um *check* no painel de pontuação. A Figura 6 (b) apresenta o nível fácil da Fase 2;
- Nível médio:** Assim como na Fase 1, nível médio, o jogador deve selecionar as roupas brancas e coloridas sujas. Neste nível, é necessário que o jogador informe qual dos cestos deseja lavar, entre essas duas opções, conforme Figura 7 (acima). Em seguida, o jogador deve adicionar as peças sujas na máquina de lavar, adicionar os produtos de limpeza e clicar no botão de ligar. Após a lavagem das roupas, essas devem ser estendidas. Ao cumprir a tarefa, o jogador terá completado todos os *checks* e vencerá o nível. A Figura 7 apresenta o nível médio da Fase 2;
- Nível difícil:** Três cestos de roupas sujas são apresentados ao jogador: o cesto com roupas brancas, o cesto com roupas pretas e o cesto com roupas coloridas. O jogador deve informar com qual tipo de roupa deseja jogar neste nível, conforme Figura 8. Desse modo, o jogador deve, respectivamente, adicionar as peças de roupas sujas à máquina de lavar, adicionar



Figura 7: Tela Fase 2 nível Médio.

produtos de limpeza e ligar a máquina. Ao finalizar a lavagem, colocar as roupas para secar e, por fim, guardá-las no armário de roupas limpas. Ao completar essa sequência, o jogador terá obtido todos os *checks* e vencerá o nível. A Figura 8 apresenta o nível difícil da Fase 2.

A Fase 3, como última fase, representa a tarefa final da lavagem de roupas, em que as peças já estão limpas e devem ser guardadas. Com o intuito de aliar-se aos conteúdos básicos da Matemática, as gavetas possuem uma capacidade e as peças de roupas possuem valores atribuídos de acordo com o seu tamanho. Desse modo, as peças devem ser adicionadas às gavetas conforme a sua capacidade. O jogador deve identificar o problema e decompor em subproblemas, sendo a capacidade de cada gaveta e a quantidade de roupas possíveis de serem adicionadas, e então, propor a solução observando o valor atribuído às roupas e como essas podem ser guardadas nas gavetas. Portanto, o pilar primário do PC abordado é a Decomposição.

- **Nível de aprendizagem:** Este nível possui duas gavetas com a capacidade de 4 cada um. Cada peça de roupa limpa a ser guardada possui um valor de 2. Dessa maneira, cada gaveta comportará duas peças de roupa. As setas indicam à criança as possíveis interações no jogo, para que ela consiga compreender as ações que deve realizar e as reproduza nos próximos níveis desta fase. A Figura 9 (a) apresenta o nível de aprendizagem da Fase 3;
- **Nível fácil:** O nível fácil conta com duas gavetas que possuem a capacidade de 4 cada uma. Todas as peças de roupas apresentadas, serão roupas de tamanhos pequenos, como luvas, toucas e meias com um valor de 2. Com isso, o jogador poderá realizar a associação do tamanho da peça de roupa com o seu valor respectivo. O jogador deverá calcular a quantidade de peças possíveis em cada gaveta, sendo 2 e 2 respectivamente. Ao adicionar





Figura 8: Tela Fase 2 nível Difícil.



Figura 9: Tela Fase 3 nível de Aprendizagem (a) e Fácil (b).

a quantidade correta de peças de roupas, é fornecido *feedback* visual e sonoro, e um *check* é marcado no painel de pontuação. Ao completar todas as gavetas com as quantidades corretas, o jogador vence o nível e uma nova tela é apresentada com uma mensagem de *feedback*, parabenizando-o e incentivando o jogador a progredir para o próximo nível ou fase – dependendo da progressão selecionada. A Figura 9 (b) apresenta o nível fácil da Fase 3;

- **Nível médio:** O nível médio dispõe duas gavetas que possuem a capacidade de 15 e 10. Todas as peças de roupas disponíveis possuem um valor de 5, sendo apresentadas peças de roupas de tamanho maior, como camisetas e blusas. Como objetivo, o jogador necessita adicionar a quantidade de peças possíveis em cada gaveta, sendo 3 e 2 respectivamente. A Figura 10 (a) apresenta o nível médio da Fase 3;
- **Nível difícil:** Este nível também contém duas gavetas com capacidades de 20 e 10 e peças





Figura 10: Tela Fase 3 nível Médio (a) e Difícil (b).

de roupas com tamanhos diferentes e consequentemente, valores diferentes, sendo 10, 5, 2 e 1. Assim, o jogador precisa empregar cálculos matemáticos mais complexos que os anteriores, para estabelecer a resposta correta. A Figura 10 (b) apresenta o nível difícil da Fase 3.

Outra maneira de auxiliar o jogador a compreender as tarefas que precisam ser realizadas é por meio das instruções fornecidas pelo jogo. A criação dessa funcionalidade foi fundamentada em diretrizes de acessibilidade, que determinam que se deve preferir o reconhecimento ao invés da recordação, empregar recursos multimídia para exemplificação e minimizar a quantidade de texto. Assim, as instruções estão disponíveis em todos os níveis (fácil, médio e difícil) por meio do botão de ajuda, representado pelo ponto de interrogação no canto superior esquerdo. Ao clicar nesse botão, é apresentado ao jogador um recurso multimídia, exemplificando as ações que ele deve realizar em cada nível de cada fase.

O jogo conta com um importante recurso de jogos digitais, que é o *feedback*. Ele é fornecido de modo visual e sonoro, a fim de sinalizar ao jogador sobre ações corretas ou incorretas. O *feedback* visual utiliza de *emoticons* infantilizados no nível de aprendizagem, com o propósito de transpor ao jogador a informação de uma forma mais sutil, visto que nesse nível ele não será penalizado, conforme ilustrado na Figura 11. Isso se difere nos demais níveis (fácil, médio e difícil), em que é empregada a representação do certo e errado por meio de ícones (conforme Figura 12).

Ainda, os recursos de *feedback* do PeL apresentam mensagens ao término das fases e níveis para indicar ao jogador se ele passou ou perdeu aquele determinado nível ou então, venceu o jogo. Para a implementação do *feedback* seguiram-se as diretrizes de jogos para crianças e de acessibilidade, como também houve validação com o grupo de especialistas durante as sessões de *brainstorming*, de modo que eles causassem apenas sentimentos positivos e fossem incentivadores para que a criança permaneça no jogo.

Tais diretrizes de acessibilidade são necessárias a qualquer jogo. As implementadas no PeL foram fundamentadas e extraídas do MSL realizado para identificar as diretrizes de desenvolvimento de jogos acessíveis a pessoas com DI (Dutra, Felipe et al., 2021b) e também das Diretrizes de Acessibilidade em Jogos (*Game Accessibility Guidelines*)<sup>2</sup>. São elas: criar telas simples, atraativas e lúdicas para crianças, com o emprego de cores para destacar ações a serem realizadas

<sup>2</sup><http://gameaccessibilityguidelines.com/>

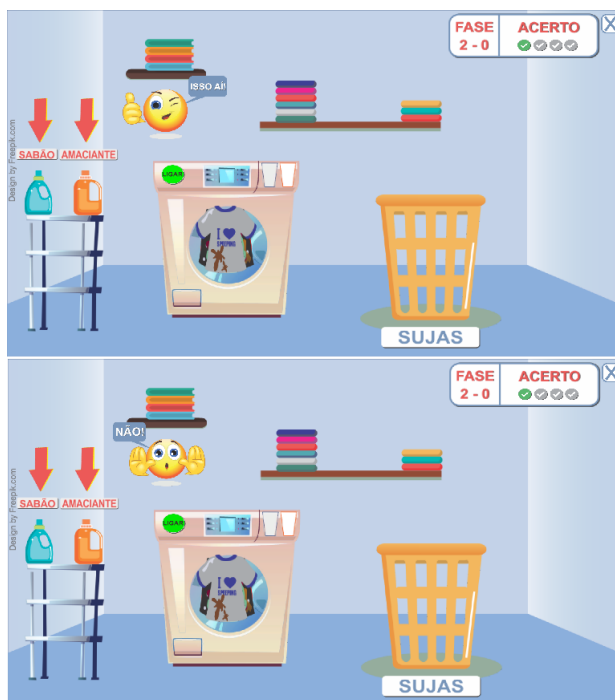


Figura 11: *Feedback* de certo e errado nos níveis de Aprendizagem.

pelos jogadores; utilizar maiúsculas em todos os textos, com frases curtas e de fácil entendimento; empregar *feedback* visual e sonoro para respaldar as ações do jogador; progredir os níveis com sutilidade, sem grandes rupturas no *flow* do jogo (por esse motivo, o PeL dispõe de quatro níveis em cada fase e somente ao progredir de fase a tarefa será alterada); permitir a configuração de níveis de dificuldade conforme o educador considerar adequado; empregar elementos motivantes para a progressão do jogador; possibilitar a repetição, visto que esse é comportamento característico das pessoas com DI, que requerem dessa funcionalidade para compreender as tarefas a serem desempenhadas; utilizar recursos de multimídia para exemplificação, conforme disposto nas telas de instruções os vídeos que demonstram as ações necessárias em cada nível; oferecer botões de controle que repassem a sensação de gestão ao jogador, permitindo que ele saia ou peça ajuda a qualquer momento; utilizar cautelosamente dos elementos de falha, assim os recursos de *feedback* negativo são lúdicos e infantis, e também incentivam a jogar novamente. Além disso, fornecer inicialização rápida do jogo e empregar tecnologias que sejam cabíveis de utilização pelo público, em que inicialmente se preferiu uma aplicação *desktop* que requer apenas o uso do *mouse* em toda *gameplay*, com exceção quando o jogador precisa digitar seu nome.

#### 4.3.1 Sessões de *brainstorming*

Todo o processo de desenvolvimento do jogo foi apoiado por especialistas e *stakeholders* em Educação, AEE e PcD. Essa inclusão de pessoas com conhecimentos em diversas áreas permitiu um pluralismo de ideias e que de fato o jogo empregasse elementos de acessibilidade, visto que elas compreendem as características e necessidades específicas de pessoas com DI. Desse modo, realizaram-se encontros on-line com o formato de *brainstorming*, em que juntamente com a equipe desse projeto, participaram uma terapeuta ocupacional com atuação clínica na área, que

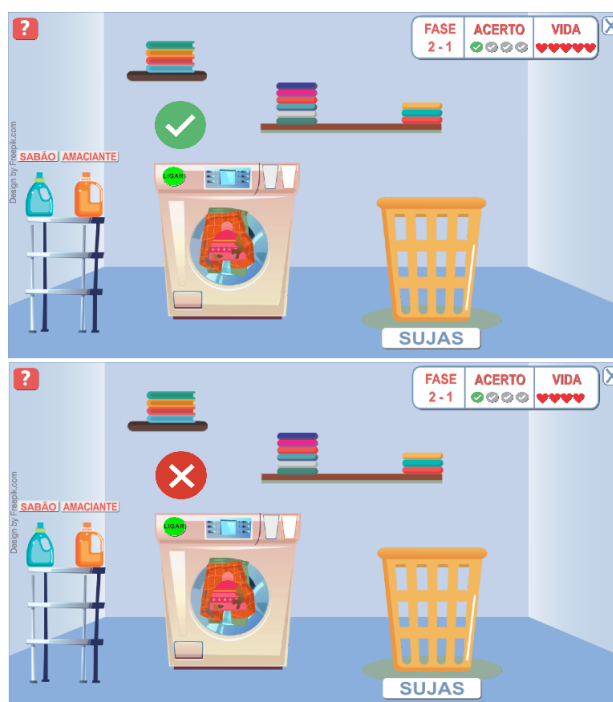


Figura 12: feedback de certo e errado nos demais níveis.

já acompanha o projeto desde a primeira versão do jogo e também tem grande conhecimento em jogos educacionais; uma pedagoga; duas profissionais do AEE; uma professora de Matemática e uma mãe de uma criança com DI muito engajada com a causa da inclusão. Essas pessoas foram selecionadas conforme contatos pessoais da equipe e pertinência ao projeto.

Nesses encontros, apresentou-se a ideia do jogo e os protótipos, levantaram-se os requisitos funcionais, identificaram-se algumas falhas, constataram-se elementos de ruptura da interação e foram sugeridas melhorias por parte das especialistas. Ao total, ocorreram seis encontros, em que muito pôde ser discutido e recursos importantes, atualmente presentes no jogo, foram resultantes. Pode-se citar como exemplo o nome do jogo, em que foram discutidas novas opções para substituir o “Super Thinkwash”, visto que seria de difícil compreensão e pronúncia para as crianças no início do processo de alfabetização. Assim, definiu-se “Pensar e Lavar”, por ser mais associativo ao tema e facilmente compreendido pelas crianças. Segundo uma das profissionais do AEE, os verbos no infinitivo são mais compreensíveis por crianças com DI.

Junto aos especialistas, definiu-se a forma de progressão do jogo, que foi uma das principais discussões, se a criança progrediria por fase ou nível. Ficou esclarecido que a progressão por nível facilitaria o aprendizado da função de lavagem de roupa e a progressão por fases das habilidades do PC, pois há o reforço da habilidade a cada nível. Com isso, decidiu-se oferecer os dois modos, que podem ser selecionados tanto na tela do menu de fases quanto na tela de configuração de fases e níveis. Entre as decisões significativas que ocorreram nos encontros, ressalta-se a sugestão do nível de aprendizagem, pela importância de realizar um treinamento para crianças com DI e ser possível repeti-lo. Outra discussão referiu-se à abordagem matemática da Fase 3. Essa fase trabalha habilidades aritméticas e foi considerada complexa para crianças com DI por requerer a compreensão do cálculo da subtração. Entretanto, optou-se pela permanência dessa fase e de seus

níveis, por ser uma importante habilidade para as pessoas de modo comum e com isso, ficará a cargo do mediador definir as aptidões da criança pela de tela de configuração de fases e níveis.

Por conseguinte, o jogo PeL tem como premissa que a sua utilização deve ser mediada por um profissional educador. Entende-se que a contextualização por parte do educador garantirá que o jogo seja um auxiliador no processo educacional, como também no desenvolvimento de habilidades intelectuais de crianças neurotípicas e com DI.

## 5 Etapas de validação do jogo PeL

O PeL passou por algumas etapas de validação (Sommerville, 2021). Pelo fato de ser um jogo educacional, as avaliações realizadas precisavam ser bem fundamentadas a fim de garantirem que o jogo cumprisse com o seu propósito sério. Com essa finalidade, realizou-se um novo MSL (Dutra, Tondorf et al., 2021) para identificar como acontecem as avaliações de JDE, com foco nos métodos, os objetivos e contexto das avaliações.

Como resultados, identificou-se que o método de avaliação mais utilizado é o de investigação (Barbosa et al., 2021), com a utilização de questionário, seguido pelos métodos de observação. Essas avaliações objetivaram analisar a aprendizagem, usabilidade, experiência de usuário e engajamento do jogador, em que se subdividem em análises com dados quantitativos, em maior número, e dados qualitativos. Também, que as avaliações são geralmente realizadas pelos próprios pesquisadores ou desenvolvedores do jogo e que o público participante são principalmente crianças. Por fim, dos jogos avaliados pelos estudos, a maioria requeria de *mouse* e teclado, seguido pelo *touchscreen* para as telas.

Amparados pelas informações obtidas no MSL, determinou-se que a avaliação do PeL ocorreria em várias etapas, como também se utilizaria dos métodos de investigação (por meio de questionários e entrevistas) e observação (testes junto ao público principal, as crianças neurotípicas e com DI, realizados com as anotações da equipe e dos educadores e registradas em instrumentos compartilhados com a equipe). Assim, as etapas de avaliação do PeL foram: realização de testes funcionais com estudantes de Computação (graduação e mestrado), para validação dos requisitos técnicos e funcionalidades do jogo; avaliação com especialistas e *stakeholders* em Educação, AEE e PcD, para averiguação dos requisitos pedagógicos e de acessibilidade; avaliação com o público-alvo, as crianças neurotípicas e com DI em escolas regulares mediadas por educadores; entrevista com especialistas.

### 5.1 Testes funcionais com estudantes da Computação

Após o fim da implementação, deu-se início aos testes funcionais do PeL com estudantes de Computação, tanto da graduação quanto do mestrado que haviam cursado a disciplina de IHC, conforme ocorreu com o jogo STW. Ao total, participaram 14 estudantes que receberam o jogo juntamente com um documento<sup>3</sup>, que incluía uma sequência de instruções para uso e validação do jogo. Também foi enviado em conjunto, um questionário de cunho qualitativo contendo ques-

<sup>3</sup><https://docs.google.com/document/d/1Tx1usD0IdADoSIG9CpurY0y2QHMOafK6DIsG1CkekRs/edit?usp=sharing>

tões para identificar o perfil do avaliador e observar as suas percepções, dificuldades e/ou erros encontrados nas funcionalidades, ou *design*. O *feedback* fornecido por cada estudante podem ser consultados neste *link*<sup>4</sup>.

Foi solicitado *feedback* sobre as principais telas e funcionalidades do sistema, como as tela primárias do jogo. Para a tela inicial, identificaram problemas em ativar e desativar a música e na padronização do botão “jogar”, que possuía a cor rosa e foi alterada para verde, assim como é convencional dos demais jogos. Na tela de seleção de avatar, sugeriu-se haver a possibilidade de customização de avatar e limitar a quantidade de caracteres ao preencher o nome. A tela de configurações de fases e níveis foi considerada confusa por alguns dos estudantes, conforme os relatos “[...] *tanto que só fui entender completamente seu funcionamento após ter jogado as fases através do menu de seleção de fases*”, “*Achei a configuração de fases um pouco confusa. Ao testar o ‘progredir por nível’, apenas executava o nível 1 da fase 1 e dizia que eu tinha concluído o jogo. Depois que eu entendi que precisava selecionar os níveis um a um*”, “[...] *a tela de configuração é fácil de utilizar também, mas ela precisa de uma atenção maior para entender o que cada botão faz em relação às outras telas*”. Desse modo, foram realizados ajustes e incluídas legendas para as progressões nas telas.

Outra sugestão refere-se à maneira como a fase e nível eram apresentadas no painel de *score*, em que estavam separadas por uma “/”. O estudante menciona “[...] *é por convenção estipulada pelo mercado, a vasta maioria dos jogos utiliza o símbolo ‘-’ para determinar a divisão de fase e nível em sua UI e ver este padrão quebrado pode gerar um pouco de confusão ou estranheza*”. Na Fase 2, identificou-se a possibilidade de adicionar produtos de limpeza ao varal e ao armário. Ainda, no nível difícil dessa fase não se tinha clareza de qual o próximo passo a ser executado após as roupas estarem secas. Para a Fase 3, recomendou-se a possibilidade de apresentar a equação quando uma das peças de roupas é adicionada à gaveta e decrementa-se o valor atribuído a ela do total suportado pela gaveta.

O principal erro encontrado pela maioria dos estudantes refere-se ao recurso multimídia que não aparecia na tela de instruções. Ainda, os estudantes reportaram sugestões como: retirar a referência ao Freepik de todas as páginas e incluí-la na tela de créditos, padronizar avatares, adicionar novas fases e níveis, desenvolver uma versão on-line do jogo, chamar de roupas escuras ao invés de roupas pretas, alterar tom de vermelho do coração no *score*, e exibir mais devagar as mensagens de *feedback*. Com exceção da possibilidade de configurações dos avatares, que tem como fator limitante o tempo para desenvolvimento, todos os problemas foram corrigidos e as demais melhorias indicadas acatadas e ajustadas no jogo.

## 5.2 Avaliação com especialistas

Na segunda etapa de validação, foi realizada uma avaliação do jogo por especialistas. Para tal, realizou-se uma reunião em que as avaliadoras foram: uma professora do AEE, formada em pedagogia com especialização em AEE, atua como professora do AEE desde 2005; uma terapeuta ocupacional, que possui atuação na área em consultório desde 2008, com ênfase no desenvolvimento cognitivo e contexto escolar; uma mãe de uma criança com DI, que atua na Associação das Famílias Especiais da cidade de Londrina no Paraná e uma professora de Matemática, que leciona para alunos do Ensino Fundamental.

<sup>4</sup><https://drive.google.com/file/d/1BR6RnmKp7-FMSLRKxV0PYOMMkMYXMZWj/view?pli=1>

O jogo foi apresentado às especialistas que fizeram sua análise e forneceram *feedback* avaliativo. Assim, discutiu-se sobre o cenário da Fase 1 e a disposição das roupas em cabides não representarem totalmente a realidade de um quarto infantil. Foi relatado que a equipe de desenvolvimento não dispõe de um profissional de design e que os recursos utilizados são limitados por serem obtidos gratuitamente na Internet. Outro ponto levantado pelas especialistas, já comentado anteriormente, é a complexidade da Fase 3, em que foi apontado pela terapeuta ocupacional que crianças com DI têm dificuldades nas competências requeridas para executar as tarefas dessa fase, que é a mesma competência necessária para a AVD de dar o troco. Em consonância com as especialistas, optou-se pela permanência da Fase 3 e essa deve ser jogada pelas crianças que os mediadores considerarem aptas, sendo definido na tela de configuração de fases e níveis.

Outras sugestões elencadas referiram-se principalmente aos elementos de interface, como a representação do despejo dos produtos de limpeza e o passar do tempo enquanto as roupas secam. Assim, melhorias foram realizadas e gerou-se uma nova versão do jogo a ser testada com seu público-alvo.

### 5.3 Avaliação com o público-alvo

Um das diretrizes obtidas no MSL sobre acessibilidade é a necessidade de realizar a avaliação com as PcD, que muitas vezes são substituídas por especialistas da área. Em consonância com essa diretriz e com o lema do movimento PcD que diz “Nada sobre nós, sem nós”, a terceira etapa de validação do PeL ocorreu com crianças neurotípicas e com DI. Como métodos de avaliação, utilizou-se o questionário e a observação. Nessa avaliação, o jogo foi mediado pelo professor regular da turma ou professor AEE e disponibilizou-se dois questionários para serem respondidos pelo mediador sobre suas observações do uso do jogo pela criança, visto que as próprias crianças ainda estão em processo de alfabetização. Por meio dessa avaliação, desejava-se identificar as percepções das crianças e dos educadores frente às funcionalidades e ao *design* do jogo.

O primeiro questionário era direcionado à interação de cada criança com o jogo e continha perguntas descritivas e de Escala de Likert (5 pontos), disponível no seguinte link<sup>5</sup>. Tais questionamentos objetivavam identificar facilidades ou dificuldades de interação que a criança apresentou, a sua compreensão dos elementos da interface, motivação e engajamento, ludicidade do jogo, entendimento do *feedback*, recuperação de erros e auxílio requerido pelo jogo e para o educador. A elaboração desse questionário foi fundamentada no trabalho de Falcão et al. (2015), que tinha um propósito semelhante: avaliar um jogo digital educacional para desenvolvimento do PC em crianças, e apresenta como resultados a categorização qualitativa dos elementos avaliados. Assim, o primeiro questionário é constituído de 22 questões agrupadas em cinco categorias: Motivação e Envolvimento Emocional, Complexidade Conceitual, Compreensão dos elementos de interface, Navegação e Execução e *Feedback*. As perguntas são de cunho quantitativo e qualitativo. O segundo questionário foi criado para obter a percepção do professor mediador sobre as potencialidades do jogo perante as crianças neurotípicas e com DI. Esse questionário possui apenas 4 perguntas descritivas, disponível no seguinte link<sup>6</sup>. Ambos os questionários foram validados por especialistas participantes do projeto.

A avaliação ocorreu em duas escolas municipais do estado de Santa Catarina, através de

<sup>5</sup><https://drive.google.com/file/d/1iTy6if9r-kbJultx1p21Z3HbEfYdC4ey/view?usp=sharing>

<sup>6</sup><https://drive.google.com/file/d/1pFQ51d-bp-Hwz72ofQNmjB4FkxIQBdFS/view?usp=sharing>



uma parceria com contatos pessoais da equipe de desenvolvimento. Inicialmente, formalizou-se a parceria por meio da declaração de ciência e concordância das instituições envolvidas e realizou-se o convite aos professores e também, aos estudantes neurotípicos e com DI que estivessem no início do processo de alfabetização com conhecimentos básicos de leitura e aritmética. Para a participação desses estudantes, houve a entrega dos documentos (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Consentimento para Fotografias e Vídeos) para serem enviados aos responsáveis dos estudantes aceitarem a interação da criança com o jogo no ambiente escolar. Do mesmo modo, foram entregues os documentos (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) aos professores mediadores para a sua assinatura, juntamente com os questionários para avaliação do uso do jogo.

Na Escola 1, a avaliação ocorreu com 39 crianças neurotípicas e 4 professores durante a aula no laboratório de informática em novembro de 2021. Por se referir a um período em que havia limitações de acesso às escolas com cuidados e procedimentos necessários devido à pandemia do Covid-19, um integrante da equipe conseguiu acompanhar essa avaliação como observador. Na Escola 2, a avaliação ocorreu com 8 crianças com DI leve ou moderada mediadas pelas suas professoras pedagogas e/ou do AEE (8 professoras). Em ambas as escolas, somente as crianças que atendessem ao perfil do público-alvo do jogo foram convidadas, ou seja, crianças no início do processo de alfabetização com conhecimentos básicos em leitura e aritmética, as quais os responsáveis permitiram e assinaram os termos de consentimento. Crianças com outras deficiências não participaram do estudo, pois o jogo não inclui elementos de acessibilidade específicos às suas necessidades de interação. O uso do jogo pelas crianças da Escola 2 foi gravado e disponibilizado pelas professoras para a equipe, assim a observação dos pesquisadores ocorreu de forma indireta.

A faixa de idade das crianças da Escola 1 variou entre 8 e 11 anos, enquanto na Escola 2, as crianças tinham 9, 11 ou 13 anos de idade. As crianças da Escola 1 encontravam-se no 3º ou 4º ano, enquanto as crianças da Escola 2 estavam no 4º ou 5º ano do Ensino Fundamental. Das crianças participantes, 22 são meninas e 25 meninos, sendo que na Escola 1, 19 eram meninas e 20 meninos e na Escola 2, 3 meninas e 5 meninos.

Com base nas respostas do primeiro questionário, identificou-se que apesar do PeL possuir dois modos de *gameplay* – em que o jogo pode ser configurado pela tela de configuração de fases e níveis ou então, as fases selecionadas no Menu de Fases – com exceção de uma criança com DI que iniciou o jogo pela Fase 2, todas as demais crianças de ambas as escolas jogaram as três fases. Esse era o intuito para a Escola 1. Entretanto, para crianças com DI este cenário não é o ideal; assim, acredita-se que a funcionalidade de configurar os níveis e fases não ficou clara aos professores mediadores da interação. Logo, deu-se ênfase a essa informação na documentação do jogo, a qual foi criada com o intuito de explicar as funcionalidades do PeL para os professores que o utilizarão a partir da sua versão final. A documentação do jogo está presente no link<sup>7</sup>.

Sobre a primeira categoria analisada, a motivação e o envolvimento emocional, para os professores mediadores os resultados foram positivos, visto que segundo eles o jogo promoveu a motivação em todas as crianças, para a grande maioria delas os avatares foram elementos que causaram proximidade e envolvimento, e os elementos da interface promoveram a ludicidade. Com exceção de uma criança da Escola 2, todos os professores acreditam que o jogo não promoveu nenhuma frustração. No caso da criança em que se marcou o “Discordo totalmente” para o ques-

<sup>7</sup><https://docs.google.com/document/d/1e3a0t2J7FyvinPqjKy-9vpmEoJUdDk9NHqQT7-P9lTI/edit?usp=sharing>

tionamento da frustração, acredita-se que houve um erro na hora de selecionar a opção, pois como comentário sobre as dificuldades de interação, o professor relatou “*Nenhuma, essa criança já é bem inteirada com a tecnologia. Na verdade, ele vive em um mundo de jogos, então, era como se ele soubesse tudo o que precisava ser feito*”. Porém, ao analisar as filmagens recebidas da Escola 2, é notório que uma das crianças, que não é a mesma do relato anterior, sentiu-se frustrada ao jogar a Fase 3, ela menciona que não compreende os cálculos realizados e que preferia apenas colocar as roupas para lavar.

A segunda categoria envolvia questões sobre a complexidade conceitual, em que foi questionado se a progressão entre os níveis e as fases auxiliou as crianças a quererem continuar avançando pelo jogo, o que foi constatado por todos os professores. Corroborando com as observações, foi verificado que as crianças finalizam uma fase ou nível e já queriam progredir para o próximo. Também, foi solicitado ao professor para indicar as fases e níveis que a criança jogou e se ela apresentou facilidade, dificuldade ou foi neutra. Em maior número, as crianças das duas escolas apresentaram facilidade em utilizar os níveis de aprendizagem, fácil, médio e difícil das Fases 1 e 2. Na Fase 3, as crianças da Escola 2 ainda em maior número apresentaram facilidade, mas houve mais crianças com dificuldade se comparado à equivalência da Escola 1. Como observação nessa mesma questão, uma das professoras mencionou que inicialmente o estudante não tinha identificado os produtos de limpeza, mas ao verificar as setas do nível de aprendizagem compreendeu o que precisaria ser feito. Sobre a necessidade de auxílio para interagir com o jogo, na Escola 1 apenas duas crianças precisaram de apoio, enquanto na Escola 2 foram quatro crianças.

Na categoria compreensão dos elementos de interface em relação aos ícones, na Escola 1 todas as crianças entenderam os significados, enquanto na Escola 2 para uma criança houve um “concordo parcialmente” e um “neutro”, as demais crianças participantes compreenderam. Sobre o uso do botão de instrução, a grande maioria (43 crianças) não utilizou desse recurso. Com isso e com base nas observações, constatou-se que elas preferiram tentar por conta própria.

Sobre os elementos de navegação, botões e mecânicas do jogo abrangidos pela categoria Navegação e Execução, para todas as crianças de ambas as escolas não houve nenhuma ruptura na interação delas com o jogo, nem dificuldades em utilizar o *mouse* e o teclado. Porém, em uma das filmagens da Escola 2, é notório que, nos primeiros momentos da interação, a criança demonstra essa dificuldade e isso é corroborado com o comentário deixado no questionário pela professora “[...] *ela tem pouca habilidade com o mouse, mas logo se inteirou*”.

Para a última categoria, questionou-se sobre as diferentes formas de *feedback* visual e sonoro fornecidas pelo jogo. Desse modo, para todas as crianças, os ícones de certo e errado são perceptíveis e compreensíveis, assim como os sinais sonoros, com exceção de uma criança da Escola 2 que o professor marcou como “neutro”. Sobre o *feedback* final emitido após o término de um nível – passou ou perdeu – e ao final do jogo quando ele é vencido, foi questionado se esse recurso auxiliava para que a criança a permanesse jogando: isso foi confirmado para 46 crianças participantes, apenas para uma criança da Escola 2 o professor marcou como “neutro”.

As duas últimas questões eram destinadas aos professores de crianças com DI e tinha-se como intuito verificar a percepção do professor frente à capacidade do jogo de promover benefícios cognitivos às crianças com essa deficiência, o que foi confirmado por todos os professores. Ainda, foi questionado se o jogo auxiliava a criança na assimilação do contexto da sua vida diária e as tarefas que são executadas na sua casa, o que foi confirmado com todas as respostas afirmati-



vas, conforme os seguintes relatos: “*Sim, inclusive fez comentário sobre auxiliar nesse processo de lavagem de roupa em sua residência*”, “*Sim, percebi o quanto gostava de jogo, fazendo perguntas, entusiasmada, faz que ela seja, objetiva, interagida e com certeza é a visão do dia a dia escolar da criança*”, “*Com certeza, utilizando técnicas da sua rotina faz com que eles entendam o jogo com maior facilidade e auxilia no aprendizado*”.

O segundo questionário entregue aos professores continha 4 perguntas descritivas. Essas perguntas tinham como intuito identificar elementos potenciais do jogo PeL com base na compreensão e percepção do professor. Foram 9 professores participantes, 4 da Escola 1 e 5 da Escola 2. Com base nas respostas obtidas, todos os professores acreditam que o jogo tem potencial para desenvolver as habilidades intelectuais relacionadas ao PC e também em outras habilidades cognitivas como pode ser visto nos seguintes relatos: “*Ótimo jogo, pois aumenta a motivação, desenvolve a autoconfiança, organização, concentração, atenção e raciocínio.*” (Escola 1), “*O jogo trabalha a percepção, leitura, raciocínio lógico, resolução de problemas, sequência lógica de uma forma simples, porém, requer muita atenção do aluno*” (Escola 2).

Do mesmo modo, foi questionado se houve o desenvolvimento de outras habilidades como motoras, comunicativas, perceptivas, sociais, entre outras. A resposta foi afirmativa por todos, que elencaram o desenvolvimento de habilidades motoras, como a rapidez em clicar nos botões, leitura rápida, controle de movimentos e das reações às atividades apresentadas. A terceira pergunta era sobre a tela de configuração de fases e níveis, mas esse recurso não foi utilizado por eles. Por fim, questionou-se ao professor se o PeL pode ser um recurso auxiliador do processo de ensino-aprendizagem. Para esse questionamento, todos os professores concordaram e relataram sobre o jogo promover aprendizado divertido e mais significativo, pensamento estratégico, coordenação motora e a criatividade.

O objetivo primário do jogo é auxiliar no desenvolvimento do PC e isso será possível com o uso contextualizado no ambiente escolar. O aprendizado de uma habilidade requer treinamento e, por isso, a avaliação realizada com o público-alvo não teve como intuito validar o objetivo citado. Devido à situação da pandemia do Covid-19, o jogo pôde ser testado uma única vez com cada criança. Ainda assim, com base nas respostas obtidas pelos formulários e pelas observações realizadas, considera-se essa avaliação a mais importante do processo de desenvolvimento do jogo PeL. Pela qual foi possível obter informações relevantes e significativas para a realização de melhorias e maior compreensão do público-alvo. Também, constatou-se que os elementos de acessibilidade para a DI, implementados com base em referenciais da literatura e das sessões de *brainstorming* com especialistas e *stakeholders* em Computação, Educação, AEE e PcD, permitiram que as crianças neurotípicas e com DI no início do processo de alfabetização conseguissem interagir com o jogo e executar as atividades requeridas. As Figura 13 e Figura 14 apresentam a avaliação realizada na Escola 1 e 2, respectivamente.

#### **5.4 Avaliação com crianças selecionadas**

Uma segunda avaliação com o público-alvo foi realizada fora do ambiente escolar. Nessa avaliação, 3 crianças neurotípicas, com idades entre 7 e 8 anos, foram convidadas a utilizar o jogo, considerando a técnica de amostragem por conveniência. A mediação foi realizada pelas mães em suas casas, que também precisaram assinar os termos de consentimento. Com isso, os dois questionários foram enviados junto com o acesso ao jogo. Compreende-se que as mães não teriam



Figura 13: Avaliação realizada na Escola 1.



Figura 14: Avaliação realizada na Escola 2.

o mesmo conhecimento sobre as habilidades desenvolvidas, bem como as contribuições frente ao ensino-aprendizagem das crianças. Mas, tinha-se como intuito verificar quais seriam as percepções delas.

Como resultados sobre a Motivação e o Envolvimento Emocional, de modo geral, as crianças mantiveram-se motivadas, os personagens promoveram a interação e elas não se sentiram frustradas durante o uso do jogo. Para a categoria de Complexidade Conceitual, duas mães concordaram que a progressão entre fases e níveis auxilia no engajamento da criança com o jogo. Uma mãe mediadora deixou um comentário a respeito da Fase 3, em que *“Acho que a compreensão de quantidade vinculado ao rótulo da gaveta não ficou clara para ele no início, então teve uma rodada de tentativa e erro”*. Sobre a necessidade de auxílio, para duas crianças ele não foi necessário e uma delas pediu ajuda para a mediadora na Fase 2, por não compreender o que precisava ser adicionado à máquina, visto que não havia percebido as flechas para as roupas sujas.

Ainda, quanto a Compreensão dos elementos da interface, as mães também responderam que as crianças não tiveram dificuldades de compreensão e que não houve problema em realizar o movimento de “clique e arrastar” utilizando o *mouse*. Por fim, em relação à categoria de *Feedback*, todos os questionamentos sobre a compreensão dos ícones e a percepção dos sons emitidos ao realizar ações corretas e incorretas tiveram respostas afirmativas pelas mães mediadoras. De

igual maneira, as mães consideram que as telas fornecidas ao final de cada nível são instrumentos motivadores para que a criança permaneça no jogo.

Foi questionado às mães mediadoras se elas acreditavam que o jogo auxiliaria na compreensão da criança sobre o ambiente que a cerca, assimilando o processo de lavagem de roupa demonstrado no jogo com aquele que acontece dentro de sua casa. Para essa pergunta, houve duas respostas e que foram positivas. Segundo os comentários das mães, uma das crianças foi capaz de reconhecer os elementos de máquina, sabão, amaciante e onde depositar as roupas, enquanto outra criança ao realizar as atividades fez comentários associando os elementos do jogo com o seu ambiente familiar. As respostas obtidas podem ser visualizadas no seguinte *link*<sup>8</sup>.

O segundo questionário, que era composto apenas de perguntas descritivas, trouxe relatos interessantes sob a perspectiva das mães mediadoras em relação ao jogo PeL, conforme vários trechos relatados a seguir. Sobre a capacidade do jogo desenvolver habilidades intelectuais, as mães relataram que *“Foi observado que o jogo desenvolve a criança em vários aspectos, como a leitura, pois está em fase de alfabetização de uma maneira lúdica, o que torna empolgante o aprendizado [...]”, “[...] jogo também requer a habilidade de classificar as roupas por cores e, em outro momento, preencher as quantidades nas gavetas. Também a criança precisa entender a importância da sequência de tarefas de lavar”*.

No que tange às outras habilidades, mencionou-se a coordenação motora final, percepção visual e também *“o desenvolvimento perceptivo - pois meu filho assimilou o que acontece na nossa casa, e reparou que em casa não penduramos roupas sujas, mas também separamos por cores [...]”*. Assim como ocorreu nas escolas, o jogo também não foi configurado pelas mediadoras. Em relação a possibilidade de realizar a configuração de fases e níveis, obteve-se interessantes *feedback* como *“[...] A configuração pode ajudar porque uma vez que cada criança pode ter um nível de percepção diferente e se o intuito for ajudá-la a conseguir progressos individuais, creio ser conveniente.[...]”*; *“[...] achei interessante a escolha por fases, pois assim cada professor pode escolher a fase que mais se enquadra com o conhecimento do aluno[...].”*

Posterior a essa fase formal de avaliação, o jogo PeL ainda foi utilizado por uma criança com DI junto com outras duas crianças neurotípicas em um contexto familiar, conforme apresentado na Figura 15. O relato da mãe mediadora e a gravação disponibilizada demonstram que a interação foi positiva da criança com DI e o jogo, pois ela pôde estar incluída em um momento de interação familiar, usando um recurso acessível tanto a ela quanto às demais crianças ali presentes.



Figura 15: Crianças neurotípicas e com DI jogando o jogo PeL em ambiente familiar.

<sup>8</sup><https://drive.google.com/file/d/1SW9G9AStnq9ukWGxrpC1hWegAY19Hty8/view?usp=sharing>

## 5.5 Entrevista com as especialistas

Como última etapa de validação do PeL, o jogo foi utilizado por duas especialistas, durante alguns dias. Em seguida, foi realizada uma entrevista com o objetivo de verificar, com base em suas opiniões, quais eram os potenciais do jogo frente a suas áreas. A entrevista ocorreu de modo semi-estruturado, em que as perguntas foram fundamentadas no questionário aplicado aos professores, anteriormente, sobre a interação de cada criança.

A primeira entrevista ocorreu com uma terapeuta ocupacional, que possui uma base sólida de conhecimento sobre *Game Design* e atuou por diversos anos numa clínica com PcD. O primeiro ponto relevante, mencionado pela terapeuta, refere-se à tela de configuração de fases e níveis, a qual não foi detectada pela especialista. Com isso, compreende-se que a localização desse recurso precisa ser discutida junto a equipe de desenvolvimento com o auxílio das demais especialistas.

Ainda de acordo com essa especialista, o jogo é simples e rápido. É um recurso que as crianças, de modo geral, irão jogar e logo se desinteressar. Mas, as crianças atípicas tenderão a repetir mais vezes do que as neurotípicas, pois, geralmente, elas estão mais interessadas na experiência da interação com os elementos da interface do que com as tarefas do jogo em si. Além de que, o jogo possui uma interface amigável e os personagens parecem divertidos para as crianças, todavia esses personagens deveriam estar mais presentes no decorrer do jogo. Não foi encontrado por ela nenhum elemento de interação frustrante, mas seria necessário permitir que a criança saísse do jogo a qualquer momento – o que foi implementado para a versão final.

A segunda especialista entrevistada foi uma professora de Matemática atuante no Ensino Fundamental. No início da entrevista, ela mencionou que jogou ao menos 5 vezes. De acordo com as suas respostas, a especialista acredita que o jogo promove a motivação às crianças por elas sentirem-se curiosas em descobrir o que ocorre no próximo nível ou fase. Ainda, o jogo PeL é capaz de promover a ludicidade, visto que os elementos da interface são animados, como é o caso do *feedback*. Assim como a primeira especialista, ela não encontrou nenhum elemento que poderia causar frustração as crianças; mas, sentiu-se perdida no início da Fase 1, pois não compreendeu que somente as roupas sujas deveriam ser adicionadas ao cesto. De mesmo modo, não identificou o recurso de configuração de fases e níveis. A professora também relatou que utilizou o jogo por meio da interface *touchscreen*, o que tornou a realização da mecânica de “arrastar e soltar” difícil. Com isso, recomenda que as crianças utilizem o *mouse*. Ela menciona que “[...] *O pessoal da Computação vê o jogo em si, mas não como isso impactará na vida da criança*”,

As entrevistas com especialistas corroboraram com as avaliações anteriores realizadas, mostrando o potencial do jogo para as crianças neurotípicas e com DI.

## 6 Conclusão e Trabalhos futuros

Os jogos digitais se apresentam como uma possibilidade para trabalhar o PC em uma abordagem plugada. Ao aliá-los, é possível ampliar o desenvolvimento de competências cognitivas. Empregar jogos digitais como recursos de ensino-aprendizagem, em que esses tornam-se JDE, como também desenvolver tais jogos são atividades complexas pela necessidade do jogo cumprir seu propósito sério. Para tanto, requer um processo bem fundamentado em referenciais teóricos e o

envolvimento de pessoas de múltiplas áreas que o apoiem do início ao fim.

Ao abordar a acessibilidade, incluiu-se um nível adicional de complexidade. Por isso, há uma lacuna em trabalhos relacionados ao PC para PcD, principalmente no que tange à DI. Para tornar um jogo acessível, é necessário que sejam consideradas todas as necessidades específicas do seu público e a inclusão de diretrizes de acessibilidade ao jogo. Com esse propósito, desenvolveu-se o jogo PeL para que crianças neurotípicas e com DI, já no início do seu processo de alfabetização, possam usufruir das habilidades intelectuais promovidas pelo PC e pelos JDE. Para que essas crianças jogassem sem nenhum prejuízo, o processo de criação do PeL foi criterioso, embasado por pesquisas bibliográficas e sistemáticas para compreensão do estado-da-arte, e contou com o apoio de profissionais de diversas áreas.

O jogo conta com 3 fases e 4 níveis implementados tendo a temática de uma AVD, o processo de lavagem de roupas (o PeL para Windows pode ser acessado no seguinte link<sup>9</sup>). Para validar o seu objetivo sério, o jogo passou por quatro etapas de avaliação, cada uma delas com uma finalidade. Os testes funcionais com estudantes de Computação auxiliaram a obter sugestões sob um olhar técnico. A avaliação pelas especialistas e *stakeholders* possibilitou obter *feedback* sobre aspectos pedagógicos e de acessibilidade. A avaliação com o público-alvo, a mais importante no processo, permitiu compreender como as crianças interagiram com o jogo e quais foram as percepções, dificuldades e sentimentos como usuárias. Por fim, a entrevista com as especialistas gerou maior entendimento sobre a vivência das crianças PcD e do uso de recursos digitais em sala de aula, com base nas experiências compartilhadas pela terapeuta ocupacional e pela professora de matemática que usaram e avaliaram o jogo.

Com isso, acredita-se que desenvolver recursos pedagógicos com acessibilidade é possibilitar que as PcD sejam reconhecidas como deveriam, pessoas capazes de aprender, socializar e desenvolver-se com autonomia, oportunizando um ambiente escolar que de fato promova a inclusão. Isso foi constatado pelo PeL, ao verificar que crianças neurotípicas e com DI puderam utilizar do mesmo jogo, sem frustrações.

Como trabalhos futuros, objetiva-se ainda realizar ajustes ao PeL conforme *feedback* obtido pelas etapas de avaliação, como é o caso da inclusão de novos níveis, adição de novos cenários e animações mais fidedignos à realidade. Também, incluir maior presença do avatar e ajustar a localização da tela de configuração de fases e níveis. De modo mais geral, o projeto como um todo tem se expandido com a participação de novos membros e desenvolvimento de outros jogos que trabalham o PC, para esse mesmo público, tendo como temática outras AVD.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, CNPq 308395/2020-4, FAPESC Edital n°48/2022 T.O. n°2023TR000245, e com bolsa da FAPESC Edital 21/2021.

<sup>9</sup>[https://drive.google.com/drive/folders/1wr7pC-25opy4nIw\\_Zldjv0qHVzf8PL-m?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1wr7pC-25opy4nIw_Zldjv0qHVzf8PL-m?usp=sharing)

## Artigo Premiado Estendido

Esta publicação é uma versão estendida do artigo que conquistou o prêmio de melhor dissertação de mestrado do Concurso Alexandre Direne de Teses, Dissertações e Trabalhos de Graduação em Informática na Educação (CTD-IE 2022), intitulado “Implementação e avaliação de um Jogo Digital Educacional para desenvolvimento do Pensamento Computacional em crianças neurotípicas e com Deficiência Intelectual”, DOI: [10.5753/sbie.2022.224794](https://doi.org/10.5753/sbie.2022.224794) (SBIE 2022) e [10.5753/cbie\\_estendido.2022.226316](https://doi.org/10.5753/cbie_estendido.2022.226316) (CTD-IE 2022).

## Referências

- AAIDD. (2018). Defining Criteria for Intellectual Disability. <https://www.aaidd.org/intellectual-disability/definition>
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. S. d., Silveira, M. S., Gasparini, I., Darin, T., & Barbosa, G. D. J. (2021). *Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário*. [GS Search].
- BNCC. (2018). Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica*. 2017. 226 f [tese de dout., Doutorado em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. [GS Search].
- Cheiran, J. F. P. (2013). *Jogos inclusivos : diretrizes de acessibilidade para jogos digitais* [Dissertação de Mestrado, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. [GS Search].
- Costa, A. B. d., Picharillo, A. D. M., & Elias, N. C. (2016). Habilidades Matemáticas em Pessoas com Deficiência Intelectual: um Olhar Sobre os Estudos Experimentais. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 22(1), 145–160. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382216000100011> [GS Search].
- Dutra, T., Felipe, D., Gasparini, I., & Maschio, E. (2021a). Educational Digital Games and Computational Thinking for students with Intellectual Disabilities-Guidelines for accessibility. *2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 314–316. <https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00101> [GS Search].
- Dutra, T., Felipe, D., Gasparini, I., & Maschio, E. (2021b). A Systematic Mapping of Guidelines for the Development of Accessible Digital Games to People with Disabilities. Em M. Antona & C. Stephanidis (Ed.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience* (pp. 53–70). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78092-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78092-0_4) [GS Search].
- Dutra, T., Tondorf, D. F., Zils, T. A., Ferreira, A. E., Gasparini, I., da Silva Hounsell, M., & Maschio, E. (2021). Métodos de avaliação de IHC no contexto de Jogos Sérios Educacionais: Um Mapeamento Sistemático. *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 564–575. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.217450> [GS Search].
- Falcão, T. P., Gomes, T. C. S., & Albuquerque, I. R. (2015). O pensamento computacional através de jogos infantis: uma análise de elementos de interação. *Anais do XVI IHC-Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais-IHC*. <https://doi.org/10.1145/3148456.3148485> [GS Search].



- Felipe, D. (2021). Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio de um Jogo Digital Educacional inspirado na vida real [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado de Santa Catarina]. <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000086/00008686.pdf>
- Fisher, C. (2014). *Designing games for children: Developmental, usability, and design considerations for making games for kids*. CRC Press. [GS Search].
- França, R. S. d., Silva, W. C. d., & Amaral, H. J. C. d. (2012). Ensino de ciência da computação na educação básica: Experiências, desafios e possibilidades. *XX Workshop sobre Educação em Computação, 4*. [GS Search].
- Gomes, T., Barreto, P., Lima, I. R. A., & Falcão, T. P. (2015). Avaliação de um jogo educativo para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação infantil. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 4*(1), 1349. <https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2015.1349> [GS Search].
- González-González, C. S., Herrera-González, E., Moreno-Ruiz, L., Reyes-Alonso, N., Hernández-Morales, S., Guzmán-Franco, M. D., & Infante-Moro, A. (2019). Computational thinking and down syndrome: An exploratory study using the KIBO robot. *Informatics, 6*(2), 25. <https://doi.org/10.3390/informatics6020025> [GS Search].
- Guarda, G., & Goulart, I. (2018). Jogos lúdicos sob a ótica do pensamento computacional: Experiências do projeto logicamente. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simposio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), 29*(1), 486. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.486> [GS Search].
- IGDA Game Accessibility. (2004). Accessibility in games: Motivations and approaches. <https://g3ict.org/publication/igda-accessibility-in-games-motivations-and-approaches>
- Kaminski, M. R., Klüber, T. E., & Boscaroli, C. (2021). Pensamento computacional na educação básica: Reflexões a partir do histórico da informática na educação brasileira. *Revista Brasileira de Informática na Educação, 29*, 604–633. <https://doi.org/10.5753/rbie.2021.29.0.604> [GS Search].
- Kato, O. M., & Maranhão, C. (2012). Procedimentos de ensino de leitura e aprendizagem sem erros. *Contribuições da análise do comportamento à prática educacional, 153–179*. [GS Search].
- Lanyi, C. S., Brown, D. J., Standen, P., Lewis, J., & Butkute, V. (2012). Results of user interface evaluation of serious games for students with intellectual disability. *Acta Polytechnica Hungarica, 9*(1), 225–245. [GS Search].
- Leite, P. d. S., & Mendonça, V. G. (2013). Diretrizes para game design de jogos educacionais. *Proc. SBGames, Art Design Track, 132–141*. [GS Search].
- Lima, A. A., de Oliveira, M. C., & Nunes, M. A. S. N. (2022). A Transversalidade do Pensamento Computacional: Algumas Justificativas. *Anais do I Workshop de Pensamento Computacional e Inclusão, 73–85*. <https://doi.org/10.5753/wpci.2022.227528> [GS Search].
- Malaquias, F. F. O., Lamounier Jr, E. A., Cardoso, A., de Oliveira Santos, C. A., & Pacheco, M. A. B. (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. <https://doi.org/10.5753/rbie.2012.20.2.17> [GS Search].
- Malheiro, C. A. L., Yanaze, L. K. H., & Lima, V. S. (2020). *Games acessíveis para Educação* [E-book do Curso]. UFSCar. <https://cursos.poca.ufscar.br/course/view.php?id=84>

- MEC. (2022). Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12*, 1–10. <https://doi.org/10.5555/2227115.2227123> [GS Search].
- Rodriguez, C., Zem-Lopes, A. M., Marques, L., & Isotani, S. (2015). Pensamento Computacional: transformando ideias em jogos digitais usando o Scratch. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 21(1), 62–71. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.62> [GS Search].
- 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>
- Sommerville, I. (2021). *Engenharia de Software* (9ª ed.). Pearson Education do Brasil Ltda. [GS Search].
- Valenza, M. V., Hounsell, S., Gasparini, I., et al. (2018). Guidelines para Game Design de Jogos Sérios para Crianças. *Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*. [GS Search].
- Vicari, R. M., Moreira, A. F., & Menezes, P. F. B. (2018). Pensamento computacional: revisão bibliográfica. [GS Search].
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> [GS Search].
- Zednik, H., Takinami, O., Brasil, R., Sales, S. B., & Araujo, S. (2019). Contribuições do Software Scratch para Aprendizagem de Crianças com Deficiência Intelectual. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 25(1), 394–403. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.394> [GS Search].