

Design de Jogos Digitais Sérios usados para o Exercício de Habilidades do Pensamento Computacional em Crianças com Transtorno do Espectro Autista

Katherin Felipa Carhuaz Malpartida¹, Kamila Rios da Hora Rodrigues¹

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos– SP – Brazil

katherinm@usp.br, kamila.rios@icmc.usp.br

Resumo. *O Pensamento Computacional (PC) é um processo do raciocínio centrado na resolução de problemas que envolve o aprimoramento de um conjunto de habilidades cognitivas. Os jogos sérios também podem contribuir para exercitar essas habilidades, uma vez que são ferramentas lúdicas e adaptáveis para uma diversidade de públicos. Este trabalho apresenta o design de um jogo digital sério para ajudar no exercício de habilidades cognitivas por meio do emprego dos pilares do PC em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Uma primeira iteração de design do jogo já foi conduzida e deverá ser avaliada por profissionais da Saúde e Educação de uma instituição parceira.*

1. Introdução

O Pensamento Computacional (PC) é um tópico que vem ganhando relevância nos últimos anos [Tekdal 2021]. O termo foi popularizado em 2006 pela cientista Jeannette Wing, que descreve o PC como uma abordagem de resolução de problemas e que combina o pensamento lógico com as construções de programação da Ciência da Computação. Ela enfatiza que o PC e seus preceitos deveriam ser aprendidos por todos os indivíduos, uma vez que não é uma habilidade exclusiva para pessoas da área de tecnologia [Wing 2006].

O PC pode ser ensinado a partir de quatro núcleos que contemplam os processos de resolução de problemas. Esses núcleos são conhecidos como pilares, são eles: Decomposição (segmentação de um problema em partes menores e mais fáceis de resolver), Reconhecimento de padrões (identificação de características compartilhadas entre os problemas e suas soluções), Abstração (filtragem de dados e sua classificação, priorizando os que são relevantes e descartando os irrelevantes), e Algoritmos (conjunto de instruções claras e necessárias para a solução de um problema) [Brackmann 2017, Wing 2006, ISTE/CSTA 2011].

Países como Reino Unido, Inglaterra, Estados Unidos, entre outros, já incorporaram estratégias para implementação das tecnologias na Educação Básica [Raabe et al. 2018]. Essas estratégias abrangem a inclusão de disciplinas no currículo escolar, nas quais os conceitos do PC são explorados de forma transversal, por meio de atividades que usam as tecnologias em diferentes disciplinas do currículo [Valente 2016].

No Brasil, uma das entidades que apoia o ensino de Computação nas escolas é a Sociedade Brasileira de Computação (SBC). A SBC enfatiza que o entendimento básico da Computação é tão fundamental para a vida na sociedade atual quanto a compreensão de matemática, filosofia, física e outras disciplinas. A Computação oferece conhecimentos

sobre o mundo digital, bem como estratégias e ferramentas para tratar problemas considerados complexos [SBC 2017].

No contexto da educação inclusiva, todos os estudantes deveriam ter acesso aos conceitos do PC e oportunidades para desenvolver habilidades diversas, incluindo estudantes com alguma deficiência ou necessidade educacional específica. O paradigma inclusivo orienta a adotar abordagens coletivas e a viver em comunidade, reconhecendo e respeitando as diferenças entre os indivíduos. A partir desse entendimento, se torna essencial criar ambientes que sejam propícios para uma aprendizagem inclusiva, especialmente quando são consideradas as pessoas com Deficiência Intelectual (DI) [Stainback and Stainback 1999].

A DI se caracteriza por limitações significativas apresentadas no funcionamento cognitivo e na capacidade de adaptação comportamental, abrangendo áreas como habilidades práticas, interpessoais e conceituais. Essa condição se manifesta desde os primeiros estágios do desenvolvimento, geralmente antes dos 18 anos [AAIDD 2021]. Na DI há uma limitação no desenvolvimento das funções necessárias para compreender e interagir com o meio (ex. Transtorno do Espectro Autista (TEA), Síndrome de Down, entre outros) [Organization et al. 1992]. As pessoas com DI apresentam limitações em habilidades como: atenção, memorização, compreensão de conceitos, generalização e abstração [Malaquias et al. 2012].

O PC pode auxiliar as crianças com DI estimulando e exercitando novas habilidades intelectuais. Para isso, é necessário realizar intervenções por meio de métodos e ferramentas adequadas. Entre os recursos cada vez mais utilizados neste contexto, estão os Jogos Digitais Sérios (JDS). Os JDS podem ser usados para viabilizar a aquisição do PC, além de estimular o exercício de funções cognitivas em crianças com DI por meio de experiências lúdicas [Oliveira et al. 2015].

Este artigo apresenta o processo de design de um jogo sério experimental para o exercício de habilidades de compreensão de conceitos, generalização e abstração em crianças no espectro autista, por meio do emprego dos pilares do PC. A partir da análise do jogo experimental criado e, posteriormente avaliado por partes interessadas, uma nova mecânica de jogo será disponibilizada na plataforma de autoria de jogos RUFUS¹, desenvolvida e mantida pelo grupo de pesquisa das autoras. Ao usar a RUFUS os profissionais poderão criar jogos personalizados para a sua população de interesse.

Os resultados finais deste projeto incluem, portanto, a oferta de um jogo sério que pode ser usado por profissionais de Saúde e Educação de todo o Brasil no exercício dos pilares do PC; e a implementação de uma nova mecânica de jogo na RUFUS que permita a instanciação não só do jogo experimental aqui pontuado, mas também de outros jogos na mesma mecânica, mas personalizados com o tema, textos e mídias de interesse do profissional para o seu público.

Para o design do jogo experimental foi adotada a abordagem SemTh [de Souza et al. 2019], idealizada para apoiar o design de jogos sérios que visa a coprodução em conjunto com as diferentes partes interessadas no projeto. O design do jogo considerou diretrizes de acessibilidade encontradas na literatura para o desenvolvimento de jogos digitais usados por pessoas com deficiência intelectual [Dutra et al. 2021],

¹<https://rufus.icmc.usp.br>

além do guia GAIA², que contém 28 recomendações de acessibilidade Web focado nos aspectos do autismo [Pichiliani 2020]. Essas diretrizes e recomendações serão consideradas desde o levantamento de requisitos até a avaliação do jogo.

Este documento é composto pelas seguintes partes: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, a Seção 3 detalha o processo de design do jogo e, por fim, a Seção 4 abrange as considerações finais e os trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

A fim de contextualizar esta pesquisa no cenário atual, foram examinados estudos que investigaram intervenções baseadas em jogos digitais sérios para o exercício de habilidades do Pensamento Computacional em crianças com deficiência intelectual. Duas pesquisas similares são descritas a seguir.

2.1. CodaRoutine

O trabalho apresenta o processo de design e implementação de um jogo sério para crianças no espectro autista. O objetivo do jogo é desenvolver habilidades de resolução de problemas e ensinar conceitos básicos de programação (sequência, condicional e interação). Os autores consideraram as características e estilos de aprendizado desse público, e implementaram uma interface gráfica simples, com *feedback* imediato e recompensas para estimular a participação e engajamento das crianças. O jogo é constituído por três níveis de dificuldade e cada um possui três etapas. Ao longo do jogo, são apresentadas tarefas relacionadas às atividades cotidianas das crianças, tais como preparar a lancheira para a escola, preparar a mochila para o próximo dia de aula e decorar uma árvore de natal. Os cenários onde o jogador interage são a cozinha, o quarto e a sala de estar. A avaliação do jogo foi realizada por meio de grupos focais, inicialmente com crianças neurotípicas e depois com crianças com TEA. Os resultados evidenciaram que a maioria das crianças teve controle do jogo, compreendendo as tarefas e considerando o jogo divertido e interessante. A partir dessas conclusões, os autores afirmaram que, com a exposição adequada, o jogo pode se tornar uma ferramenta efetiva no ensino de conceitos de programação e habilidades de resolução de problemas para crianças com TEA [Elshahawy et al. 2020].

No entanto, é fundamental identificar algumas limitações inerentes à implementação do jogo: 1) o jogo foi desenvolvido apenas em versão Web e não oferece suporte para plataformas móveis, o que pode restringir seu acesso e usabilidade, considerando a crescente preferência por dispositivos móveis em contextos educacionais; 2) não há opções de personalização em relação à configuração dos cenários, fases e níveis, o que pode limitar a capacidade de adaptação do jogo para diferentes contextos de aprendizado e para a diversidade de público-alvo. Assim, embora o jogo ofereça benefícios significativos no exercício do PC, essas limitações podem influenciar a sua eficácia e utilidade em certos cenários educacionais.

2.2. Pensar e Lavar

Trata-se de um jogo digital educacional que visa desenvolver, de forma intrínseca, o Pensamento Computacional em crianças neurotípicas e com deficiência intelectual. O jogo tem como foco o processo de lavagem de roupas e ao longo das três fases o jogador deve

²<https://gaia.wiki.br/>

realizar tarefas como a separação das peças de roupas, em seguida o processo de lavagem e, por fim, guardar as peças já lavadas. Cada fase trata os pilares do PC e permite que o jogador desenvolva habilidades como o raciocínio lógico e crítico, resolução de problemas, abstração, entre outras [Dutra et al. 2022, Dutra 2022]. O jogo também considera um conjunto de diretrizes de acessibilidade que incluem: interface de fácil entendimento, textos claros, linguagem simples, *feedback*, progressão gradual dos níveis, elementos motivadores, entre outros [Dutra et al. 2021].

Uma das limitações identificadas no jogo é que esse requer instalação individual em cada computador em que se deseja utilizá-lo. Não há versões Web e móvel, o que limita a flexibilidade de acesso, considerando especialmente a diversidade de dispositivos utilizados em ambientes educacionais. Embora o jogo permita a configuração das fases e níveis, esse não é flexível em relação à configuração dos cenários, o que pode não atender plenamente às necessidades de personalização e adaptação para diferentes contextos de ensino e especificidades de cada jogador.

As pesquisas descritas mostram resultados promissores indicando que crianças com deficiência intelectual podem exercitar as habilidades relacionadas ao pensamento computacional por meio de jogos sérios. Sendo assim, este trabalho visou o design de um jogo digital sério focado no exercício das habilidades do pensamento computacional. Um aspecto diferenciador é a adoção da plataforma de autoria de jogos RUFUS, conforme supracitado, que possibilitará aos profissionais de Saúde ou Educação usar o jogo experimental aqui projetado, ou ainda criarem seus próprios jogos de forma personalizada, conforme os objetivos de aprendizagem de cada criança, sendo assim um recurso flexível. A próxima seção detalha o processo de design do jogo experimental.

3. Design de jogos digitais sérios para o desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional

Para guiar o processo de design do protótipo de jogo idealizado nesta pesquisa, foi empregada a abordagem SemTh [de Souza et al. 2019], que visa garantir a ativa contribuição de partes interessadas, sobretudo de especialistas de diferentes áreas, que não apenas a Computação, no processo de criação da solução. Além disso, a SemTh busca viabilizar a comunicação entre as partes interessadas por meio da definição de etapas e atividades a serem desenvolvidas. A SemTh propõe quatro etapas fundamentais: Clarificação do problema de design, Modelagem da Interação, Materialização do Design e Avaliação. Em cada etapa a abordagem disponibiliza um conjunto de atividades a serem conduzidas e é possível realizar ciclos de iteração entre as etapas.

Este projeto empregou as etapas da SemTh, que respaldou o avanço em duas frentes do projeto: 1) o design de um jogo específico para o contexto e público aqui tratados, 2) na identificação de elementos generalizáveis para uma mecânica de jogo que deverá ser implementada na plataforma de autoria RUFUS, permitindo que outros jogos possam ser criados na mesma mecânica para contextos distintos e por outros profissionais. Essa última frente avança os projetos na área de *End-User Development* [Paternò and Wulf 2017] do grupo de pesquisa [da Hora Rodrigues et al. 2023, da Hora Rodrigues et al. 2022, Rodrigues et al. 2022, Rodrigues et al. 2021].

A seção a seguir descreve as atividades realizadas em cada etapa da SemTh instanciada neste projeto.

3.1. Clarificação do problema de design - Primeira Iteração

Esta etapa se concentra na compreensão do cenário de aplicação do jogo e na formulação de uma abordagem adequada para a sua concepção. Inicialmente foi realizado um estudo da literatura complementado por achados de recursos disponíveis em outros repositórios, tais como plataformas e lojas de jogos digitais. O estudo buscou identificar jogos que promovem o desenvolvimento do pensamento computacional e habilidades de aprendizagem em crianças neurotípicas e com deficiência intelectual. Os principais jogos identificados e considerados neste trabalho foram aqueles descritos na Seção 2. Posteriormente, foram selecionados elementos que passaram a compor a estrutura do jogo digital experimental, aqui nomeado de “Nossa Rotina”. Diretrizes de acessibilidade, como supracitado, também foram consideradas para a elaboração do protótipo [Dutra 2022, Britto 2016, Pichiliani 2020].

O objetivo educacional do jogo proposto neste projeto está relacionado ao conceito do PC e à resolução de problemas, incluindo o exercício das competências e habilidades que englobam a Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos. Esses pilares foram considerados nas pesquisas de criação de jogos digitais encontrados na revisão da literatura e já citados [Dutra et al. 2022, Elshahawy et al. 2020]. Em relação às competências e habilidades que serão desenvolvidas no jogo “Nossa Rotina”, está sendo considerado como referência o currículo apresentado pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB)³ [Raabe et al. 2018]. Para exercitar essas habilidades, o jogo deverá apresentar atividades relacionadas à rotina diária do público-alvo. Um resumo das habilidades relacionadas às atividades da vida diária apresentadas no jogo “Nossa Rotina” *versus* os pilares do PC é descrito na Tabela 1.

As atividades da vida diária foram selecionadas a partir de uma pesquisa exploratória em estudos e recursos disponíveis na Web. Foram encontradas lojas digitais com brinquedos educacionais voltados ao treinamento da rotina em crianças, tais como⁴: Quadro Educativo Infantil e Jogo Magnético Minha Rotina. Esses jogos consideram que as atividades da rotina são metas (ex.: acordar, tomar banho, escovar os dentes) compostas de elementos ou peças (ex.: pente, sabonete, creme dental), que a criança deve organizar segundo o seu dia a dia. Os jogos são utilizados por profissionais como terapeutas e professores para auxiliar na organização da rotina das crianças, junto a família, em espaços de educação e consultórios.

Em relação aos requisitos de acessibilidade, incluindo aqueles específicos para pessoas com DI, foi considerado um mapeamento sistemático realizado previamente na literatura que identificou os trabalhos de Dutra [Dutra 2022] e Pagani [Britto 2016, Pichiliani 2020]. O trabalho de Dutra foca em 16 diretrizes para deficiência intelectual e o de Pagani traz 10 categorias e 28 recomendações, com diretrizes específicas para projetar interfaces com o foco em pessoas no espectro autista. A Tabela 2 apresenta a lista dos requisitos gerados nesta etapa de clarificação do problema de design usando a SemTh.

Os requisitos identificados na literatura e a partir de outros jogos deverão ser validados por profissionais da Saúde e Educação de uma instituição parceira deste projeto por meio de oficinas participativas e sessões de *brainstorming*. Assim, uma nova iteração

³<https://cieb.net.br/>

⁴<https://brinquedosbabebi.com.br> e <https://nigbrinquedos.com.br>

Tabela 1. Pilares do PC e habilidades propostos no jogo “Nossa Rotina”.

Pilar primário do PC jogo Nossa Rotina	Habilidade e Práticas do PC (CIEB) [Raabe et al. 2018]
Reconhecimento de padrões. Analisar o conjunto de elementos apresentados na tela e identificar os itens que correspondem às atividades de higiene corporal. (Opção Item).	Identificar padrões em conjunto de objetos. Prática: Encontrar formas, cores ou melodias que se repetem em um conjunto.
Decomposição. Compreender o conjunto de elementos que envolvem as atividades da rotina e identificar os itens necessários para cada uma delas. (Opção Atividades).	Compreender o conceito de decomposição utilizando brinquedos físicos. Prática: Identificar quais peças são necessárias para montar um brinquedo (Ex.: carro - rodas, direção, bancos, etc.).
Algoritmo. Definir a sequência de passos necessários para cada atividade proposta, selecionar e ordenar os itens corretos. (Opção Algoritmo).	Compreender o conceito de algoritmo como uma sequência de passos ou instruções. Prática: Executar algoritmos relacionados a movimentos do corpo.
Abstração. Aplicada durante todas as opções do jogo.	Identificar informações importantes e descartar informações irrelevantes. Prática: Procurar em situações rotineiras que podem ser convertidas em uma sequência de instruções.

desta etapa da SemTh ainda será conduzida.

3.2. Modelagem da Interação - Primeira Iteração

Nesta etapa, a abordagem SemTh sugere o uso de uma Linguagem de Modelagem de Domínio Específico para Aplicações Terapêuticas [Garcia et al. 2016]. Essa linguagem emprega representações gráficas para objetos multimídia (ex.: imagem de fundo, efeito sonoro, texto); selos (ex.: F para opções de flexibilidade, P para pontuação, OT para definir os objetivos terapêuticos, entre outros) e agrupamentos (ex.: cenários e sub-cenários). O uso desses elementos facilita a comunicação entre profissionais multidisciplinares. Esses elementos podem usados durante uma atividade de *brainstorming* ou práticas de Design Participativo [Schuler and Namioka 1993].

Para a primeira versão experimental do jogo foram consideradas atividades da vida diária das crianças, tais como escovar os dentes e tomar banho. Os itens de cada atividade são os componentes necessários para exercitar tais atividades, sendo eles: escova de dente, creme dental, sabão, etc. Em cada fase do jogo, serão exercitados os pilares do PC (abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo); um pilar primário por cada fase, sendo os outros complementares para a resolução das tarefas estabelecidas. Uma primeira modelagem de telas do jogo proposto no projeto foi realizada.

A Figura 1(a) ilustra a modelagem da primeira fase para o exercício do PC, relacionado ao pilar primário - Reconhecimento de padrões. Nessa tela, o jogador deve identificar os itens e colocá-los no lugar correto (ação D). O selo de flexibilidade (selo F) corresponde à escolha que jogador fará, em que as possibilidades foram configuradas pelo

Tabela 2. Tabela de Requisitos do jogo “Nossa Rotina” com a origem e grau de importância.

No	Requisito	Origem	Grau
R1	Auxiliar no exercício dos conceitos básicos do PC (resolução de problemas)	Definição dos Objetivos educacionais [Raabe et al. 2018]	Alto
R2	Abordar de forma clara os quatro pilares do PC (Abstração, reconhecimento de padrões, decomposição e algoritmo)	Definição dos Objetivos educacionais [Raabe et al. 2018]	Alto
R3	Apresentar atividades da vida diária de forma lúdica	Definição dos Objetivos educacionais [Raabe et al. 2018]	Alto
R4	Ter uma interface simples, facilitando a compreensão e minimizando a inclusão de muitos elementos na tela (eliminar animações complexas, fontes não convencionais, elementos que piscam ou brilham)	Literatura/Diretrizes [Pichiliani 2020] [Dutra et al. 2021]	Alto
R5	Apresentar uma interface padronizada (ex.: cores, ícones, símbolos, etc.)	Literatura/Diretrizes [Pichiliani 2020] [Dutra et al. 2021]	Alto
R6	Empregar botões de controle como Ajuda, Pausa, Voltar e Cancelar. Evitar direcionamentos automáticos	Literatura/Diretrizes [Pichiliani 2020] [Dutra et al. 2021]	Alto
R7	Prover diferentes graus de dificuldade. Os desafios devem avançar conforme o aumento das habilidades do jogador	Literatura/Diretrizes [Dutra et al. 2021]	Alto
R8	Incorporar elementos engajadores como pontuação e vidas	Literatura/Diretrizes [Dutra et al. 2021]	Alto
R9	Fornecer <i>feedback</i> visual e sonoro	Literatura/Diretrizes [Pichiliani 2020] [Dutra et al. 2021]	Médio
R10	Permitir a personalização do jogo (ex.: escolha de personagens, fases e níveis de dificuldade)	Literatura/Diretrizes [Pichiliani 2020] [Dutra et al. 2021]	Médio
R11	Permitir que um mediador (profissional responsável) personalize o jogo, configurando as fases e os níveis de dificuldade	Literatura/Diretrizes [Dutra et al. 2021]	Médio

profissional mediando a interação com o jogo, e considerando a quantidade de itens que serão visualizados pelo jogador (podendo ser 2, 4 ou 6 itens). A quantidade de itens está vinculado ao objetivo terapêutico (selo OT!), pois indicará a habilidade do jogador para identificar tais itens. É possível notar ainda que esta tela do jogo prevê uma imagem de fundo. Ao final de cada fase é apresentada uma mensagem de *feedback* positivo (visual e auditivo), previamente configurada pelo profissional. Sobre o *feedback* negativo (visual

e auditivo), o jogador terá cinco tentativas para resolver o jogo, caso não consiga, uma mensagem poderá ser exibida sugerindo jogar novamente (caso o profissional julgue pertinente ao objetivo do jogo). As ações devem ser salvas para geração de relatórios (selo R). A pontuação do jogador é coletada, tanto para itens colocados em locais corretos, como não (selo P) e estão associados a uma ação do jogador (A).

A segunda fase, que tem como pilar primário a Decomposição, ilustrada na Figura 1(b), o jogador deve identificar e selecionar os itens que correspondem a cada atividade exibida (ação D). O selo de flexibilidade (F) indica que o jogador poderá fazer escolhas definidas previamente pelo profissional mediador, nesse caso: a escolha do número de atividades que serão exibidas e o seu formato - que pode ser áudio ou imagem. Essas atividades estão vinculadas ao objetivo terapêutico (OT!) do jogo, pois determinarão o número de itens corretos que o jogador apontou.

A Figura 1(c), por sua vez, ilustra a modelagem criada para a terceira fase do jogo, relacionada ao pilar Algoritmo. Nessa tela o jogador deve identificar a ordem dos itens para cada atividade, estabelecendo uma sequência organizada (ação D). O selo de flexibilidade (F) é exibido, pois representa uma escolha do jogador que foi previamente definida pelo profissional mediador, nesse caso: a determinação da ordem e os itens que serão exibidos.

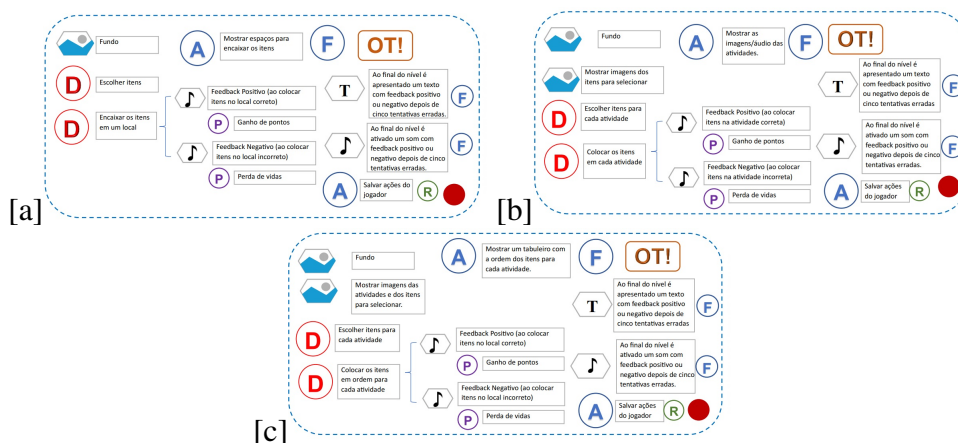


Figura 1. Modelagem das telas do jogo: a) Fase 1, b) Fase 2, c) Fase 3.

Todas as ações do jogador serão armazenadas para gerar relatórios (selo R), e estarão disponíveis *a posteriori* para o profissional mediador, a fim de que os mesmos possam analisar o tempo, a pontuação, os erros e as escolhas das crianças durante o jogo.

Em uma nova iteração dessa etapa, as modelagens serão avaliadas pelos profissionais de Saúde e Educação da instituição parceira deste projeto, e ajustes podem ser feitos antes da fase de implementação do jogo, após design do mesmo.

3.3. Materialização do Design - Primeira Iteração

Seguindo as etapas da SemTh, e considerando os resultados das etapas anteriores, uma primeira materialização do jogo foi sugerida. Trata-se de um protótipo de média fidelidade. Nesta etapa é recomendada ainda a criação do *Game Design Document* (GDD). Esse documento é um instrumento textual, que abrange todas as características de um jogo, desde os conceitos iniciais até detalhes como design de níveis e sons

[Pedersen 2003]. Alguns dos componentes mais importantes do GDD são: visão geral, aspectos fundamentais, objetivos essenciais do jogo, personagens, entre outros [Schuyttema 2008]. No GDD deste projeto foram descritas as características do jogo⁵, baseadas nos resultados do levantamento dos requisitos (ver Tabela 2).

As subseções a seguir descrevem os aspectos fundamentais do jogo, bem como suas fases e como o mesmo deverá ser implementado na plataforma RUFUS, na sua versão final, a ser disponibilizada aos jogadores e profissionais envolvidos.

3.3.1. Aspectos fundamentais do jogo

O jogo digital sério deste projeto visa auxiliar no exercício de habilidades de compreensão de conceitos, generalização e abstração em crianças no espectro autista, por meio do emprego dos pilares do PC (requisitos R1, R2). Os itens e atividades do jogo correspondentes à rotina diária das crianças (R3), deverão ser configuradas na plataforma de autoria RUFUS. Essa plataforma, já existente, tem duas interfaces: uma Web para que profissionais possam configurar os jogos a partir de *templates* de jogos (denominadas de mecânicas) pré-definidos; e uma interface móvel (aplicativo Android) em que os jogadores interagem com o jogo configurado. A interface Web, além de permitir a criação de jogos e o cadastro dos usuários (R11), disponibiliza o relatório de interação do jogador com o jogo. Seguindo as diretrizes de acessibilidade, o jogo tem uma interface simples (R4) e padronizada (R5), incluindo botões de controle, como ajuda e pausa (R6).

O jogo, no aplicativo móvel, é composto por 3 fases, com 3 níveis de dificuldade (R7) os quais incorporam elementos engajadores como a pontuação, um número determinado de vidas (R8) e *feedback* imediato (R9). O jogador tem a possibilidade de escolher seu personagem, as fases e os níveis que deseja jogar (R10) (opções previamente configuradas pelo profissional mediador). As configurações mencionadas serão realizadas pelo profissional mediador, por meio da interface Web, viabilizando a personalização para atender necessidades específicas de cada jogador (R11).

3.3.2. Fases do jogo

Cada uma das três fases do jogo representa itens e atividades que são parte da rotina diária das crianças. Na Fase 1 (Reconhecimento de padrões), o jogador deve relacionar os itens de higiene corporal com suas sombras correspondentes. A Fase 2 (Decomposição) mostra itens de higiene corporal e atividades da rotina, e o jogador deve analisar quais itens correspondem à atividade exibida. Na Fase 3 (Algoritmo) o jogador deve observar a atividade apresentada, escolher os itens que correspondem à essa atividade e colocá-los por ordem lógica de aplicação. A Figura 2 ilustra as telas das três fases do jogo, materializadas em um primeiro protótipo de média fidelidade, seguindo as modelagens criadas na segunda etapa da SemTh.

A ferramenta Figma⁶ foi usada para criar o protótipo e a interação entre as telas

⁵Disponível para consulta em: <https://docs.google.com/document/d/12vtUZ7-J1b5ZUr1YWq9T4XV6VqeP8hjYKciYmwjoAEg/edit?usp=sharing>

⁶<https://www.figma.com/>

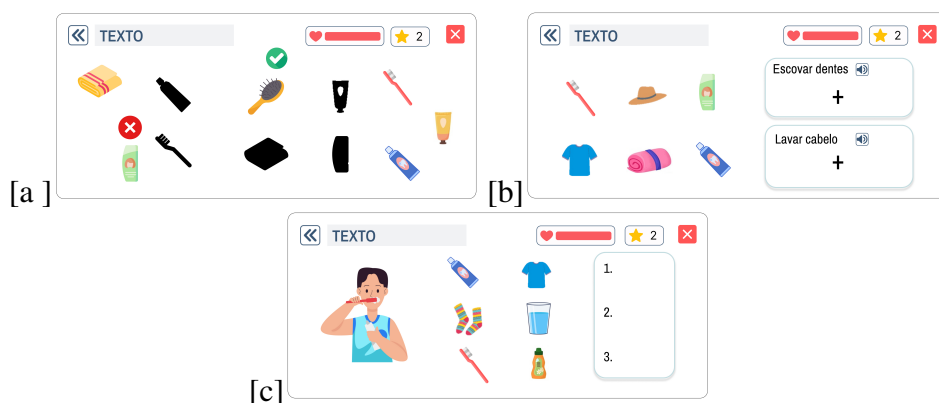


Figura 2. Telas prototipadas do jogo: a) Fase 1, b) Fase 2, c) Fase 3.

projetadas. Adicionalmente, foram usados recursos gratuitos disponíveis nas plataformas⁷ Freepik e Flaticon para as imagens do jogo.

3.3.3. Implementação da nova mecânica na plataforma de autoria

O jogo digital sério desenvolvido neste projeto foi analisado para identificar elementos generalizáveis do mesmo, de forma a permitir uma posterior criação de diferentes jogos no mesmo estilo. O objetivo era permitir que a mecânica de seleção e posicionamento de itens, descrita na seção anterior e materializada nos protótipos de média fidelidade do jogo, pudesse ser incluída na plataforma de autoria RUFUS, permitindo assim a criação não só desse jogo em sua versão funcional, mas também de outros jogos de interesse dos profissionais, que pudessem fazer uso dessa mesma mecânica, reaproveitando o tema e mídias do "Nossa Rotina", ou criando jogos totalmente novos.

Tendo em vista a proposta do projeto de inserção de uma nova mecânica na plataforma de autoria para viabilizar a criação do jogo aqui projetado e de outros similares, uma primeira prototipação da interface Web da RUFUS para configuração do jogo foi realizada. Essa proposta está em fase de validação junto ao time de desenvolvimento da plataforma, para analisar a viabilidade da implementação. Ressalta-se que atualmente tal plataforma já disponibiliza *templates* pré-definidos de outras cinco mecânicas de jogo (perguntas e respostas, encaixe, coleta de itens, narrativa - em que o profissional configura a narrativa e suas rotas, e narrativa invertida - em que o jogador cria a sua história a partir de elementos pré determinados pelo profissional).

Na prototipação foram analisadas as mecânicas já implementadas na plataforma, a fim de ter uma referência na configuração da nova mecânica e observar o reuso de partes/mecânicas já existentes. Foram consideradas as mesmas dimensões, cores e posições dos botões empregados na identidade visual da plataforma. As telas iniciais coletam informações comuns em todos os demais jogos, sendo eles: nome, descrição, áudio associado e imagem de fundo. O profissional pode fazer o *upload* de elementos como: 1) imagens de personagens que permitirão ao jogador escolher um avatar para usar no jogo, 2) imagens dos itens de higiene corporal (ex.: sabão, toalha, creme dental), 3) atividades

⁷<https://www.flaticon.com/> e <https://br.freepik.com/>

rotineiras das crianças (ex.: lavar as mãos, tomar banho, acordar) essas atividades podem estar em formato de texto, imagem ou áudio para facilitar o entendimento das crianças. A Figura 3(a) ilustra a configuração desses elementos. O profissional deverá ainda configurar as fases e níveis, segundo os objetivos educacionais, atribuindo nomes, ícones e imagens de fundo a cada fase e nível criado. Em seguida, o profissional pode ajustar os itens e as atividades que serão visualizadas pelo jogador, configurando três opções relacionadas ao desenvolvimento dos pilares do Pensamento Computacional, são elas: 1) Opção Itens - emprega como pilar primário o Reconhecimento de padrões, e os demais pilares são complementares. A Figura 3(b) ilustra essa opção; 2) Opção Atividades - se refere ao desenvolvimento do pilar primário Decomposição, essa opção é ilustrada na Figura 3(c) e 3) Opção Sequência - vinculada ao pilar Algoritmo, conforme ilustrado na Figura 3(d). O pilar de Abstração é desenvolvido implicitamente durante todas as fases do jogo.

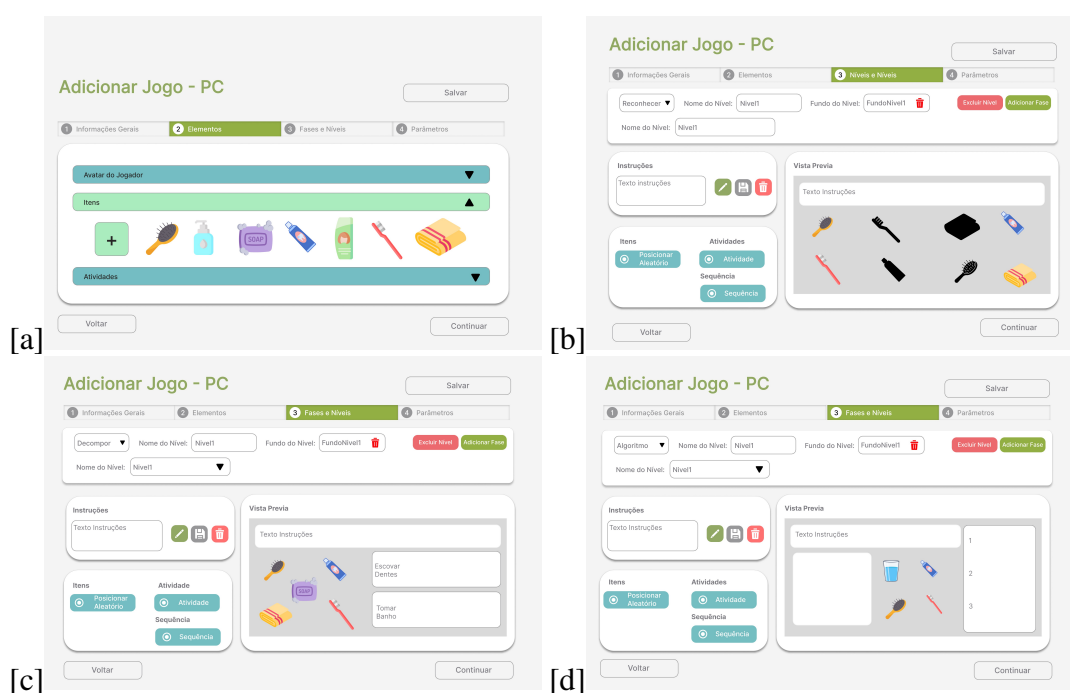


Figura 3. Primeira materialização das telas da nova mecânica: a) Tela com Reconhecimento de Padrões, b) Tela com Decomposição, c) Tela com Algoritmo, d) Tela de configuração.

Por fim, como nas demais mecânicas, os parâmetros de *feedback* positivo e negativo podem ser configurados pelo profissional, podendo eles ser em formato textual ou sonoro.

3.4. Avaliação do Protótipo

Essa etapa visa identificar e corrigir eventuais problemas ou erros antes da implementação do jogo, assim, a equipe pode retroceder às etapas anteriores com o intuito de promover correções ou inclusões de novos requisitos, até a conclusão do fluxo delineado pela abordagem [de Souza et al. 2019]. Até o momento, neste projeto, foram conduzidas uma iteração das três primeiras etapas da abordagem, tendo como trabalho em fase de planejamento a avaliação do protótipo junto aos profissionais da instituição parceira. Na avaliação será disponibilizado o link do protótipo do jogo – em sua versão móvel, na

ferramenta Figma, e os profissionais poderão interagir livremente com o protótipo. Na sequência, esses participarão de uma entrevista semiestruturada e responderão a questionários para avaliação de usabilidade (SUS - *System Usability Scale* [Brooke 2013]) e aceitabilidade (TAM - *Technology Acceptance Model* [Davis et al. 1989]) do jogo.

Os resultados das avaliações dos profissionais serão analisados junto à equipe de desenvolvimento da plataforma. Essa análise pode levar à ajustes na proposta, na modelagem e na materialização do jogo e, assim, à ajustes nas interfaces Web e móvel da plataforma. Mudanças de design dos elementos de interface e de interação do jogo também poderão emergir das avaliações e serão analisadas pelo grupo. Após a implementação do jogo serão conduzidos estudos de caso longitudinais com o público alvo a fim de verificar a efetividade do mesmo.

Ressalta-se que essas etapas de validação e avaliação com profissionais da Saúde e Educação da instituição parceira aguardam aprovação do comitê de ética em pesquisa para serem conduzidas.

4. Considerações Finais

Este artigo descreve atividades de um projeto mais amplo que visa disponibilizar um jogo digital sério de apoio a profissionais de Saúde e Educação no exercício de habilidades relacionadas aos pilares do pensamento computacional em crianças no espectro autista. Estão sendo adotadas práticas do Design Participativo [Schuler and Namioka 1993], de modo que as diferentes partes interessadas no projeto possam participar do processo de construção da solução. A instanciação da abordagem SemTh representa uma das contribuições deste trabalho, uma vez que pode ser usada por outros pesquisadores no design de jogos sérios para o público aqui descrito.

A literatura apresenta outros jogos similares, no entanto, o diferencial desta proposta é permitir que o profissional da Saúde e/ou Educação personalize o jogo para adequar às necessidades específicas de cada jogador. Além disso, os dados de interação com o jogo são enviados aos profissionais para que os mesmos possam analisar e conduzir intervenções que julgarem necessárias em tempo de terapia, por exemplo.

Quanto às limitações e desafios da pesquisa, é possível considerar que residem principalmente no público-alvo, cuja participação na pesquisa requer atenção especial em termos de suporte, comunicação e adaptação às necessidades individuais. Além disso, a participação das crianças deve ser consentida pelas mesmas e há um desafio em conquistar a confiança desse público, bem como em mantê-lo engajado. Além disso, a etapa de avaliação se concentrará especificamente na interação das crianças com o jogo e no exercícios de habilidades do PC, sem avaliar diretamente o desenvolvimento dessas habilidades ao longo do tempo. Essas limitações, embora desafiadoras, representam uma oportunidade para uma abordagem interdisciplinar e centrada no usuário.

Como trabalhos futuros é de interesse do grupo realizar a avaliação do protótipo com profissionais da Saúde e Educação da instituição parceira, mediante oficinas participativas. Posteriormente, a instanciação do jogo prototipado será feito na plataforma de autoria, a fim de conduzir estudos de caso com crianças no espectro autista dessa mesma instituição e avaliar o exercício de habilidades do PC em estudo de médio prazo. Entretanto, o processo de formalização da participação da instituição na pesquisa, ainda está sendo realizada.

5. Agradecimentos

Agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- AAIDD (2021). Defining criteria for intellectual disability. Disponível em: <https://www.aaid.org/intellectual-disability/definition>.
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Britto, T. C. P. (2016). Gaia: uma proposta de guia de recomendações de acessibilidade web com foco em aspectos do autismo.
- Brooke, J. (2013). Sus: a retrospective. *Journal of usability studies*, 8(2):29–40.
- da Hora Rodrigues, K. R., de Gois Ribeiro Darin, T., and de Almeida Neris, V. P. (2022). Building your own games: A platform for authoring digital games. In *2022 21st Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*, pages 1–6.
- da Hora Rodrigues, K. R., Elias Cardoso Verhalen, A., Willian da Silva, J., Marino Silva, T., Geurgas Zavarizz, R., de Almeida Neris, V. P., and Maia de Souza, P. (2023). Design and evaluation of an authoring platform for therapeutic digital games. *Interacting with Computers*, page iwac045.
- Davis, F. D. et al. (1989). Technology acceptance model: Tam. *Al-Suqri, MN, Al-Aufi, AS: Information Seeking Behavior and Technology Adoption*, pages 205–219.
- de Souza, P. M., Rodrigues, K. R. d. H., and de Almeida Neris, V. P. (2019). Semth: An approach to the design of therapeutic digital games. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '19*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Dutra, T., Ferreira, A., Gasparini, I., and Maschio, E. (2022). Jogo digital educacional para desenvolvimento do pensamento computacional para crianças com deficiência intelectual. In *Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 251–260, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Dutra, T. C. (2022). Jogo digital educacional para desenvolvimento do pensamento computacional para crianças neurotípicas e com deficiência intelectual. Master's thesis, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Joinville.
- Dutra, T. C., Felipe, D., Gasparini, I., and Maschio, E. (2021). A systematic mapping of guidelines for the development of accessible digital games to people with disabilities. In Antona, M. and Stephanidis, C., editors, *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience*, pages 53–70, Cham. Springer International Publishing.
- Elshahawy, M., Bakhaty, M., and Sharaf, N. (2020). Developing computational thinking for children with autism using a serious game. In *2020 24th International Conference Information Visualisation (IV)*, pages 761–766.

- Garcia, F. E., da Hora Rodrigues, K. R., and de Almeida Neris, V. P. (2016). An interaction modeling language for therapeutic applications. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '16*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- ISTE/CSTA (2011). Computational thinking teacher resource. Disponível em: <https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/ct-teacher-resources₂ed - pdf.pdf?sfvrsn = 2>.
- Malaquias, F., Lamounier Jr, E., Cardoso, A., Santos, C., and Pacheco, M. (2012). Virtualmat: um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para alunos com deficiência mental. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 20.
- Oliveira, A. T. d., Saddy, B. S., Mograbi, D. C., and Coelho, C. L. A. M. (2015). Jogos eletrônicos na perspectiva da avaliação interativa, ferramenta de aprendizagem com alunos com deficiência intelectual. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 7:28 – 35.
- Organization, W. H. et al. (1992). The icd-10 classification of mental and behavioral disorders. *Clinical descriptions and diagnostic guidelines*.
- Paternò, F. and Wulf, V. (2017). *New perspectives in end-user development*. Springer.
- Pedersen, R. E. (2003). *Game Design Foundations*. Wordware Publishing, Inc.
- Pichiliani, T. C. P. B. (2020). *Gaia: Um Guia de Recomendações Sobre Design Digital Inclusivo para Pessoas com Autismo*. Appris, 1ª edição edition.
- Raabe, A., Brackmann, C., and Campos, F. (2018). *Currículo de Referência em Tecnologia e Computação: Da Educação Infantil ao Ensino Fundamental*. CIEB, São Paulo.
- Rodrigues, K., Neris, V., Zavarizz, R., da Silva, J., Silva, T., Verhalen, A., and de Souza, P. (2022). Criando jogos digitais terapêuticos a partir da plataforma de autoria rufus. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 234–236, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Rodrigues, K. R. d. H., Neris, V. P. d. A., Souza, P. M., Zavarizz, R. G., da Silva, J. W., Silva, T. M., and Verhalen, A. E. C. (2021). Rufus - uma plataforma de autoria para jogos digitais terapêuticos. In *X Latin American Conference on Human Computer Interaction, CLIHC 2021*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- SBC (2017). Referenciais de formação em computação: Educação básica. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/images/ComputacaoEducacaoBasica-versaofinal-julho2017.pdf>.
- Schuler, D. and Namioka, A. (1993). *Participatory design: Principles and practices*. CRC Press.
- Schuytema, P. (2008). *Design de Games: Uma Abordagem Prática*. Cengage Learning.
- Stainback, S. and Stainback, W. (1999). *Inclusão. Um Guia Para Educadores*, volume 1. Artmed edition.
- Tekdal, M. (2021). Trends and development in research on computational thinking. *Education and Information Technologies*, 26(5):6499–6529.
- Valente, J. A. (2016). *Integração do Pensamento Computacional no Currículo da Educação Básica: Diferentes Estratégias Usadas e Questões de Formação de Professores e*

Avaliação do Aluno, volume 14. Revista E-curriculum, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35.