

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

Katherin Felipa Carhuaz Malpartida

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação  
Universidade de São Paulo (USP)  
São Carlos, São Paulo, Brasil  
katherincm@usp.br

## ABSTRACT

Computational Thinking (CT) is a reasoning process focused on solving problems, promoting the development of cognitive skills. Serious games can contribute to exercise these skills, as they are playful and adaptable tools for different audiences. This paper presents the design and evaluation of a medium-fidelity serious digital game prototype designed to help improve the cognitive skills of children with Autism Spectrum Disorder (ASD), based on the fundamental principles of PC. The first phase of the game design was completed and evaluated by Special Education professionals from a partner institution. The observations and feedback collected are being discussed with the development and research teams to implement the functional version of the game.

## KEYWORDS

Pensamento Computacional, Jogos Digitais Sérios, Transtorno do Espectro Autista.

## 1 INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) é descrito como uma abordagem para a resolução de problemas que integra o pensamento lógico com os fundamentos da Ciência da Computação. A cientista Jeannette Wing destaca que o PC é uma competência que deveria ser desenvolvida por todos, não se restringindo apenas aos profissionais da área de tecnologia [38].

A crescente valorização do PC na educação básica é evidente em países como Inglaterra e Estados Unidos, que já implementaram estratégias para incorporar esses conhecimentos nos currículos escolares [29]. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) apoia o ensino de Computação nas escolas, argumentando que o mesmo fornece compreensão sobre o mundo digital e ferramentas para resolver problemas complexos [33].

Considerando o contexto da educação inclusiva, é fundamental que todos os estudantes, inclusive aqueles com deficiências ou necessidades educacionais específicas, tenham acesso ao ensino do PC. O paradigma inclusivo promove abordagens coletivas que respeitam as diferenças individuais, criando ambientes propícios para a aprendizagem inclusiva, especialmente para pessoas com Deficiência Intelectual (DI), que apresentam habilidades limitadas

In: Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia'2024). Juiz de Fora, Brazil. Porto Alegre: Brazilian Computer Society, 2024.

© 2024 SBC – Brazilian Computing Society.

ISSN 2966-2753

Kamila Rios da Hora Rodrigues

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação  
Universidade de São Paulo (USP)  
São Carlos, São Paulo, Brasil  
kamila.rios@icmc.usp.br

em atenção, memorização, compreensão de conceitos, generalização e abstração [18, 35].

Crianças com DI podem se beneficiar do PC ao estimular e exercitar novas habilidades intelectuais por meio de métodos e ferramentas apropriadas. Os Jogos Digitais Sérios são recursos eficazes nesse contexto, uma vez que facilitam a aquisição do PC e promovem o exercício de funções cognitivas por meio de experiências lúdicas [23].

Este artigo descreve o processo de design e avaliação de um Jogo Digital Sério (JDS) experimental, que visa ser usado para exercitar habilidades de compreensão, generalização e abstração em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), utilizando os princípios do PC. O jogo experimental foi analisado e avaliado por duas profissionais da Educação Especial de uma instituição parceira que assiste crianças e adolescentes com deficiência intelectual. As atividades relacionadas a este trabalho resultaram na criação de uma nova mecânica de jogo sério que será disponibilizada em uma plataforma de autoria de jogos RUFUS<sup>1</sup>, desenvolvida pelo grupo de pesquisa destes autores, permitindo a criação de jogos personalizados para diferentes contextos e públicos alvo.

Para o design do jogo, foi adotada uma abordagem de pesquisadores brasileiros, denominada SemTh [10], que visa a coprodução de jogos digitais em conjunto com partes interessadas. O design também considerou diretrizes de acessibilidade para jogos digitais com foco em pessoas com deficiência intelectual [12], bem como o guia GAIA, com recomendações de acessibilidade focadas no autismo [26]. Tais diretrizes foram consideradas desde a definição de requisitos até a avaliação do jogo.

Os resultados do projeto incluem a disponibilização de três mini-jogos sérios, construídos com o apoio de profissionais da Educação para o exercício do PC (a saber, Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmo, descritos na Seção 2.1.1), e que poderão ser utilizados por outros profissionais e/ou familiares que também tenham interesse em exercitar tais pilares em crianças com TEA. Os resultados também incluem a implementação de uma nova mecânica de jogo na plataforma de autoria de jogos, que pode ser usada por profissionais não especialistas em Computação para a criação de jogos personalizados em tema, conteúdo e mídias, mas com o foco nos pilares do PC (detalhes na Seção 4).

Este artigo contém as seguintes partes: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica, com conceitos relacionados importantes, a Seção 3 descreve os trabalhos relacionados, a Seção 4 detalha o

<sup>1</sup><https://rufus.icmc.usp.br/>

processo de design do JDS e a primeira avaliação desse e, por fim, a Seção 5 discorre sobre as considerações finais e os trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção descreve os principais conceitos que fundamentam este trabalho, entre eles: Pensamento Computacional; Deficiência Intelectual e Transtorno do Espectro Autista; *End-User Development* – EUD (ou Desenvolvimento pelo Usuário Final). A compreensão da inter-relação entre esses conceitos é essencial para o desenvolvimento de ferramentas educacionais inclusivas, permitindo que o PC seja exercitado por crianças com TEA ou DI, por meio de jogos criados e personalizados pelos próprios profissionais (e.g. professores, pedagogos, etc.), utilizando plataformas de EUD.

### 2.1 Pensamento Computacional (PC)

Jeannette Wing popularizou o termo PC em 2006, descrevendo-o como um processo que envolve desde a estruturação do raciocínio até o comportamento humano reflexivo para a resolução de problemas. O PC pode ser ainda observado em processos como a leitura, escrita e aprendizado da matemática, sendo parte da capacidade analítica desde a infância do indivíduo. Wing destaca que o PC pode ser aprendido por todos e não apenas por profissionais da área da Computação [38].

**2.1.1 Pilares do Pensamento Computacional.** Diversos autores, como Wing e Brackmann [4, 22, 38] e instituições, como Learning [3] e o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB)<sup>2</sup>, propõem que o PC pode ser ensinado a partir de quatro pilares fundamentais [29], os quais são:

- **Decomposição:** envolve a divisão de problemas complexos em partes menores e gerenciáveis para facilitar sua solução.
- **Reconhecimento de Padrões:** identifica semelhanças entre problemas e soluções para obter resultados mais eficientes.
- **Abstração:** consiste na análise e categorização de dados para destacar informações relevantes e organizar estruturas que simplifiquem a solução de problemas.
- **Algoritmo:** engloba os pilares anteriores, definindo um plano ou conjunto de instruções necessárias de forma clara e organizada para alcançar um objetivo específico.

Vale destacar que a comunidade científica ainda não estabeleceu uma definição formal para o PC, visto que é uma disciplina emergente e em desenvolvimento. Apesar disso, é amplamente reconhecido como um campo em constante evolução e com um futuro promissor [16, 36].

### 2.2 Deficiência Intelectual (DI)

A DI é caracterizada por limitações significativas no funcionamento cognitivo e na adaptação comportamental, abrangendo áreas como habilidades práticas, interpessoais e conceituais. Essa condição geralmente se manifesta nos primeiros estágios de desenvolvimento, antes dos 18 anos [1]. A DI implica uma limitação no desenvolvimento das funções essenciais para compreender e interagir com o ambiente, como é observado em condições como o TEA, a Síndrome de Down e outros [24].

<sup>2</sup><https://cieb.net.br>

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), é descrito como um distúrbio do neurodesenvolvimento complexo e geneticamente heterogêneo, cujas características se dão por dificuldades na interação social, dificuldades no reconhecimento de expressões faciais e pelos padrões de comportamentos repetitivos e/ou estereotipados [2].

Pessoas com TEA podem exibir uma variedade de sintomas que não são específicos ao transtorno, incluindo diferenças nas habilidades cognitivas, na linguagem expressiva, nos padrões iniciais e nas comorbidades psicopatológicas. Essas variações podem ajudar na identificação de subtipos dentro do TEA [2]. Assim, há uma ampla gama de sintomas e comportamentos entre indivíduos com TEA, tanto específicos, quanto não específicos ao transtorno, o que demanda uma abordagem personalizada para cada caso.

Nesse contexto, a proposta de incorporar o PC nas práticas pedagógicas assume um papel fundamental, requisitando, em primeiro lugar, um entendimento aprofundado das características individuais da pessoa com deficiência. Essa abordagem permite avaliar a pertinência da aplicação de cada pilar do PC, buscando ampliar as opções e os níveis de complexidade progressivamente. A prática pedagógica deve envolver a resolução de problemas cotidianos, caso contrário, não será possível o alcance de níveis elevados de desenvolvimento pela pessoa com deficiência [30].

### 2.3 End-User Development (EUD)

O EUD, é uma abordagem que pode ser definida como um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas que têm como objetivo permitir que usuários finais, que não possuem experiência em programação ou que não sejam especialistas em Computação, por exemplo, desenvolvam e adaptem sistemas conforme suas necessidades, sejam elas profissionais, educacionais ou de lazer [17]. O EUD se refere geralmente à “participação ativa dos usuários finais no processo de desenvolvimento de software” [7].

Podem ser identificados dois tipos de atividades do usuário final a partir de uma perspectiva de Design Centrado no Usuário (DCU): 1) **Customização ou Parametrização**, são atividades em que os usuários escolhem entre comportamentos alternativos ou opções de interação já presentes na aplicação. Em sistemas adaptativos, essa personalização é realizada automaticamente pelo sistema com base no comportamento do usuário; 2) **Criação e modificação de programa**, inclui atividades que envolvem criar ou alterar um artefato de software existente [17].

O jogo experimental descrito neste trabalho será incluído em uma plataforma de autoria de jogos, idealizada para que profissionais de domínio que não a Computação, tais como a Educação e a Saúde, possam criar e personalizar seus jogos digitais a partir de *templates* pré-definidos. É fundamental que esses profissionais (mesmo sem ter experiência técnica avançada) possam criar e personalizar os jogos de maneira fácil e intuitiva. Essa adaptação permitirá que os jogadores (população de interesse dos profissionais) recebam desafios adequados ao seu nível de conhecimento e habilidade.

## 3 TRABALHOS RELACIONADOS

A fim de contextualizar este trabalho no cenário atual, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados como *ACM Digital Library*, *Engineering Village*, *IEEE Xplore*, entre outras. Inicialmente, foram considerados três tópicos principais para a realização da

pesquisa: Pensamento Computacional, Jogos Digitais Sérios e TEA. No entanto, foram escassos os estudos que abordaram especificamente a intersecção dos três temas supracitados. Desta forma, optou-se por focar nos temas Pensamento Computacional e Jogos Digitais Sérios, a fim de identificar um maior número de estudos e, posteriormente, classificar aqueles voltados para o público infantil com TEA. A string de busca utilizada foi ("computational thinking") AND ("digital games" OR "educational games" OR "serious games" OR "learning games" OR "gamification" OR "game based learning"). Como resultado, foram identificados estudos relevantes; no entanto, dois deles foram selecionados com base em critérios de qualidade. Esses estudos se destacam por abordar de forma abrangente todas as fases do desenvolvimento de jogos sérios para o aprimoramento do PC em crianças com TEA, desde o design e a implementação até a avaliação com o público-alvo. Esses estudos são descritos a seguir.

### 3.1 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 (e.g. sequência, condicional e interação) [13]. O jogo é constituído por três níveis de dificuldade e cada um tem 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.

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 [13].

No entanto, é fundamental identificar algumas limitações inerentes à implementação do jogo. Primeiro, o jogo foi desenvolvido apenas em versão Web e não oferece suporte para plataformas móveis, o que pode restringir seu acesso e uso, considerando a crescente preferência por dispositivos móveis em contextos educacionais. Além disso, a falta de opções de personalização em relação à configuração dos cenários, fases e níveis pode limitar a capacidade de adaptação do jogo a diferentes contextos de aprendizado e a diversidade de públicos-alvo.

### 3.2 Pensar e Lavar

Trata-se de um jogo digital educacional que visa desenvolver, de forma intrínseca, o PC 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 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 [11]. 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 [12].

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, limitando 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, podendo 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 desenvolver habilidades relacionadas ao PC por meio de jogos sérios. Sendo assim, este trabalho visa o design e a avaliação de um jogo digital sério focado no exercício das habilidades do PC. Um aspecto diferenciador é a adoção da plataforma RUFUS, que possibilitará aos profissionais da Educação usar o jogo aqui projetado, ou ainda criarem seus próprios jogos de forma personalizada, conforme os objetivos de aprendizagem de cada criança, sendo assim um recurso generalizável. A próxima seção detalha o processo de design e avaliação do jogo experimental projetado neste trabalho.

## 4 PLATAFORMA DE AUTORIA PARA JOGOS DIGITAIS

A plataforma de autoria RUFUS viabiliza a criação de jogos digitais sérios por parte de profissionais de áreas como a Saúde e Educação. Essa plataforma é composta por uma interface Web de autoria, voltada para o planejamento e criação dos jogos por parte dos profissionais, usando *templates* pré-definidos, aliada a um aplicativo móvel, destinado à interação direta dos jogadores, usuários alvo dos profissionais da Saúde e/ou Educação. Na interface Web, os profissionais podem: cadastrar pacientes/alunos e seus familiares, criar jogos e ajustar elementos como conteúdo visual ou *feedback* a ser fornecido durante o jogo. A plataforma oferece atualmente cinco mecânicas (também denominadas de *templates*) de jogo: perguntas e respostas (quiz), encaixe (puzzle), coleta de itens (plataforma), narrativas (storytelling) e narrativa invertida. Por meio da interface Web, os profissionais são orientados durante o processo da criação dos jogos e os jogadores acessam o jogo criado utilizando o aplicativo móvel da plataforma, mediante credenciais. Suas interações durante o jogo são registradas e transmitidas ao sistema Web, o qual gera relatórios sobre o desempenho do jogador. Tais relatórios podem ser analisados pelos profissionais, permitindo intervenções pontuais e otimização do tratamento ou prática pedagógica. [8, 9, 31]

A plataforma de autoria será usada no contexto deste trabalho para materializar o jogo experimental aqui proposto. Portanto, uma nova mecânica deverá ser criada e avaliada com os usuários alvo aqui definidos (profissionais da Educação Especial de uma instituição parceira e sua população de interesse). A seção a seguir descreve o processo de criação e avaliação do novo jogo.

### 4.1 Jogo para Pensamento Computacional

Para guiar o processo de design e avaliação do protótipo de jogo idealizado nesta pesquisa, foi empregada a abordagem SemTh [10], 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 no contexto de jogos sérios. Além

disso, a SemTh busca viabilizar a comunicação entre as partes interessadas por meio da definição de etapas e atividades/artefatos a serem desenvolvidas. A abordagem 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) no design de um jogo específico para o contexto e público aqui tratados, 2) na identificação de elementos generalizáveis, a partir do jogo específico, para projetar uma mecânica de jogo que deverá ser implementada na plataforma de autoria de jogos do grupo de pesquisa do laboratório ITERMÍDIA ICMC/USP, permitindo que outros jogos possam ser criados na mesma mecânica, para contextos distintos e por outros profissionais [19]. Essa última frente avança os projetos na área de *End-User Development* [25] do grupo de pesquisa.

A seção a seguir descreve as atividades realizadas em cada etapa da SemTh instanciada neste projeto para a criação do jogo para o contexto supracitado.

## 4.2 Etapa 1 - Clarificação do problema de design

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. Os trabalhos encontrados evidenciaram plataformas e ferramentas como Scratch<sup>3</sup>, Bloctly Games<sup>4</sup> entre outras, através das quais foi promovido o desenvolvimento de competências ligadas ao PC [15, 20, 28, 37].

O estudo buscou identificar jogos que promovem o desenvolvimento do PC e habilidades de aprendizagem em crianças neurotípicas e com DI. Os principais jogos identificados e considerados neste trabalho foram aqueles descritos na Seção 3. Posteriormente, foram selecionados elementos que passariam a compor a estrutura do jogo digital experimental aqui nomeado de "Nossa Rotina". Diretrizes de acessibilidade também foram consideradas para a elaboração do protótipo [11, 26].

O objetivo educacional do jogo proposto neste projeto está relacionado ao conceito do PC e à resolução de problemas, incluindo o desenvolvimento 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 supracitados [11, 13]. Em relação às competências e habilidades que serão exercitadas por meio do jogo, está sendo considerada como referência o currículo apresentado pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB)<sup>5</sup> [29]. Para o desenvolvimento dessas habilidades, o jogo deverá apresentar atividades relacionadas à rotina diária do público-alvo.

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 com crianças. Os dois jogos selecionados foram: Quadro Educativo<sup>6</sup> Infantil e Jogo Magnético Minha Rotina<sup>7</sup>. 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 com a família e em espaços de educação e consultórios.

Em relação aos requisitos de acessibilidade, incluindo aqueles específicos para pessoas com DI, foram considerados os trabalhos de Dutra [12] e Pagani [26].

O trabalho de Dutra apresenta 16 diretrizes para DI e o de Pagani traz 10 categorias com diretrizes específicas para projetar interfaces com o foco em pessoas com TEA.

Entre os requisitos elicitados para o jogo "Nossa Rotina", destaca-se aqueles relacionados à EUD e acessibilidade. A lista completa está disponível no trabalho de Malpartida e Rodrigues [19]:

1. Fornecer diferentes graus de dificuldade. Os desafios devem avançar conforme o aumento das habilidades do jogador;
2. Incorporar elementos engajadores como pontuação e vidas;
3. Permitir a personalização do jogo (ex.: escolha de personagens, fases e níveis de dificuldade);
4. Ter uma interface simples, facilitando a compreensão e minimizando a inclusão de muitos elementos na tela;
5. Apresentar uma interface padronizada (ex.: cores, ícones, símbolos, etc.);
6. Empregar botões de controle como: Ajuda, Pausa, Voltar e Cancelar – Evitar direcionamentos automáticos.

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

É importante destacar que este projeto tem aprovação de comitê de ética em pesquisa, com número de protocolo 76853723.3. 0000.5504. Todas as etapas em que estava prevista a participação de pessoas, foram aprovadas por tal comitê.

## 4.3 Etapa 2 - Modelagem da Interação

Nesta etapa, a abordagem SemTh sugere o uso de uma Linguagem de Modelagem de Domínio Específico para Aplicações Terapêuticas [14]. 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 ser usados durante uma atividade de *brainstorming* ou práticas de Design Participativo [34].

Para a primeira versão do jogo experimental 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 desenvolver tais atividades, sendo eles: escova de dente, creme dental, sabão, etc. Em cada fase do jogo, serão

<sup>3</sup><https://scratch.mit.edu/>

<sup>4</sup><https://blockly.games/>

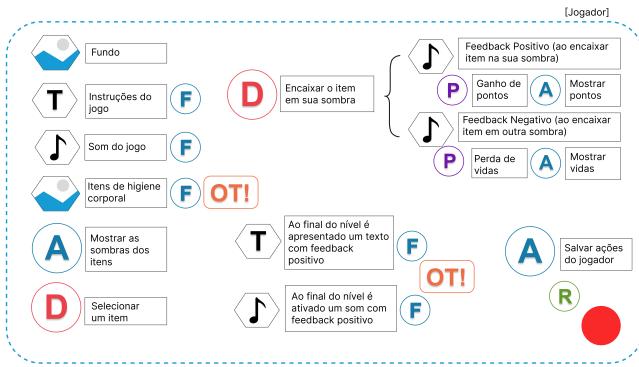
<sup>5</sup><https://cieb.net.br/>

<sup>6</sup><https://brinquedosbabebi.com.br>

<sup>7</sup><https://nigbrinquedos.com.br>

desenvolvidos 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 das telas do jogo proposto foi realizada [19]. A Figura 1 ilustra a modelagem da primeira fase para o desenvolvimento 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, as possibilidades foram configuradas pelo 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).



**Figura 1: Modelagem da tela do jogo - Fase 1.** Fonte: Malpartida and da Hora Rodrigues [19]

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 analisem o tempo, a pontuação, os erros e as escolhas das crianças durante o jogo.

De modo similar, as fases dois e três foram modeladas. Tais modelagens são ilustradas no trabalho de Malpartida e Rodrigues [19]. Na fase dois, o pilar trabalhado é a Decomposição e o jogador deve identificar e selecionar os itens que correspondem a cada atividade exibida. Na fase três é trabalhado o pilar Algoritmo e o jogador deve identificar a ordem dos itens para cada atividade, estabelecendo uma sequência organizada. O pilar de Abstração é desenvolvido implicitamente durante todas as fases do jogo.

#### 4.4 Etapa 3 - Materialização do Design

Seguindo as etapas da SemTh, e considerando os resultados das etapas anteriores, uma primeira materialização do jogo foi realizada. Trata-se de um protótipo de média fidelidade feito na ferramenta Figma. Nesta etapa é recomendada ainda a criação do *Game Design Document* (GDD), em que se descreve as características do jogo, baseadas nos resultados do levantamento dos requisitos.

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

**4.4.1 Aspectos fundamentais do jogo.** O jogo digital sério deste projeto visa auxiliar no desenvolvimento de habilidades de compreensão de conceitos, generalização e abstração em crianças no espectro autista, por meio do emprego dos pilares do PC. Os itens e atividades do jogo correspondentes à rotina diária das crianças, deverão ser configurados na plataforma Web de autoria do grupo de pesquisa. Seguindo as diretrizes de acessibilidade e requisitos coletados, o jogo foi desenhado para ter uma interface simples e padronizada, incluindo botões de controle, como ajuda e pausa.

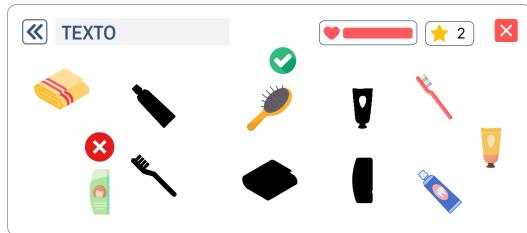
O jogo é composto por 3 fases, com 3 níveis de dificuldade, os quais incorporam elementos engajadores como a pontuação, um número determinado de vidas e *feedback* imediato. O jogador tem a possibilidade de escolher seu personagem, as fases e os níveis que deseja jogar (opções previamente configuradas 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 [19].

**4.4.2 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 pessoal com suas sombras correspondentes. A Fase 2 (Decomposição) mostra itens de higiene pessoal e atividades da rotina, e o jogador deve analisar quais são os itens correspondem à atividade exibida. Na Fase 3 (Algoritmo), o jogador deve observar a atividade apresentada, escolher os itens que correspondem a essa atividade e colocá-los por ordem lógica de aplicação. A Figura 2 ilustra a tela da Fase 1 do jogo, materializada em um primeiro protótipo de média fidelidade, seguindo a modelagem criada na segunda etapa da SemTh (ver Figura 1). As telas de materialização das fases 2 e 3 são ilustradas no trabalho de Malpartida e Rodrigues [19].

#### 4.5 Etapa 4 - Avaliação

Essa etapa da SemTh 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 [10].

A SemTh sugere o uso de um conjunto de instrumentos que podem ser usados para avaliar os jogos. Para este trabalho, foi utilizado o método *Cognitive Walkthrough* (CW) [27], um método de inspeção que avalia a usabilidade analisando o percurso que



**Figura 2: Tela prototipada da Fase 1 - Reconhecimento de Padrão. Fonte: Malpartida and da Hora Rodrigues [19]**

um usuário supostamente faria para alcançar seu objetivo quando interagindo com a interface de um sistema interativo. Foi utilizada uma variante do CW, chamada de *Cognitive Barriers Walkthrough* (CBW), voltada a verificar a facilidade de aprendizado de jogos digitais [32].

Além disso, entrevistas semiestruturadas e dois questionários (de usabilidade e de resposta emocional) foram utilizados na etapa de avaliação. Os questionários são: 1) SUS - *System Usability Scale* – um instrumento que mede a percepção dos usuários em relação à facilidade e eficácia da interação com um sistema específico [6]; 2) SAM - *Self-Assessment Manikin* – um instrumento de resposta emocional que utiliza imagens pictográficas e avalia três dimensões: Satisfação, Motivação e Sentimento de controle [5] do usuário.

A avaliação do Protótipo do Jogo na Interface Móvel foi realizada na instituição parceira ACORDE<sup>8</sup>. Essa instituição oferece assistência especializada a crianças e adolescentes no espectro autista. É importante novamente destacar que o projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa, com a inclusão e ciência de tal instituição, garantindo a conformidade com os padrões éticos e legais de uma pesquisa responsável.

A seguir, são descritas as atividades realizadas durante a avaliação do protótipo, conforme sugere o CBW [32].

1. **Preparação.** Foram definidas tarefas e ações necessárias para a avaliação com profissionais da instituição, bem como todos os documentos e termos necessários para a condução. A tarefa atribuída aos participantes foi jogar o jogo prototipado no Figma nos níveis fácil, médio e avançado; verificar a pontuação alcançada e as vidas obtidas. Buscou-se definir tarefas que permitissem aos profissionais explorar as principais ações disponíveis ao jogador no jogo – versão mobile (exemplo na Figura 2);
2. **Participantes.** Participaram da avaliação duas professoras (aqui chamadas de P) da instituição. As professoras foram convidadas pela coordenadora pedagógica da instituição. Eram duas mulheres, especialistas em Pedagogia, com experiência mínima de cinco anos em atividades pedagógicas com crianças no espectro autista. Uma tem experiência no uso de tecnologias para esse público-alvo e nenhuma das duas tem experiência no uso de jogos digitais para fins educacionais;
3. **Condução e Coleta de Feedback.** Foi coordenada uma reunião presencial com as participantes na instituição. Durante a reunião, foram descritos o contexto da pesquisa,

seus objetivos e como seria realizada a avaliação. As participantes leram e assinaram formulários de consentimento, questionários de perfil e autorização de uso de imagens e dados. Em seguida, foram convidadas a interagir com o jogo por meio da ferramenta Figma. A avaliação ocorreu individualmente com cada participante. Durante a interação, elas foram incentivadas a compartilhar suas impressões, e responderam às questões do método CBW (ver Tabela 1) durante a execução da tarefa pré-definida. A ferramenta *Google Meet* foi utilizada para observar e registrar a interação de cada participante com o protótipo. Após a interação com o protótipo, as participantes responderam aos questionários SAM e SUS e, por fim, foi realizada uma entrevista semiestruturada. As avaliações duraram aproximadamente 40 minutos. A Figura 3 ilustra as participantes interagindo com o protótipo do jogo;

**Tabela 1: Questões do CBW [32].**

Inicial-Q: O usuário conseguiria expressar a tarefa a ser realizada?
Perguntas: (repita para cada ação.)
Q1: O usuário tentaria atingir o efeito correto?
Q2: O usuário se manteria focado na tarefa?
Q3: O usuário perceberia que a ação correta está disponível?
Q4: O usuário conseguiria associar a ação correta com o efeito que está tentando atingir?
Q5: Caso a ação correta seja realizada, o usuário perceberia que está progredindo para concluir a tarefa?
Final-Q: O usuário perceberia incentivo para continuar a tarefa?



**Figura 3: Participantes avaliando o protótipo do jogo.**

4. **Consolidação dos resultados.** Durante a avaliação foram encontrados alguns problemas no protótipo, tais como: 1) A ação de pontuar o jogador era muito sutil (apontou P1); 2) O feedback deveria ter som (apontaram P1 e P2) para melhor percepção e inclusão do jogador; 3) As instruções da tarefa do jogo deveriam ter áudio (apontaram P1 e P2) para fins de inclusão. As participantes também indicaram: “*Não é evidente a ordem dos elementos na tela*” (por P1), “*A disposição dos elementos para colocar uma sequência precisa ficar mais clara*” (por P1) ou “*Os elementos como o sabonete devem estar o mais próximo possível do que as crianças usam*” (por P2) [uma referência à questão estética do sabonete]. Para esses tipos de questões apontadas, foi explicado às participantes que na versão configurável do jogo na plataforma Web de autoria,

<sup>8</sup><https://institutoacorde.org.br/>

**Tabela 2: Resultados do questionário SUS.**

Participante	Pontuação	Resultado
P1	100	Excelente
P2	72.5	Bom

elas poderão personalizar todos esses aspectos, uma vez que em tal plataforma o profissional quem faz *upload* de imagens, textos, áudios e mensagens de *feedback* ao usuário.

Os resultados do questionário SUS, disponíveis na Tabela 2, apontaram que as duas participantes avaliaram a usabilidade como Aceitável, definindo uma pontuação acima da média sugerida pelo questionário SUS de 68 pontos. Para o questionário SAM (ver Tabela 3), os domínios de Satisfação, Motivação e Sentimento de Controle, tiveram resultados positivos em ambas as participantes.

**Tabela 3: Resultados do questionário SAM.**

Domínio	P1	P2
Satisfação	7	7
Motivação	7	7
Sentimento de Controle	9	7

Durante as entrevistas semiestruturadas, as participantes expressaram opiniões positivas, mas também sugeriram algumas correções para os problemas encontrados, como: 1) Adicionar som de palmas ou parabéns quando o jogador ganha um ponto, para deixar mais claro (por P1); 2) Ao final de cada nível, mostrar os pontos ganhos (por P1); 3) Caso o jogador tenha problemas de frustração, as vidas podem ser substituídas por outros elementos motivacionais. Por exemplo, ao completar um nível, o jogador poderá receber 4 pontos e três estrelas como reforço positivo (por P2); 4) Adicionar áudio às instruções ajudaria jogadores não alfabetizados ou disléxicos (por P1 e P2);

5. **Relatório dos resultados.** Durante a avaliação do protótipo foram identificados alguns problemas significativos, descritos acima, que podem impactar a experiência do usuário. Abaixo, estão listados de forma sintetizada, os principais problemas encontrados, bem como as sugestões de melhorias e correções propostas pelos participantes:
  - Pontuação sutil: As participantes observaram que a pontuação do jogador é muito sutil, dificultando a compreensão do progresso durante o jogo. A sugestão de melhoria é aumentar a visibilidade da pontuação por meio de elementos visuais e auditivos mais claros e destacados;
  - Feedback sem som: As participantes indicaram que o *feedback* no jogo não possui som (na versão prototipada), o que pode afetar a percepção do jogador em relação aos acertos e erros durante as atividades. A sugestão de melhoria na versão implementada é incluir sons de *feedback*, como palmas ou parabéns, para indicar o desempenho do jogador de forma mais clara e motivadora;
  - Instruções sem áudio: As instruções no jogo não tinham áudio no protótipo, o que pode dificultar a compreensão e a participação de jogadores não alfabetizados ou com

dislexia, segundo as participantes. Para melhorar esse aspecto, na versão implementada, pode ser adicionado áudio às instruções para auxiliar na compreensão e na participação de jogadores com diferentes habilidades de leitura;

- Motivação e reforço positivo: Diante da possibilidade de um jogador se sentir frustrado devido à limitação de vidas no jogo, podem ser implementados elementos adicionais de motivação e reforço positivo, como a inclusão de estrelas ou outro elemento motivador ao finalizar um nível. Isso pode ajudar a reforçar comportamentos desejáveis e manter o interesse dos jogadores.

É importante destacar que as professoras validaram os requisitos do jogo relacionados, por exemplo, a apresentar atividades de vida diária de forma lúdica e por meio dos pilares do pensamento computacional, fornecer diferentes graus de dificuldade, incorporar elementos engajadores como pontuação e vidas, e permitir a personalização do jogo (ex.: escolha de personagens, fases e níveis de dificuldade).

Destaca-se ainda, que as mesmas participantes também avaliaram os protótipos da interface Web de criação dos jogos na plataforma Web de autoria. Os resultados das avaliações das profissionais estão sendo analisadas junto à equipe de desenvolvimento da plataforma. Essa análise levou a ajustes na proposta, na modelagem e na materialização do jogo.

Uma versão preliminar do jogo já está implementada para as fases 1 e 2. A Figura 4 ilustra o jogo atualmente para essas fases. O jogo também avalia a experiência do jogador de forma lúdica e simples, conforme ilustrado na Figura 5.

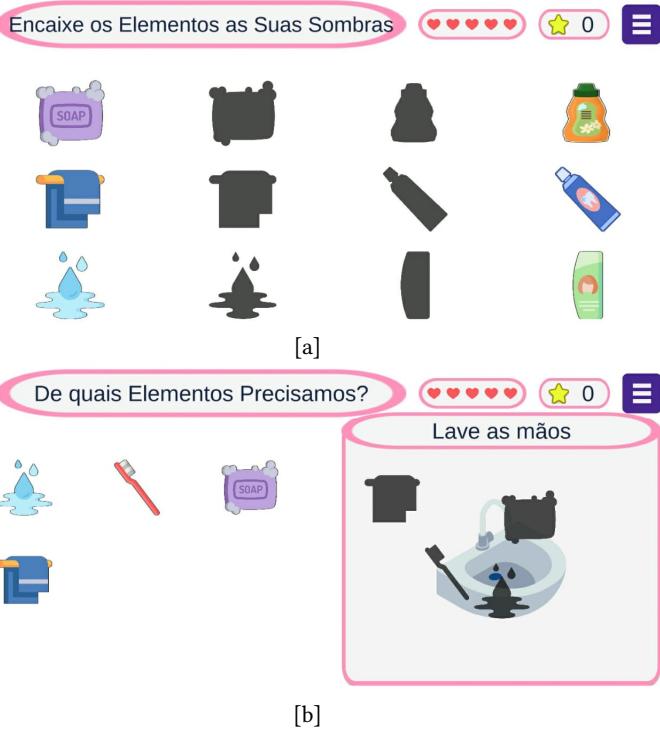
A estética dos elementos de interface é escolhida pelo profissional criando tal jogo na interface Web. Atualmente a plataforma dispõe de 8 famílias de *assets* [21]. A família usada nas imagens das Figuras 4 e 5 é denominada de "céu" e traz elementos lúdicos sobre unicórnios. A Figura 6 ilustra mais detalhes dessa família, bem como a paleta de cores adotada nela.

Após a conclusão da implementação do jogo, serão conduzidas novas avaliações com os profissionais da instituição parceira, bem como estudos de caso longitudinais com crianças e adolescentes de tal instituição, a fim de verificar a efetividade do jogo para o objetivo pedagógico ao qual foi criado.

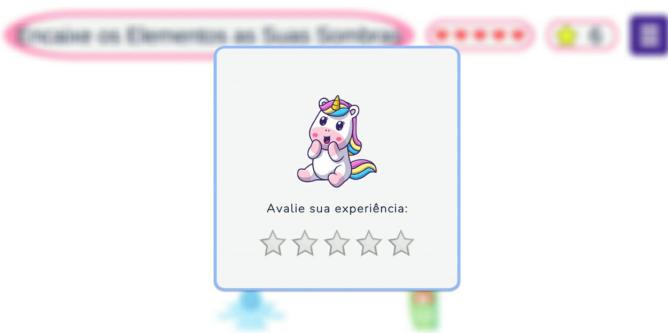
Destaca-se que o protótipo da interface Web da plataforma de autoria, local em que os profissionais irão criar o jogo do pensamento computacional – com as imagens de seu interesse e para os jogadores de seu interesse, também foi modelada, materializada e avaliada pelos profissionais da instituição parceira. Tal interface também está em fase de implementação, mas, este conteúdo não é o foco deste artigo. Entretanto, para fins de entendimento, a Figura 7 ilustra o protótipo de duas das telas de criação do jogo na interface Web da plataforma.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo descreveu parte das atividades de um projeto mais amplo, que visa disponibilizar um jogo digital sério de apoio a profissionais da Educação no exercício de habilidades relacionadas aos pilares do PC em crianças no espectro autista. Estão sendo adotadas práticas do Design Participativo [34], de modo que partes interessadas no projeto possam participar do processo de construção da solução.



**Figura 4:** Versão preliminar do jogo funcional - Fase 1[a], Fase 2[b].

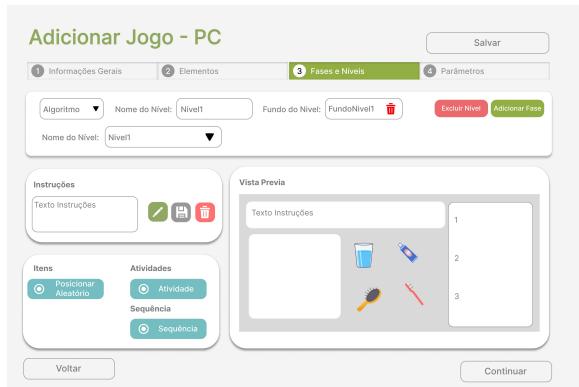


**Figura 5:** Versão preliminar da avaliação da experiência do jogo.



**Figura 6:** Elementos da família de elementos gráficos usados no jogo ilustrado nas Figuras 4 e 5.

A literatura apresenta outros jogos similares, no entanto, o diferencial desta proposta é permitir que o profissional personalize o



**Figura 7:** Exemplos da tela de configuração de Níveis do jogo na interface Web de autoria. Fonte: Malpartida and da Hora Rodrigues [19]

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, por exemplo.

Quanto às limitações e desafios da pesquisa, é possível considerar que residem principalmente no público-alvo dos profissionais e também desta pesquisa, cuja participação 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 exercício de habilidades do PC, sem avaliar diretamente o desenvolvimento dessas habilidades ao longo do tempo. Essas limitações, embora desafiadoras, representam uma oportunidade de pesquisa mais profunda, com uma abordagem interdisciplinar e centrada no usuário.

Como trabalho em andamento, o grupo está aperfeiçoando a implementação do jogo prototipado que já traz mudanças agregadas a partir da avaliação das interfaces, uma delas é a possibilidade de inserir *feedback* sonoro nas instruções do jogo. Uma vez concluída a implementação, serão realizados estudos de caso longitudinais (médio prazo) com crianças no espectro do autismo da mesma instituição, para avaliar o exercício de habilidades de PC, especialmente no contexto das atividades de vida diária.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem aos profissionais e alunos dos grupos de pesquisa e equipe de desenvolvimento do projeto RUFUS durante o processo de design deste estudo, bem como pelos comentários e sugestões de melhoria. Da mesma forma, agradecem aos professores da instituição parceira que avaliaram o protótipo do jogo para dispositivos móveis. Agradecem também à Comissão de Cultura e Extensão (CCEx) do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP, pelo apoio financeiro por meio de editais de projetos de extensão.

## REFERÊNCIAS

- [1] AAIDD. 2021. *Defining Criteria for Intellectual Disability*. Available at: <https://www.aaidd.org/intellectual-disability/definition>.
- [2] American Psychiatric Association. [n. d.]. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5 - 5ª Edição. (n. d.).
- [3] Learning BBC. 2015. What is Computational Thinking? Available at: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>.
- [4] Christian Puhmann Brackmann. 2017. *Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Despliegadas na Educação Básica*. Ph. D. Dissertation. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [5] Margaret M Bradley and Peter J Lang. 1994. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 25, 1 (1994), 49–59.
- [6] John Brooke. 2013. SUS: a retrospective. *Journal of usability studies* 8, 2 (2013), 29–40.
- [7] M.F. Costabile, D. Fogli, P. Mussio, and A. Piccinno. 2005. A meta-design approach to end-user development. In *2005 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC'05)*, 308–310. <https://doi.org/10.1109/VLHCC.2005.7>
- [8] Kamila Rios da Hora Rodrigues, Ticianne de Gois Ribeiro Darin, and Vânia Paula de Almeida Neris. 2022. Building your own games: A platform for authoring digital games. In *2022 21st Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*. IEEE, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SBGAMES56371.2022.9961073>
- [9] Kamila Rios da Hora Rodrigues, Aline Elias Cardoso Verhalen, Jonattan Willian da Silva, Tiago Marino Silva, Rodrigo Georgas Zavarizz, Vânia Paula de Almeida Neris, and Paula Maia de Souza. 2023. Design and Evaluation of an Authoring Platform for Therapeutic Digital Games. *Interacting with Computers* 35, 2 (2023), 118–141. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwac045>
- [10] Paula Maia de Souza, Kamila Rios da Hora Rodrigues, and Vânia Paula de Almeida Neris. 2019. SemTh: An Approach to the Design of Therapeutic Digital Games. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (Vitória, Espírito Santo, Brazil) (IHC '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 45, 11 pages. <https://doi.org/10.1145/3357155.3358440>
- [11] Taynara Dutra, André Ferreira, Isabela Gasparini, and Eleandro Maschio. 2022. Jogo digital educacional para desenvolvimento do Pensamento Computacional para crianças com Deficiência Intelectual. In *Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação* (Online). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 251–260. <https://doi.org/10.5753/educomp.2022.19220>
- [12] Taynara Cerigueli Dutra, Daniel Felipe, Isabela Gasparini, and Eleandro Maschio. 2021. A Systematic Mapping of Guidelines for the Development of Accessible Digital Games to People with Disabilities. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience*, Margherita Antoni and Constantine Stephanidis (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 53–70. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78092-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78092-0_4)
- [13] Menna Elshahawy, Mariam Bakhaty, and Nada Sharaf. 2020. Developing Computational Thinking for Children with Autism using a Serious Game. In *2020 24th International Conference Information Visualisation (IV)*, 761–766. <https://doi.org/10.1109/IV51561.2020.000135>
- [14] Franco Eusébio Garcia, Kamila Rios da Hora Rodrigues, and Vânia Paula de Almeida Neris. 2016. An Interaction Modeling Language for Therapeutic Applications. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (São Paulo, Brazil) (IHC '16). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 32, 10 pages. <https://doi.org/10.1145/3033701.3033733>
- [15] Maya Israel, Quentin M. Wherfel, Jamie Pearson, Saadeddine Shehab, and Tanya Tapia. 2015. Empowering K-12 Students With Disabilities to Learn Computational Thinking and Computer Programming. *TEACHING Exceptional Children* 48, 1 (2015), 45–53. <https://doi.org/10.1177/0040059915594790> arXiv:<https://doi.org/10.1177/0040059915594790>
- [16] Filiz Kalelioglu, Yasemin Gulbahar, and Volkan Kukul. 2016. A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing* 4 (05 2016), 583–596. Available at: [https://www.bjmc.lu.lv/fileadmin/user\\_upload/lu\\_portal/projekti/bjmc/Contents/4\\_3\\_15\\_Kalelioglu.pdf](https://www.bjmc.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/bjmc/Contents/4_3_15_Kalelioglu.pdf).
- [17] Henry Lieberman, Fabio Paternò, Markus Klann, and Volker Wulf. 2006. *End-User Development: An Emerging Paradigm*. Vol. 9. 1–8. [https://doi.org/10.1007/1-4020-5386-X\\_1](https://doi.org/10.1007/1-4020-5386-X_1)
- [18] Fernanda Malaquias, Edgard Lamounier Jr, Alexandre Cardoso, Cleusa Santos, and Márcia Pacheco. 2012. VirtualMat: um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para alunos com Deficiência Mental. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 20 (08 2012). <https://doi.org/10.5753/RBIE.2012.20.2.17>
- [19] Katherin Felipe Carhuaz Malpartida and Kamila Rios da Hora Rodrigues. 2023. Design de Jogos Digitais Sérios usados para o Exercício de Habilidades do Pensamento Computacional em Crianças com Transtorno do Espectro Autista. In *Anais do II Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos*. SBC, 28–42. Available at: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wipplay/article/view/26853/26671>.
- [20] Roberto Munoz, Thiago Schumacher Barcelos, and Rodolfo Villarroel. 2018. CT4All: Enhancing Computational Thinking Skills in Adolescents with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Latin America Transactions* 16, 3 (2018), 909–917. <https://doi.org/10.1109/TLA.2018.8358673>
- [21] Mariana Muri, Kamila Rodrigues, and Ticianne Darin. 2024. Beauty is in the eye of the beholder - An Experience Report on Evaluating Aesthetics of a Design System for HUDs in EUD Serious Games. In *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (Maceió, Brazil) (IHC '23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 2, 11 pages. <https://doi.org/10.1145/3638067.3638093>
- [22] Ayodele Abosede Ogegbo and Umesh Ramnarain. 2022. A systematic review of computational thinking in science classrooms. *Studies in Science Education* 58, 2 (2022), 203–230. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963580> arXiv:<https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963580>
- [23] Aimi Tanikawa de Oliveira, Barbara S. Saddy, Daniel C. Mograbi, and Cristina LÂ Maia Coelho. 2015. Jogos eletrônicos na perspectiva da avaliação interativa, ferramenta de aprendizagem com alunos com deficiência intelectual. *Neuroscopia Latinoamericana* 7 (00 2015), 28 – 35. <https://doi.org/10.5579/rnl.2015.0269>
- [24] World Health Organization et al. 1992. The ICD-10 classification of mental and behavioral disorders. *Clinical descriptions and diagnostic guidelines* (1992). Available at: <https://www.who.int/publications/item/9241544228>.
- [25] Fabio Paternò and Volker Wulf. 2017. *New perspectives in end-user development*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60291-2>
- [26] Talita Cristina Pagani Britto Pichiliani. 2020. *Gaia: Um Guia de Recomendações Sobre Design Digital Inclusivo para Pessoas com Autismo*. (1ª edição ed.). Appris.
- [27] Peter G. Polson, Clayton Lewis, John Rieman, and Cathleen Wharton. 1992. Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies* 36, 5 (1992), 741–773. [https://doi.org/10.1016/0020-7373\(92\)90039-N](https://doi.org/10.1016/0020-7373(92)90039-N)
- [28] G. Puttick, M. Cassidy, E. Tucker-Raymond, G. M. Troiano, and C. Harteveld. 2024. “So, we kind of started from scratch, no pun intended”: What can students learn from designing games? *Journal of Research in Science Teaching* 61, 4 (2024), 772–808. <https://doi.org/10.1002/tea.21918> arXiv:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/tea.21918>
- [29] André Raabe, Christian Brackmann, and Flávio Campos. 2018. *Curriculo de Referência em Tecnologia e Computação: Da Educação Infantil ao Ensino Fundamental*. CIEB, São Paulo. Available at: <https://curriculo.cieb.net.br/>.
- [30] Claudiene Figueiredo Ribeiro, Luciana da Silva Goudinho, Sandra Miranda de Rezende, Ruth Maria Mariani Braz, Roberta Carvalho de Souza, Maria Cristina Barbosa Mendes, Sandra Mello de Menezes Felix de Souza, Ilma Rodrigues de Souza Fausto, Elaine Alves Leite, João Henrique Lopes Spies, Alessandra Furtado de Oliveira, Sandro Medeiros Portella, Michele Joia da Silva, Mírian Renata Medeiros dos Santos Valei, and Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto. 2021. Resignifying computational thinking from an inclusive perspective. *Research, Society and Development* 10, 14 (Nov. 2021), e40010421789. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21789>
- [31] Kamila Rios da Hora Rodrigues, Vania Paula de Almeida Neris, Paula Maia Souza, Rodrigo Georgas Zavarizz, Jonattan Willian da Silva, Tiago Marino Silva, and Aline Elias Cardoso Verhalen. 2021. Rufus - Uma Plataforma de Autoria Para Jogos Digitais Terapêuticos. In *X Latin American Conference on Human Computer Interaction* (Valparaíso, Chile) (CLIHC 2021). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 15, 5 pages. <https://doi.org/10.1145/3488392.3488407>
- [32] Flávia de Souza Santos, André de Lima Salgado, Débora Maria Barroso Paiva, Renata Pontin De Mattos Fortes, and Sandra Pereira Gama. 2023. A specialized cognitive walkthrough to evaluate digital games for the elderly. In *Proceedings of the 10th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-Exclusion* (Lisbon, Portugal) (DSAI '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 166–171. <https://doi.org/10.1145/3563137.3563162>
- [33] SBC. 2017. Referenciais de Formação em Computação: Educação Básica. Available at: <https://www.sbc.org.br/images/ComputacaoEducaçãoBásica-versaofinal-julho2017.pdf>.
- [34] Douglas Schuler and Aki Namioka. 1993. *Participatory design: Principles and practices*. CRC Press.
- [35] Susan Stainback and William Stainback. 1999. *Inclusão. Um Guia Para Educadores* (artmed ed.), Vol. 1.
- [36] M. Tekdal. 2021. Trends and development in research on computational thinking. *Education and Information Technologies* 26, 5 (2021), 6499–6529. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10617-w>
- [37] Charlotte Weitze. 2017. Reflective, Creative and Computational Thinking Strategies Used When Students Learn Through Making Games.
- [38] Jeannette M. Wing. 2006. Computational Thinking. *Commun. ACM* 49, 3 (mar 2006), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>