

Artefatos Tecnológicos para Suporte à Criação de Soluções Digitais para Crianças com TEA

Title: *Technological Artifacts to Support the Creation of Digital Solutions for Children with ASD*

Título: *Artefactos tecnológicos para apoyar la creación de soluciones digitales para niños con TEA*

Marcelo da Silveira Siedler
Universidade Federal de Pelotas
ORCID: [0000-0002-3698-1619](https://orcid.org/0000-0002-3698-1619)
siedler@gmail.com

Rafael Cunha Cardoso
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense
ORCID: [0000-0003-0445-3376](https://orcid.org/0000-0003-0445-3376)
rafael.cardoso@ifsul.edu.br

Tiago Thompsen Primo
Universidade Federal de Pelotas
ORCID: [0000-0003-3870-097X](https://orcid.org/0000-0003-3870-097X)
tiago.primo@inf.ufpel.edu.br

Tatiana Aires Tavares
Universidade Federal de Pelotas
ORCID: [0000-0003-3877-301X](https://orcid.org/0000-0003-3877-301X)
tatiana@inf.ufpel.edu.br

Resumo

O presente trabalho apresenta artefatos de software que visam auxiliar a criação de soluções educacionais digitais voltadas a crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A tecnologia pode ser uma ferramenta poderosa para auxiliar intervenções pedagógicas e terapêuticas, contribuindo para o desenvolvimento de competências essenciais dessas crianças. Um dos desafios, entretanto, é criar soluções adequadas ao público-alvo, visto que crianças autistas apresentam particularidades que devem ser consideradas quando da concepção de softwares especializados. Neste trabalho, foi realizada prospecção com especialistas, abordando como devem ser produzidos materiais inclusivos, qual a dinâmica dos atendimentos nas salas de recurso e quais particularidades devem ser consideradas quando da construção das soluções digitais. A partir disso são apresentados os artefatos criados, sendo compostos por uma série de aspectos norteadores, onde são estabelecidas recomendações a serem consideradas quando do desenvolvimento de softwares voltados a crianças com TEA. Posteriormente é apresentado um modelo de desenvolvimento implementado a partir desses aspectos e, por fim, a validação do modelo proposto junto a desenvolvedores de software, que implementaram jogos digitais a partir do material disponibilizado no modelo, resultando em dois protótipos estabelecidos com Produto Mínimo Viável em que são abordadas diferentes competências do aprendizado infantil, como coordenação motora e alfabetização.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva; Transtorno do Espectro Autista; Jogos Educacionais; Inclusão Digital; Desenvolvimento Infantil.

Abstract

This work presents software artifacts aimed at supporting the creation of digital educational solutions for children with Autism Spectrum Disorder (ASD). Technology can be a powerful tool to assist pedagogical and therapeutic interventions, contributing to the development of essential skills in these children. One of the challenges, however, is designing solutions tailored to the target audience, as autistic children have specific needs that must be considered when developing specialized software.

In this study, a prospecting phase was conducted with experts to explore how inclusive materials should be developed, the dynamics of interventions in resource rooms, and the particularities to be taken into account when designing

digital solutions. Based on these findings, the created artifacts are presented, consisting of a set of guiding principles that establish recommendations for developing software targeted at children with ASD.

Subsequently, a development model is proposed and implemented based on these principles. Finally, the proposed model is validated by software developers who created digital games using the materials provided within the model. This process resulted in two prototypes developed as Minimum Viable Products, addressing different aspects of early childhood learning, such as motor coordination and literacy.

Keywords: Assistive Technology; Autism Spectrum Disorder; Educational Games; Digital Inclusion; Child Development.

Resumen

Este trabajo presenta artefactos de software diseñados para apoyar la creación de soluciones educativas digitales dirigidas a niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). La tecnología puede ser una herramienta poderosa para facilitar intervenciones pedagógicas y terapéuticas, contribuyendo al desarrollo de habilidades esenciales en estos niños. No obstante, un desafío clave es diseñar soluciones adaptadas al público objetivo, considerando las particularidades de los niños autistas al crear software especializado.

En este estudio, se realizó una prospección con expertos para analizar cómo deben desarrollarse materiales inclusivos, la dinámica de las intervenciones en aulas de recursos y las particularidades a considerar en la construcción de soluciones digitales. Con base en estos hallazgos, se presentan los artefactos creados, que incluyen principios orientadores con recomendaciones para desarrollar software dirigido a niños con TEA.

Posteriormente, se propone e implementa un modelo de desarrollo basado en estos principios. Finalmente, el modelo fue validado por desarrolladores de software, quienes crearon juegos digitales utilizando los materiales del modelo. Como resultado, se desarrollaron dos prototipos como Productos Mínimos Viables, abordando competencias del aprendizaje infantil como la coordinación motora y la alfabetización.

Palabras clave: Tecnología Asistiva; Trastorno del Espectro Autista; Juegos Educativos; Inclusión Digital; Desarrollo Infantil.

1 Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) descreve um grupo de indivíduos que têm comportamento atípico em dois domínios de diagnóstico: Dificuldade na comunicação social e comportamento restritivo ou repetitivo (M. Gomes, 2018). O tratamento do TEA tem sido amplamente discutido no Brasil e no mundo (Branco et al., 2020). Embora os estudos sobre a compreensão e análise das ocorrências do transtorno ainda sejam incipientes, alguns órgãos e centros de pesquisa já apresentam dados e análises relevantes sobre a prevalência do TEA na sociedade.

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), órgão do governo dos Estados Unidos da América (EUA), é reconhecido como uma referência no monitoramento do diagnóstico de autismo em crianças até os 8 anos de idade. Bialmente, o CDC publica relatórios atualizados que analisam várias características do espectro autista. No relatório mais recente, baseado em dados coletados em 2020 e publicados em 2023 (Maenner, 2023), constatou-se que 1 em cada 36 crianças é diagnosticada com TEA, indicando um aumento em relação ao estudo anterior, que estimava a ocorrência em 1 a cada 44 crianças.

O tratamento do TEA deve, preferencialmente, ocorrer desde a primeira infância. Quanto mais precoce for o diagnóstico, maiores serão as chances do indivíduo realizar intervenções e, conseqüentemente, minimizar suas dificuldades. A intervenção precoce é um meio eficiente de trata-

mento e pode ocorrer sob duas perspectivas: intervenção humana e intervenção tecnológica (Melo, 2021).

A intervenção humana ocorre por meio de atendimentos terapêuticos, que podem envolver uma equipe multidisciplinar. Dependendo das características do autista, essa equipe pode incluir profissionais como terapeuta ocupacional, fisioterapeuta, psicólogo, fonoaudiólogo, professor de educação física, professor de música e neuropsicopedagogo (Dyrbjerg et al., 2007).

Já a intervenção tecnológica engloba soluções que utilizam a tecnologia digital para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos autistas (Chung & Ghinea, 2020). Nessa perspectiva, são utilizados artefatos tecnológicos desenvolvidos com base nos preceitos da Tecnologia Assistiva (TA), como aplicativos digitais, jogos, robôs, ambientes virtuais e simuladores. O objetivo desses recursos é auxiliar o usuário no desenvolvimento de suas competências.

Por se tratarem de indivíduos com características particulares, a criação de soluções digitais voltadas à intervenção tecnológica de indivíduos com TEA deve considerar aspectos especiais em relação ao desenvolvimento de software tradicional. Metodologias convencionais de projeto e desenvolvimento de software não atendem plenamente às necessidades da criação de aplicativos efetivos voltados a pessoas com TEA, exigindo abordagens adaptadas (Fletcher-Watson et al., 2016). No contexto da Interação Humano-Computador (IHC), por exemplo, é recomendado o uso de um conjunto de padrões de design para o desenvolvimento de interfaces voltadas especificamente ao público autista (D. Gomes et al., 2021).

Diante do exposto, este trabalho apresenta artefatos de software criados com o intuito de auxiliar desenvolvedores a criar soluções digitais inclusivas com ênfase no desenvolvimento de competências educacionais e terapêuticas de crianças autistas. São apresentados Aspectos Norteadores (AN) e um modelo de desenvolvimento desenvolvido e processo de validação realizado junto a dois desenvolvedores de software.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 destaca a fundamentação teórica do trabalho. A Seção 3 apresenta o processo de prospecção dos artefatos junto a especialistas. Por sua vez, a Seção 4 detalha os artefatos de software desenvolvidos. Na Seção 6 é destacado o processo de validação do modelo criado junto a desenvolvedores de software. Por fim, a Seção 7 apresenta as considerações finais do trabalho.

2 Fundamentação Conceitual

A presente seção aborda a fundamentação conceitual do trabalho desenvolvido. A seguir são apresentados os fundamentos relacionados ao TEA, TA, IHC, educação inclusiva, *Serious Game* e gamificação.

2.1 Transtorno do Espectro Autista (TEA)

O TEA é um distúrbio do neurodesenvolvimento caracterizado por desenvolvimento atípico, manifestações comportamentais, déficits na comunicação e na interação social, além de padrões de comportamentos repetitivos e estereotipados. Também pode envolver um repertório restrito de interesses e atividades (M. Gomes, 2018). A manifestação do TEA pode se apresentar de diversas

maneiras entre os indivíduos, e a forma de classificar o grau de comprometimento do autismo tem evoluído à medida que novas pesquisas são realizadas. Nos estudos analisados, é comum o uso dos termos leve, médio e severo para descrever o grau de comprometimento ao qual o projeto se destina (Artoni et al., 2018; Boyd et al., 2017; Mascio et al., 2018).

Recentemente, a terminologia tem sido revisada, adotando-se os conceitos de baixo, moderado e alto funcionamento para classificar os níveis de comprometimento dos indivíduos com TEA (Melo, 2021). Essa categorização considera a quantidade de suporte necessário para que o autista participe ativamente da sociedade. Em vez de simplesmente classificar alguém dentro de uma categoria específica de autismo, o essencial é avaliar e compreender os diferentes níveis de comprometimento, especialmente em relação à sua independência, autonomia e às dificuldades para estabelecer e manter relações interpessoais.

Essa classificação é realizada a partir da última edição do manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais, traduzido do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM) (American Psychiatric Association, 2014). A Tabela 1 apresenta um resumo dessa classificação estabelecida na versão 5(DSM-5) do manual.

Tabela 1: Classificação do TEA conforme o DSM-5.

Nível de Suporte	Nomenclatura	Características
1 - Leve	Alto Funcionamento	Habilidades verbais normais, mas comunicação difícil; Inteligência normal ou acima do normal; Menos comportamentos repetitivos e restritos; e Interações sociais atípicas.
2 - Médio	Funcionamento Moderado	Disfunções sociais; Funcionamento mental normal ou abaixo do normal; Dificuldade na comunicação verbal; e Ocorrência de dificuldades comportamentais.
3 - Severo	Baixo Funcionamento	Funcionamento mental ou cognitivo prejudicado; Déficits graves na comunicação verbal; Extremos comportamentais; e Comprometimento nas habilidades sociais.

É fundamental compreender a diversidade do espectro e identificar o nível de autismo mais alinhado às limitações e potencialidades do indivíduo. Essa compreensão auxilia na projeção de expectativas, no planejamento do tratamento e na escolha das terapias complementares que melhor contribuirão para o desenvolvimento da autonomia e independência (Evêncio et al., 2019).

O tratamento de pessoas autistas ocorre por meio de intervenções, sendo que, quanto mais precoces forem, maiores as chances de minimizar as dificuldades. Essas intervenções podem ocorrer por meio da intervenção humana, que normalmente engloba um tratamento multidisciplinar presencial com profissionais de diferentes áreas, e também da intervenção tecnológica, que utiliza recursos digitais para apoiar o desenvolvimento de indivíduos com TEA.

2.2 Tecnologia Assistiva (TA)

O processo de intervenção tecnológica é baseado em artefatos desenvolvidos dentro dos princípios da TA. A TA resulta da aplicação de inovações tecnológicas em áreas já consolidadas, envolvendo uma abordagem multidisciplinar, com profissionais de diversas áreas do conhecimento trabalhando juntos para restaurar ou potencializar funções humanas (Brasil, 2009). Ao interagir com sistemas computacionais, o usuário utiliza (Barbosa & Silva, 2010):

1. Sua habilidade motora para agir sobre os dispositivos de entrada;
2. Seus sentidos (visão, audição e tato) e capacidade de percepção para identificar as respostas do sistema emitidas pelos dispositivos de saída; e
3. Sua capacidade cognitiva, de interpretação e de raciocínio para compreender as respostas do sistema e planejar os próximos passos da interação.

Quando um usuário apresenta algum tipo de deficiência que limita ou compromete uma dessas habilidades, sentidos ou capacidades, torna-se necessário o uso de recursos adicionais para facilitar a interação com o sistema. Nesse contexto, a TA engloba qualquer dispositivo de hardware ou software projetado para ampliar as capacidades funcionais de pessoas com deficiências (Albusays et al., 2017).

Em pessoas autistas, o uso de TA para o desenvolvimento em diversas esferas tem sido cada vez mais discutido e estudado (D. Gomes et al., 2021; M. Gomes, 2018; Silva Neto et al., 2013). Indivíduos com TEA, para efeitos legais, são considerados pessoas com deficiência e este mesmo entendimento pode ser aplicado quando falamos no uso de TA (Krause & Costa Neto, 2021). A utilização de tecnologia pode ser aplicada no desenvolvimento de diversas habilidades, como a compreensão das rotinas diárias, o estímulo à fala e comunicação com pares, e a compreensão das emoções. No ambiente escolar, indivíduos com TEA tendem a necessitar de um maior suporte visual para realizar determinadas tarefas. Este suporte pode auxiliar na compreensão do que está sendo proposto e na forma de demonstrar o conhecimento do que foi ensinado (Dyrbjerg et al., 2007).

2.3 Educação Inclusiva

Os conceitos de inclusão e educação inclusiva têm assumido um papel central no discurso educacional contemporâneo, sendo responsáveis por promover mudanças significativas na forma como o papel e a função da escola são concebidos na sociedade atual. Nesse contexto, a educação inclusiva defende o direito de todos os indivíduos de participar, contribuir e ser aceitos de maneira ativa e respeitosa na sociedade, independentemente de suas diferenças.

Para que isso se concretize, é fundamental uma educação de qualidade que valorize e respeite as características, interesses e necessidades individuais, contribuindo para o desenvolvimento de competências que facilitem a participação e a cidadania. Alcançar uma educação inclusiva de forma abrangente exige mudanças substanciais, não apenas na forma como o papel da escola e dos professores é reconsiderado, mas também no desenvolvimento de práticas pedagógicas eficazes que garantam a aprendizagem de todos os estudantes. É essencial buscar soluções que atendam

às necessidades de todos os alunos, garantindo o direito a uma educação livre de discriminação e respeitosa da singularidade de cada indivíduo (López, 2017).

O conceito de inclusão, no entanto, não possui uma definição consensual. É importante focar em como promover a inclusão, minimizando a ênfase em eventuais dificuldades na definição do conceito (Ainscow et al., 2006). Para ilustrar as diferentes formas de considerar a inclusão, a Figura 1 apresenta um modelo de poliedro com múltiplas facetas, onde cada faceta corresponde a uma forma de abordar o conceito de inclusão (Ainscow et al., 2006).



Figura 1: Seis formas de perspectivar a Inclusão. Fonte: (Ainscow et al., 2006).

Quando aplicado à sala de aula, o conceito de inclusão demanda que as práticas pedagógicas sejam planejadas para garantir que todos os alunos possam participar e atingir os objetivos propostos. Diversos conceitos corroboram essa necessidade, propondo princípios e estratégias que auxiliem os professores na implementação da inclusão. O Desenho Universal da Aprendizagem (DUA) é um desses conceitos, consistindo em um conjunto de estratégias e princípios curriculares que visa reduzir barreiras ao ensino e à aprendizagem (Rogers-Shaw et al., 2018). Por meio do DUA, os docentes podem definir objetivos, criar materiais e desenvolver formas de avaliação adaptadas a todos os alunos, permitindo que todos aprendam utilizando as mesmas vias educacionais.

A tecnologia pode ser uma ferramenta importante no apoio às práticas educacionais baseadas no DUA. Aplicativos e dispositivos específicos podem ser usados para facilitar a inclusão, como leitores de tela, dispositivos adaptados para alunos com mobilidade reduzida e interfaces adaptadas, entre outros recursos tecnológicos.

2.4 Interação Humano-Computador

Quando se deseja criar soluções em TA, é fundamental que o processo de desenvolvimento da interface seja baseado em conceitos que tornem o artefato tecnológico inclusivo para o público-alvo. IHC é uma área que oferece uma grande variedade de princípios, diretrizes e heurísticas que especificam critérios para avaliar e orientar o projeto de sistemas interativos. Dentre esses, destacam-se a acessibilidade e a usabilidade.

Acessibilidade é a facilidade de acesso e de uso de ambientes, produtos e serviços por qualquer pessoa e em diferentes contextos (Casare et al., 2017). A usabilidade diz respeito ao conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para o uso de um sistema interativo e à avali-

ação individual de tal uso, por um conjunto de usuários (ABNT, 2003). No entanto, para que o usuário possa tirar proveito do apoio computacional oferecido por um sistema, não podem existir barreiras que impeçam a interação com a interface. O critério de acessibilidade, portanto, está relacionado com a capacidade de o usuário acessar o sistema para interagir com ele, sem que a interface imponha obstáculos (Barbosa & Silva, 2010).

A acessibilidade incorpora a ideia de que todas as pessoas têm o direito de serem incluídas na sociedade, independente de deficiências, localização geográfica, barreiras de linguagem ou outros fatores (Geraldo, 2016). Nos últimos anos, algumas iniciativas têm surgido com o objetivo de disponibilizar recomendações para acessibilidade de sistemas interativos, tais como *Web Accessibility Initiative* (WAI), *Accessible Rich Internet Applications Suite* e *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG). No contexto da acessibilidade para indivíduos com TEA, diversos trabalhos apresentam guias que visam auxiliar os desenvolvedores a criar aplicativos acessíveis para este público-alvo (Britto & Pizzolato, 2018; Casare et al., 2017; Godoi et al., 2020).

2.5 Serious Game e Gamificação

Serious Games (Jogos Sérios) são jogos que, embora devam ser divertidos, não têm necessariamente o entretenimento como objetivo principal (Sales & Sousa, 2020). Essa categoria de aplicação digital é projetada para proporcionar uma experiência única, podendo ser utilizada para uma série de propósitos, como educação, aprimoramento de habilidades ou mesmo treinamentos. Os *Serious Games* são aplicações projetadas como jogos, possuindo elementos que os caracterizam como tal, e são efetivamente jogados por participantes. Seu diferencial está no fato de proporcionarem aprendizado aos jogadores. Eles servem como ferramentas de treinamento e aprendizagem, facilitando a assimilação e compreensão de conceitos, além de auxiliar na comunicação.

Na educação, se for possível associar o conteúdo programático de disciplinas com atividades envolvendo jogos, o processo pode se tornar mais interessante para os alunos. O elemento lúdico promove um ambiente em que a criança se sente segura e confortável para explorar diferentes possibilidades, criar conexões e desenvolver habilidades (M. S. Siedler, Cardoso, Pinto et al., 2023). Atividades educacionais apresentadas por meio de jogos são estratégias eficazes para auxiliar o desenvolvimento de crianças, sendo uma forma de expressão e maturação no plano físico, cognitivo, psicológico e social (Dermeval & Bittencourt, 2017).

Outro conceito relacionado à aplicação de jogos no contexto de aprendizado é o de gamificação. A gamificação consiste na aplicação de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos, como educação, marketing e desenvolvimento de produtos, incorporando os benefícios lúdicos dos jogos para aumentar a motivação e a participação dos usuários. Frequentemente, a gamificação oferece *feedback* em tempo real sobre o desempenho dos usuários, permitindo ajustes rápidos e promovendo a aprendizagem (Carvalho et al., 2022; Moreira et al., 2022).

Esses conceitos e estratégias podem ser aplicados no desenvolvimento de soluções tecnológicas para crianças com TEA, ajudando a torná-las mais engajantes e adequadas às necessidades do público-alvo (Cardoso, 2019; M. S. Siedler et al., 2022).

3 Prospecção com Especialistas

Para desenvolver um trabalho desta natureza, é importante buscar parcerias com especialistas que possam auxiliar na concepção e validação do que está sendo desenvolvido. Quando o objetivo é auxiliar crianças com TEA, existem diversas possibilidades de envolvimento, sendo necessário contar com apoio para direcionar o que é mais relevante, entender as necessidades do público-alvo e auxiliar na prospecção e validação dos artefatos desenvolvidos.

Neste sentido, foi estabelecida parceria com profissionais da cidade de Bagé que atuam com crianças com TEA, a partir de cooperação com a Secretaria Municipal de Educação (SMED), que indicou quatro professores que atuam no Atendimento Educacional Especializado (AEE). Estes profissionais estão aptos a auxiliar em propostas educacionais voltadas a crianças com TEA. Também participaram do processo terapeutas que atendem crianças autistas, sendo 2 fonoaudiólogos e 1 psicopedagogo.

Posteriormente, foram realizados encontros com esses profissionais periodicamente. Nestas reuniões, foi possível compreender a dinâmica dos atendimentos, artefatos usados, estrutura disponível, possibilidades de intervenção tecnológica como ferramenta de apoio, tópicos de interesse e as competências que as crianças têm dificuldade recorrente. A partir desses encontros, foram elencados os seguintes pontos principais, que serviram como base para a construção dos artefatos de software, sendo fundamentais para a compreensão do escopo e requisitos do trabalho.

3.1 Público Alvo

O presente trabalho é voltado para crianças com TEA, um transtorno em que há uma significativa dificuldade em se obter um diagnóstico preciso. Embora o diagnóstico possa ser suspeitado nos primeiros dois anos de vida, a intervenção precoce deve ser iniciada, mesmo antes da confirmação diagnóstica, visando a melhor adaptação da criança. O foco é a redução de comportamentos considerados inadequados e o aumento de comportamentos mais adaptativos e funcionais para o seu desenvolvimento.

Neste contexto, a escola se torna, muitas vezes, um agente que observa e orienta as famílias a procurar ajuda para desenvolver as capacidades das crianças, tendo o profissional do AEE um papel importante de orientação às famílias quanto à busca de ajuda profissional necessária. Conforme destacado nos encontros, esta observação e possível diagnóstico ocorre, prioritariamente, quando a criança está em idade pré-escolar e nos anos iniciais do ensino fundamental. Da mesma forma, os terapeutas ouvidos destacaram que a maioria dos seus pacientes está na faixa etária entre 2 e 9 anos de idade.

Outro ponto destacado é o grau de severidade do autismo, que influencia tanto os objetivos das soluções quanto a abordagem nos atendimentos. Em indivíduos com nível de suporte mais baixo, no ambiente escolar, é possível trabalhar as competências, muitas vezes diretamente na própria sala de aula, tendo apenas interações pontuais na sala de recursos. Já nos casos em que o nível de suporte é maior, o atendimento costuma ser realizado de forma individualizada. Quanto maior o grau de severidade do autismo, maior a necessidade de adaptar as soluções para atender a situações específicas que demandam suporte. Por exemplo, uma criança com TEA pode ter dificuldades para se concentrar e não conseguir ficar sentada por cinco minutos. Nesse caso,

o profissional deve primeiro trabalhar para desenvolver essa habilidade, antes de introduzir um conteúdo específico.

Com base nessas considerações, ficou estabelecido que as soluções digitais a serem desenvolvidas terão como público-alvo crianças com TEA nos níveis de suporte 1 ou 2, com idades entre 2 e 9 anos. Esse foco foi escolhido porque essa faixa etária abrange a maioria das crianças atendidas, e o nível de suporte priorizado facilita a oferta de apoio adequado e a realização de testes mais eficazes pelos profissionais. Contudo, este trabalho pode ser expandido no futuro para atender também a crianças que necessitam de um nível de suporte maior.

3.2 Materiais Físicos

Os atendimentos às crianças são feitos, fundamentalmente, com apoio de materiais físicos. Brinquedos são utilizados como forma de estímulo, incluindo jogos de tabuleiro e materiais desenvolvidos especificamente para o público-alvo. Especificamente sobre os recursos elaborados para TEA, observa-se uma prioridade no suporte visual rico, a fim de estimular o uso e despertar a atenção das crianças (vide Figura 2).



Figura 2: Materiais concretos produzidos para apoiar o aprendizado de crianças com TEA.

No tratamento de indivíduos com TEA, estes materiais auxiliam tanto na compreensão de tarefas quanto na apresentação de figuras com sequência de ações necessárias para a realização de uma atividade. A tecnologia pode ser uma ferramenta valiosa ao adaptar estes materiais para o meio digital, explorando as potencialidades dos recursos tecnológicos para facilitar a compreensão das crianças. Dispositivos como computadores pessoais e celulares podem ampliar as potencialidades dos materiais físicos, tornando-os ainda mais acessíveis e eficazes.

3.3 Tecnologia Assistiva e TEA

O uso de TA é incipiente no grupo de profissionais entrevistados. A sala de recurso das escolas é equipada com um computador que, eventualmente, é usado pelo profissional para realizar atividades pedagógicas utilizando jogos digitais. É comum que os jogos adotados, no entanto, não tenham ênfase em crianças com TEA.

No contexto terapêutico, a tecnologia é relatada em diferentes cenários. Nos atendimentos fonoaudiológicos, especificamente para indivíduos não verbais ou com baixa capacidade de verbalização, utilizam-se pranchas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA). Quando

adaptadas para o meio tecnológico, essas pranchas se tornam uma importante ferramenta de apoio na comunicação durante as sessões. Além disso, muitas vezes, os profissionais orientam os pacientes sobre o uso adequado desse equipamento.

O uso de jogos digitais é visto como uma ferramenta valiosa para fortalecer o vínculo entre o paciente e o terapeuta ou professor. Esse vínculo é fundamental para a qualidade do trabalho e, por diversas vezes, os profissionais recorrem a jogos digitais para incentivar o engajamento do indivíduo atendido. Inicialmente, esses jogos digitais podem não estar diretamente relacionados às competências trabalhadas, mas servem para estreitar a comunicação e estimular a criança a participar da sessão. Há relatos, inclusive, do uso de jogos escolhidos pela própria criança nos primeiros atendimentos.

Um aspecto importante do uso de TA por crianças com TEA é a possibilidade de a tecnologia atuar como uma ferramenta que facilita diferentes formas de interação, especialmente considerando que o TEA está frequentemente associado a comorbidades, como Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), ansiedade, Transtorno Obsessivo-Compulsivo (TOC) e dificuldades de verbalização. Dessa forma, a tecnologia pode ajudar as crianças a realizarem determinadas atividades com maior qualidade.

No entanto, é fundamental destacar que o uso excessivo de recursos tecnológicos pode ser prejudicial. É essencial limitar o tempo de exposição às telas, tanto de computadores quanto de celulares, especialmente para crianças com TEA (Nobre et al., 2021; Sociedade Brasileira de Pediatria, 2019). Assim, é importante considerar que as soluções digitais devem ser vistas como um complemento ao trabalho realizado nas sessões terapêuticas e nas atividades escolares, servindo como uma ferramenta de apoio para que as crianças possam praticar atividades que promovam seu desenvolvimento. No entanto, essas ferramentas não devem substituir o atendimento profissional.

3.4 Infraestrutura

No ambiente escolar, foram encontrados diferentes dispositivos eletrônicos. Todos os encontros ocorreram em escolas públicas, onde a maioria dos equipamentos são computadores *desktop* usando sistema operacional Windows com mais de 10 anos de uso. Na rede estadual, muitas escolas têm laboratórios equipados com *chromebooks* e, na sala de recursos, há registros de *smartphone* com sistema operacional Android e computador com menos de 5 anos de uso.

Os terapeutas relataram que uma relevante parte dos aplicativos especializados é destinada a um equipamento/sistema operacional específico. Particularmente, na área de fonoaudiologia, muitos dos aplicativos são desenvolvidos para iOS (*iPhone Operation System*). O alto custo desses dispositivos dificulta que as famílias tenham acesso aos softwares, limitando sua utilização nas sessões e restringindo a prática fora do consultório, que é um dos objetivos do uso dessas ferramentas. Uma constatação nessa fase de entrevistas é a heterogeneidade dos dispositivos e a necessidade de criar soluções que possam ser usadas por um conjunto abrangente de profissionais, contemplando uma gama maior de plataformas.

Com base nas considerações levantadas junto aos especialistas, foram realizados diversos ciclos de experimentação no desenvolvimento de soluções educacionais digitais voltadas para crianças com TEA. A partir das percepções obtidas durante esse processo, foi possível construir artefatos destinados a apoiar os desenvolvedores de software.

4 Artefatos Desenvolvidos

Esta seção apresenta os artefatos desenvolvidos, cuja concepção foi baseada nas lições aprendidas durante o processo de desenvolvimento de diversos jogos educacionais digitais. Esses jogos foram projetados a partir das definições estabelecidas no processo de prospecção junto a especialistas (M. Siedler et al., 2022; M. S. Siedler, Cardoso, Tavares & Primo, 2023).

Os AN têm como objetivo apoiar os desenvolvedores de software na criação de soluções digitais voltadas para crianças com TEA. Essas diretrizes foram elaboradas para promover a aceitação e a usabilidade das aplicações, oferecendo uma série de recomendações que devem ser consideradas pelos profissionais. M. d. S. Siedler (2024) detalha o processo que levou à definição dos AN, bem como a metodologia científica adotada para sua construção. A seguir, cada AN desenvolvido é apresentado, ressaltando a sua importância e a relação com as ocorrências identificadas ao longo do trabalho, que fundamentaram o aspecto proposto.

4.1 Ser Multiplataforma

Ao projetar aplicativos para indivíduos com TEA, é essencial que esses sejam desenvolvidos para a maior variedade possível de dispositivos. Nos ambientes de sala de recursos, nos atendimentos, ou no uso cotidiano de recursos tecnológicos, os dispositivos e sistemas operacionais disponíveis podem variar significativamente. Durante os estudos, foi possível identificar a ocorrência tanto de computadores antigos em escolas públicas quanto de dispositivos mais modernos, como iPads, utilizados por fonoaudiólogos, além de laboratórios equipados com *Chromebooks*.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, foram observadas as seguintes ocorrências que evidenciaram a importância desse aspecto.

- Aplicativos digitais desenvolvidos devem ser concebidos para diferentes dispositivos.
- Exploração de diferentes mecânicas e formas de interação.
- Os aplicativos desenvolvidos devem ser compatíveis com os diferentes dispositivos da escola.

4.2 Seguir os Preceitos do DUA

Durante os encontros com especialistas foi possível identificar um ponto recorrente na abordagem destes: a necessidade de integrar crianças com TEA em atividades junto a seus colegas da mesma idade, tanto em sessões terapêuticas quanto em sala de aula. O uso de atividades que possam ser realizadas por todos é uma prioridade para esses profissionais. Nesse contexto, é crucial desenvolver aplicativos que sejam simples de usar e permitam a participação da criança com TEA no mesmo ambiente que seus colegas, promovendo a interação entre pares. Isso possibilita que uma tarefa, inicialmente limitada à sala de recursos, possa ser realizada no ambiente regular da sala de aula.

Destaca-se, assim, a importância de criar aplicativos alinhados às propostas dos profissionais, considerando também a integração de materiais físicos com recursos digitais. Essa aborda-

gem amplia as possibilidades de uso por parte dos especialistas, conforme evidenciado no estudo, com as seguintes ocorrências:

- A criação de uma interface inadequada pode gerar dificuldades na compreensão das tarefas e, em alguns casos, desencadear comportamentos agressivos em determinados usuários. Isso ocorre porque interfaces confusas ou mal planejadas podem causar frustração, especialmente em crianças com TEA, que podem ter maior sensibilidade a mudanças inesperadas ou complexidade excessiva.
- O grau de severidade do autismo e as particularidades do indivíduo atendido influencia na elaboração das atividades propostas, na forma de atendimento e, conseqüentemente, nas soluções digitais desenvolvidas.
- O apoio de materiais físicos no desenvolvimento das atividades em terapias e atendimentos especializados auxilia na compreensão das competências por parte dos indivíduos atendidos.
- Uso de material concreto associado ao jogo digital proposto auxilia na compreensão e estimula a integração físico-digital.
- Criação de aplicativos inclusivos e que sigam os preceitos do DUA.

4.3 Criar Elementos com tipografia adequada e iconografia clara

Considerando o foco deste trabalho em crianças em idade pré-escolar e nos primeiros anos do ensino fundamental, é essencial criar aplicativos que possam ser utilizados de forma autônoma. Isso permite que as crianças pratiquem as habilidades trabalhadas no jogo digital sem a necessidade de supervisão constante de um adulto. Para isso, os elementos visuais devem ser apresentados de maneira adequada, limitando o uso de texto e utilizando uma tipografia apropriada e iconografia clara. Isso facilita a compreensão tanto para a criança quanto para o profissional que a acompanha. O uso excessivo de texto pode dificultar a leitura e o aprendizado, comprometendo a eficácia do software, o que é evidenciado pelas seguintes ocorrências:

- Sistemas de comunicação usando figuras são frequentemente utilizados para auxiliar indivíduos com TEA.
- A tipografia é fundamental no projeto de interfaces digitais, podendo ser determinante na experiência do usuário.
- A utilização de elementos visuais inadequados tende a dificultar a compreensão de crianças com TEA.
- Usar ícones que sejam claros quanto ao significado do que se deseja representar e corretamente dispostos na tela.
- Evitar o uso de fontes com serifa.

4.4 Utilizar sons para orientação e estímulo

O uso de sons em jogos digitais é uma técnica eficaz para auxiliar as crianças na utilização dos aplicativos. Esses sons podem introduzir elementos desconhecidos, como o nome de um objeto a ser arrastado, ou estimular a continuidade da prática proposta, utilizando mensagens sonoras positivas, como "*Muito bem!*" ou "*Parabéns!*". Quando a criança comete um erro, mensagens de incentivo como "*Tente novamente!*" podem ser utilizadas, sempre em um tom de voz encorajador, evitando qualquer sensação de repressão, o que é reforçado pelas seguintes ocorrências.

- Tecnologia pode ser utilizada para trabalhar os sentidos do usuário, dentre os quais a audição é uma forma comum de percepção das saídas do sistema computacional.
- A tecnologia pode ser uma importante aliada no desenvolvimento de atividades que visam trabalhar a capacidade de lidar com sons, uma competência frequentemente abordada no tratamento de crianças com TEA.
- O uso de conteúdo multimídia como sons podem auxiliar o usuário com orientações na tomada de decisão.

4.5 Utilizar conceitos de gamificação

A Gamificação é um recurso que pode ser utilizado para tornar o aprendizado mais atrativo e dinâmico, promovendo o engajamento dos usuários. Crianças com TEA também percebem esses desafios como motivadores para executar as tarefas, e a aplicação desses conceitos foi evidenciada como um fator preponderante na aceitação de soluções educacionais digitais. As evidências da relevância desse aspecto são elencadas a seguir:

- Os jogos digitais oferecem uma forma lúdica e instigante de aprendizagem. Em ambientes educacionais e terapêuticos, eles podem combinar entretenimento com ensino de maneira envolvente e interativa.
- Uso de jogos é uma técnica constantemente usada nos atendimentos.
- Importância da gamificação nos aplicativos desenvolvidos.
- Elaboração de jogos digitais a partir do material físico.
- A utilização dos jogos digitais trouxe grande entusiasmo e alegria para os alunos.
- Os alunos tiveram facilidade em utilizar os jogos digitais.

4.6 Dispor informações de forma clara

A maneira como as informações são apresentadas é crucial para sua aceitação por crianças com TEA. O uso excessivo de animações e imagens pode causar desconforto e levar à rejeição do aplicativo. Portanto, é recomendável que apenas as informações necessárias para atrair o interesse e realizar a tarefa proposta sejam exibidas, evitando uma interface sobrecarregada que possa dificultar a experiência do usuário, o que foi evidenciado nas seguintes ocorrências:

- A criação de uma interface inadequada pode gerar dificuldades na compreensão das tarefas e, em alguns casos, desencadear comportamentos agressivos em determinados usuários. Isso ocorre porque interfaces confusas ou mal planejadas podem causar frustração, especialmente em crianças com TEA, que podem ter maior sensibilidade a mudanças inesperadas ou complexidade excessiva.
- As cores desempenham um papel significativo na interação de crianças autistas com ferramentas de aprendizagem.
- A tipografia é fundamental no projeto de interfaces digitais, podendo ser determinante na experiência do usuário.
- Evitar o uso de animações nas cenas do jogo.
- Cuidado com a combinação de cores utilizada.

4.7 Oferecer suporte visual

Crianças com TEA tendem a ser muito visuais, prestando atenção ao que é apresentado e tentando replicar o que foi demonstrado. Nesse sentido, o uso de tutoriais pode ser extremamente útil na correta execução das tarefas. Demonstrar o que deve ser feito e simular determinados eventos ajuda os usuários a compreender as instruções e a realizar as atividades propostas de maneira mais eficiente. Deste modo, é importante que os aplicativos tentem demonstrar o que deve ser feito, seja com o uso de narração explicativa, animações com a demonstração do que deve ser feito ou vídeo explicativo. As ocorrências relacionadas a esse aspecto foram as seguintes:

- Suporte visual é ferramenta essencial para facilitar a comunicação, a compreensão e a aprendizagem de indivíduos com TEA. O uso de elementos visuais pode ajudar a organizar informações de maneira clara e acessível, permitindo que a pessoa com TEA compreenda e se envolva melhor com as atividades propostas.
- Sistemas de comunicação usando figuras são frequentemente utilizados para auxiliar indivíduos com TEA.
- Utilização de suporte visual na elaboração dos jogos digitais.
- Usar tutoriais para auxiliar o entendimento da criança.

4.8 Utilizar Mecânica Simples

Durante os ciclos de experimentação, foram utilizadas diversas mecânicas para atrair a atenção das crianças e estimular o uso dos aplicativos. No entanto, é fundamental que a mecânica seja simples e que exija pouco esforço para ser utilizada, garantindo a inclusão efetiva de todos os usuários. Algumas crianças podem ter limitações motoras que dificultam o uso de recursos complexos, tornando a tarefa muito trabalhosa. Por exemplo, ao trabalhar com alfabetização, uma mecânica que exija muitos cliques ou movimentos pode desviar do objetivo central do jogo. Assim, a mecânica deve ser adequada à tarefa proposta, evitando comandos complexos que possam comprometer a experiência da criança.

- A Tecnologia Assistiva é uma ferramenta relevante para o desenvolvimento das habilidades motoras dos indivíduos, devendo ser adaptadas as necessidades para a qual se destina.
- Através de dispositivos tecnológicos são trabalhadas as habilidades motoras através da interação com os dispositivos de entrada.
- Exploração de diferentes mecânicas e formas de interação.
- Dificuldades na utilização das funcionalidades propostas devido a jogabilidade.

4.9 Considerações sobre os AN

Conforme destacado anteriormente, os AN explorados têm como objetivo auxiliar o desenvolvedor de software no processo de criação de aplicativos voltados para crianças com TEA. Neles, são destacados diversos pontos importantes que frequentemente são negligenciados pelas equipes de desenvolvimento.

O processo tradicional de desenvolvimento de software geralmente envolve a identificação de uma necessidade, o desenvolvimento de uma solução digital e a entrega ao cliente. No entanto, ao seguir os AN propostos, o programador terá uma base sólida para evitar dificuldades recorrentes no desenvolvimento de soluções voltadas a crianças com TEA. Isso simplifica o caminho para a construção de um aplicativo inclusivo e adequado ao público-alvo, reduzindo a incidência de erros comuns no desenvolvimento deste tipo de software. As equipes de desenvolvimento podem se orientar pelos AN e aplicá-los em diferentes etapas da concepção do aplicativo. Entretanto, o desenvolvimento deste tipo de aplicativo digital apresenta uma série de desafios e requer competências que vão além da simples compreensão do que precisa ser feito e como isso deve ser implementado.

5 Modelo +Ludus

O desenvolvimento de soluções educacionais digitais, especialmente aquelas que incorporam conceitos de gamificação e são voltadas a crianças, exige da equipe de desenvolvimento uma série de competências técnicas específicas, distintas do método de desenvolvimento tradicional de software. Para este tipo de solução digital, o design é um aspecto crucial, envolvendo o uso de *Graphical User Interface* (GUI) adequadas, combinações de cores harmoniosas, fluidez entre as telas e a disposição dos elementos. Mesmo com diretrizes claras, essas etapas são complexas e muitas vezes difíceis de serem executadas por equipes de desenvolvimento enxutas. Outro ponto importante é que muitos dos aplicativos voltados para crianças com TEA são desenvolvidos em ambientes acadêmicos, como parte de projetos de pesquisa, conduzidos por equipes compostas por orientadores e bolsistas. Esse cenário se torna ainda mais desafiador, pois, idealmente, seria necessária uma equipe multidisciplinar para a criação desses aplicativos digitais. Na prática, entretanto, as equipes são frequentemente limitadas a profissionais da área de desenvolvimento de software, o que pode dificultar a implementação de soluções mais abrangentes.

Portanto, além dos AN desenvolvidos, é essencial oferecer ao desenvolvedor de software uma ferramenta mais intuitiva para a criação desse tipo de jogo digital. Nesse sentido, foi criado

o modelo +Ludus, que consolida os AN em um *template* prático de desenvolvimento, visando facilitar a criação de novos jogos digitais voltados para o público TEA. A premissa do modelo é materializar conceitos abordados durante o desenvolvimento do trabalho para propor algo prático que o desenvolvedor possa utilizar na implementação de soluções voltadas ao público-alvo. Este modelo apresenta concepção de telas, componentes, mecânica e navegação projetadas para atender às necessidades de crianças com TEA.

Considerando a familiaridade da equipe de desenvolvimento deste trabalho com a *Engine Unity*, o modelo +Ludus foi implementado para ser executado nela, atuando como um facilitador do processo de desenvolvimento. A Unity permite a criação de jogos para diversas finalidades, incluindo 3D, Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Para facilitar a construção de aplicativos com objetivos específicos, a ferramenta oferece uma série de *templates* pré-definidos, que disponibilizam configurações, componentes, bibliotecas e recursos adequados. Por exemplo, se o desenvolvedor deseja criar um aplicativo voltado para Realidade Virtual, pode selecionar o *template* "Virtual Reality 3D", o qual já apresenta *Application Programming Interfaces* (APIs) básicas, tipos de câmeras e modelos de objetos ajustados para esse tipo de aplicação.

Com base nessa abordagem, o modelo +Ludus teve suas funcionalidades implementadas em um **template** específico, disponibilizado como uma ferramenta complementar à Unity. O projeto criado a partir do *template* adota o formato 2D e disponibiliza uma série de componentes, telas de exemplo e *scripts* pré-definidos para auxiliar o desenvolvedor. Considerando que o modelo foi criado a partir dos AN propostos, as seguintes implementações foram realizadas:

- **Ser Multiplataforma:** A estrutura das cenas oferece uma configuração padrão que permite responsividade em diferentes resoluções. Além disso, a mecânica proposta possibilita interação tanto via mouse quanto *touchscreen*.
- **Seguir os Preceitos do DUA:** A estrutura das cenas é projetada para ser acessível a uma ampla gama de usuários. São fornecidos exemplos de cena, transição entre atividades e componentes que simplificam o uso e facilitam a adaptação de materiais físicos ao contexto digital.
- **Criar Elementos com Tipografia Adequada e Iconografia Clara:** Todos os componentes textuais utilizam a fonte Roboto, que foi bem-sucedida no terceiro ciclo de experimentos, sendo uma fonte sem serifa amplamente usada em sistemas operacionais. O *template* oferece uma coleção de ícones para transição entre telas e interação com as funcionalidades do jogo, diretamente relacionados às suas respectivas tarefas.
- **Usar Sons para Orientação e Estímulo:** Na pasta de sons, estão disponíveis áudios de estímulo, como palmas e frases como "Muito Bem" ou "Tente Novamente", para serem incorporados em momentos relevantes do jogo. Cada componente clicável vem com um áudio associado, permitindo que o desenvolvedor adicione sons explicativos no momento do clique.
- **Utilizar Conceitos de Gamificação:** O *template* é projetado para incluir várias fases, nas quais o usuário deve completar tarefas para "vencer". A ideia é que o usuário avance nas fases e, como recompensa, receba um troféu ao completar os desafios propostos.

- **Disponer Informações de Forma Clara:** O +Ludus inclui sugestões de como organizar as cenas e os botões, além de uma paleta de cores que evita contrastes visuais inadequados. O *template* oferece uma GUI com elementos que, quando combinados corretamente, ajudam a formar cenas com informações claramente dispostas para o usuário.
- **Oferecer Suporte Visual:** Todas as ações que precisam ser realizadas no jogo contam com indicações visuais claras. São criados indicativos de onde o usuário deve clicar, e a navegação entre telas é padronizada, com elementos posicionados sempre nos mesmos locais e em tamanhos adequados, evitando que o usuário tenha que procurar onde clicar.
- **Utilizar Mecânica Simples:** A mecânica básica das atividades usa o conceito de *Drag and Drop*. A premissa dos jogos criados com o *template* é permitir a associação de objetos movendo-os de um ponto A a um ponto B. O usuário deve identificar uma tarefa específica e, para concluí-la, selecionar um elemento na cena e arrastá-lo até o local designado.

O modelo implementado permite a criação de projetos voltados ao aprendizado de indivíduos com TEA por meio de jogos do tipo *Drag and Drop* (Arrastar e Soltar). A premissa dos jogos é permitir a associação entre objetos através do seu deslocamento “de um ponto A até um ponto B”. Ou seja, o usuário deve identificar uma tarefa específica e, para concluí-la, selecionar um elemento na cena e arrastá-lo até o local designado. A escolha desta forma de interação foi baseada nas metas delineadas pela Base Nacional Comum Curricular para Educação Infantil (BNCCEI¹). Dentre essas metas destacam-se o estímulo ao estabelecimento de relações entre objetos e o incentivo à coordenação motora (Barbosa & Silva, 2010), além da simplicidade na utilização e implementação de melhorias.

5.1 Componentes reutilizáveis do *template* +Ludus

Ao se criar um projeto usando o *template*, diversos componentes de código e de *layout* são fornecidos aos desenvolvedores. Estes componentes visam auxiliar a construção de aplicativos inclusivos, sendo disponibilizados modelos de botões, ícones, painéis e sugestões de combinações de cores que podem ser aplicadas conforme a necessidade do usuário. No ambiente da *Unity*, esses componentes são chamados de *prefabs*, um tipo especial de componente que permite que objetos do jogo sejam configurados e salvos no projeto para reutilização. Os principais *prefabs* do *template* são:

- **Botões:** modelos de botões *fechar*, *configurações*, *avançar*, *voltar*, *tutorial*, *tela de créditos* e *tela inicial*. Todos têm uma iconografia específica e permitem a personalização de cores;
- **Barra de menu:** responsável por organizar os botões que podem ser usados nas telas do jogo. Esta barra é comumente utilizada na tela inicial e ao completar uma fase do jogo; e
- **Painéis:** consistem em *prefabs* com modelos de painel vertical e horizontal. Esses *prefabs* incluem o painel e os botões de *voltar* e *avançar*, organizados na tela de forma a facilitar a utilização pelo programador.

¹Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#infantil/os-objetivos-de-aprendizagem-e-desenvolvimento-para-a-educacao-infantil>

A Figura 3 apresenta duas telas que utilizam os *prefabs* em uma aplicação criada a partir do *template* +Ludus.

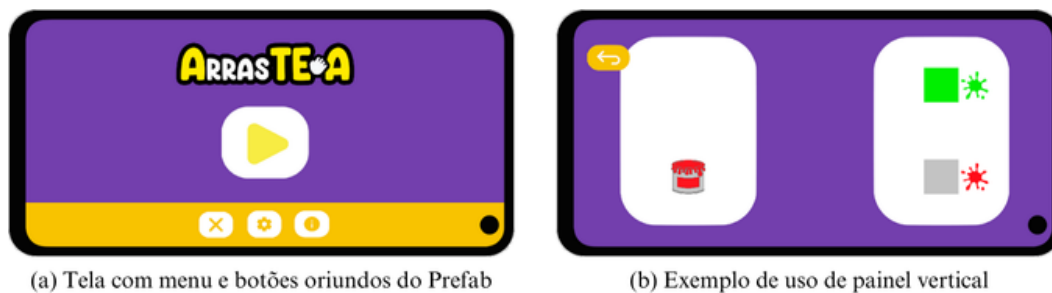


Figura 3: Exemplos de aplicação dos *prefabs* em telas do jogo.

Para criar aplicativos *Drag and Drop* seguindo o modelo proposto no *template*, o programador não precisa criar novos scripts, apenas definir os parâmetros necessários para a execução correta da fase. Estes parâmetros contemplam a localização das imagens utilizadas em cada fase, arquivos de áudio, quantidade de elementos que devem ser exibidos, quantos níveis de dificuldade serão apresentados, qual a cena final da fase, entre outros.

5.2 Organização das telas do *template* +Ludus

A estrutura das cenas do jogo é fundamentada em dois painéis. A interação ocorre por meio de ações de arrastar elementos de um painel e soltar em outro. Para facilitar a compreensão, os painéis serão nomeados como painel **A** (origem), que contém os elementos que devem ser arrastados, e painel **B** (destino), onde os elementos provenientes do painel **A** devem ser soltos. A Figura 4 apresenta exemplos de telas com painéis de pareamento vertical e horizontal. Nas telas de pareamento vertical, os painéis A e B estão dispostos um sobre o outro, permitindo ao usuário arrastar os elementos verticalmente. Já nas telas de pareamento horizontal, os painéis são alinhados lado a lado, possibilitando a interação ao arrastar elementos da esquerda para a direita.

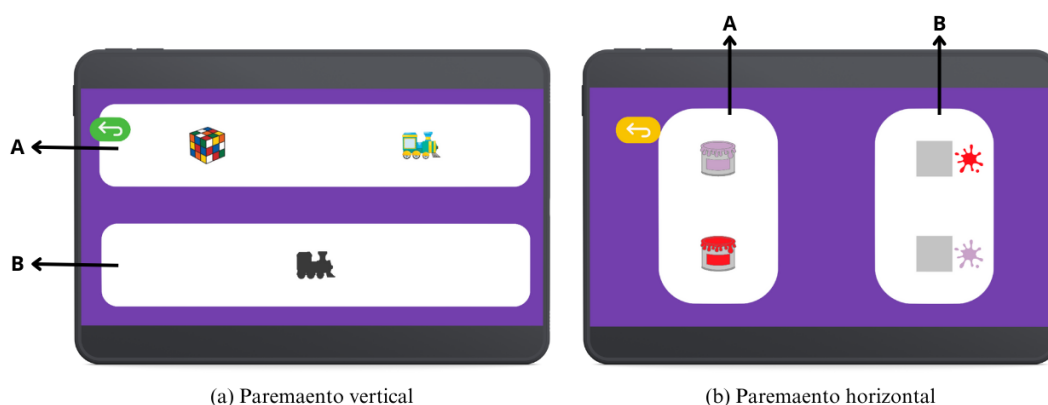


Figura 4: Exemplos de modelo de pareamento.

Por padrão, o *template* +Ludus oferece ao desenvolvedor quatro modelos de pareamento, os quais são apresentados a seguir:

- **HN1 (Pareamento Horizontal N:1)** - Neste modelo, os painéis são alinhados lado a lado, com N elementos disponíveis no painel A e 1 elemento somente no painel B. O usuário deve identificar o elemento do painel A que se encaixa corretamente com o elemento disponível no painel B;
- **HN1 (Pareamento Horizontal N:N)** - Assim como no HN1, os painéis deste modelo também são dispostos lado a lado. A diferença é que os dois painéis têm a mesma quantidade de N elementos, e todos devem ser pareados. Um exemplo desse modelo é destacado na Figura 4 (b);
- **VN1 (Pareamento Vertical N:1)** - Neste modelo, os painéis são alinhados um acima do outro. O painel A conta com N elementos, enquanto o painel B possui apenas 1 elemento. A Figura 4 (a) destaca um exemplo deste tipo de modelo;
- **VNN (Pareamento Vertical N:N)**: Segue o mesmo alinhamento do modelo VN1. A diferença entre eles é que ambos os painéis têm a mesma quantidade de elementos e todos devem ser pareados.

A partir dos modelos disponíveis, é possível realizar modificações na forma como os elementos são exibidos. A primeira possibilidade é adicionar um conteúdo auxiliar ao elemento que será pareado. Considerando os exemplos da Figura 4, é possível observar uma diferença na forma como os elementos são apresentados no painel B. Na Figura 4 (a), é apresentada apenas uma sombra que receberá o pareamento. Já a Figura 4 (b), além do retângulo cinza, exibe uma imagem representando uma cor. Esse elemento é o conteúdo auxiliar mencionado anteriormente, que pode ser inserido conforme a necessidade do programador. Ele atua como um conteúdo complementar ao elemento que receberá o pareamento.

Outro recurso disponibilizado é a possibilidade de trocar a imagem que aparece quando o elemento é pareado. Por padrão, quando ocorre o pareamento, a imagem do painel B é substituída pela imagem do elemento do painel A. Caso necessário, é possível substituir a imagem do elemento do painel A por outra que seja mais relevante para o contexto da atividade. Um exemplo prático dessa funcionalidade é destacado na Figura 5, onde o objetivo é pintar o retângulo com uma determinada cor.

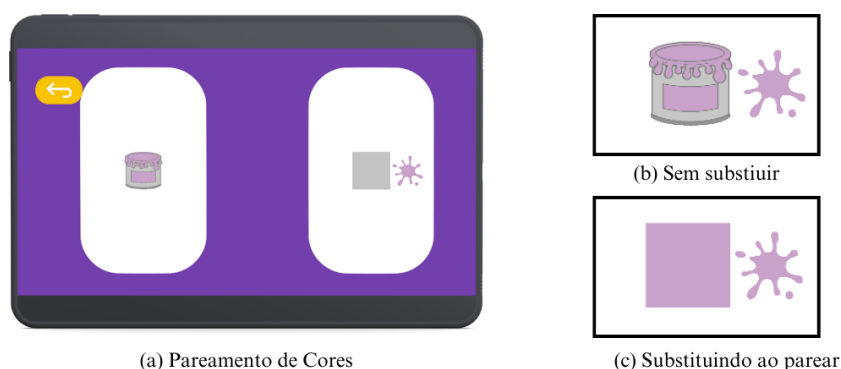


Figura 5: Exemplo do recurso de substituição aos realizar o pareamento.

Na Figura 5 (b) é apresentado o resultado padrão do pareamento, com a substituição do retângulo cinza pelo balde. Já na Figura 5 (c), utilizando o recurso de troca de imagem, o retângulo cinza é "pintado" com a cor do balde.

5.3 Criação de Aplicativos a partir do Template

Uma vez que o desenvolvedor conheça os recursos do *template* e deseje criar um aplicativo utilizando suas funcionalidades, ele pode aproveitá-los para otimizar o processo de desenvolvimento. Nesta seção, são apresentados os passos necessários para a criação de uma fase completa. O modelo de fase proposto é ilustrado pela Figura 6 e consiste no pareamento de brinquedos com suas respectivas sombras.

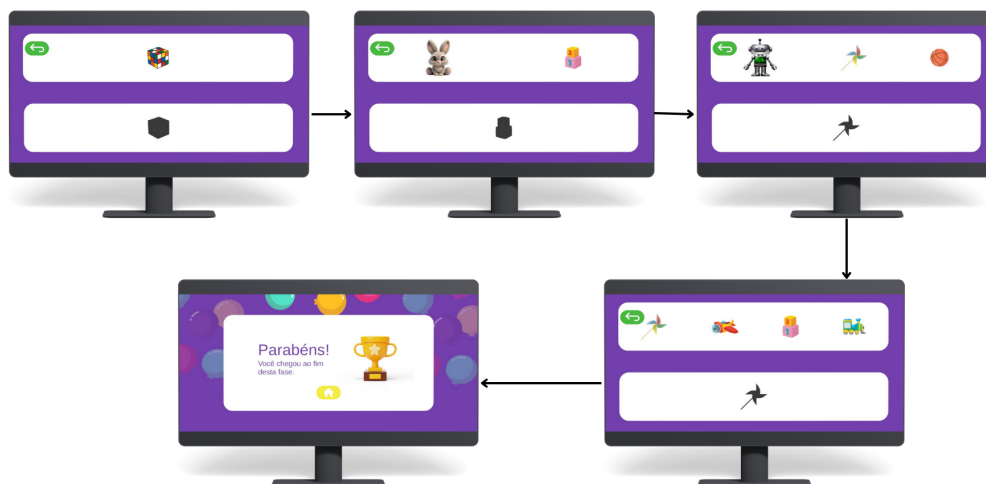


Figura 6: Sequência de telas para exemplificar o uso do aplicativo pelo desenvolvedor.

Para implementar essa fase, o desenvolvedor deve seguir os seguintes passos:

1. **Organizar os Assets:** O primeiro passo é organizar as imagens que serão utilizadas. As imagens dos brinquedos e sombras são tratadas como *sprites* e é necessário criar uma pasta com o nome da fase (por exemplo, "brinquedos") e, dentro dela, dois arquivos: um chamado **objeto**, com as imagens dos brinquedos e outro chamado **sombra**, com as respectivas sombras (vide Figura 7).

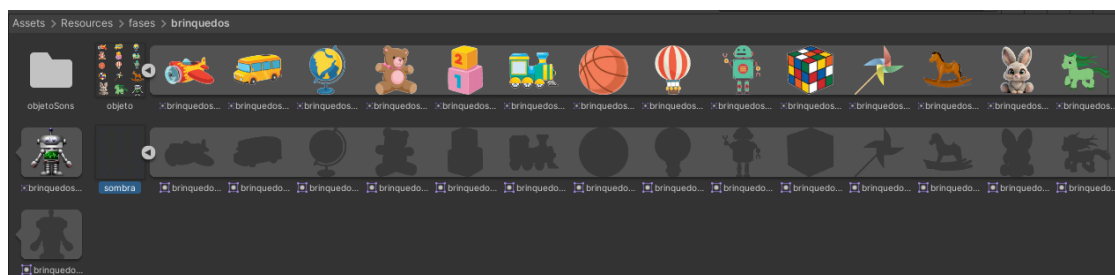


Figura 7: Exemplo de pasta com os *assets* da fase.

2. **Escolher o Modelo de Tela:** o modelo de tela é a segunda etapa. No exemplo utilizado nesta seção é utilizado o modelo VN1.
3. **Escolher como será apresentada as atividades:** O desenvolvedor deve projetar como quer que os desafios sejam colocados para o usuário. Neste exemplo é apresentada uma fase com quatro desafios com quantidade crescente de elementos que devem ser pareados. O primeiro desafio com 1 elemento e 1 sombra, o segundo dois elementos e uma sombra e assim por diante até terminar a fase.
4. **Configuração do Script:** Pra esta estrutura de fase o programador precisa, na aba *Inspector* da Unity, indicar a pasta onde estão os assets, o nome da cena final da final e montagem dos níveis que irão compor a fase. A estrutura de níveis consiste na quantidade de elementos q serão apresentados em cena e quantas repetições serão realizadas desse nível.

Por exemplo, se o programador indicar que um determinado nível tem 2 elementos e 3 repetições, a fase irá apresentar 3 vezes o desafio com 2 elementos a serem mapeados. No caso do exemplo apresentado todos níveis contam com apenas uma repetição, sendo indicados no *script* conforme a Figura 8.

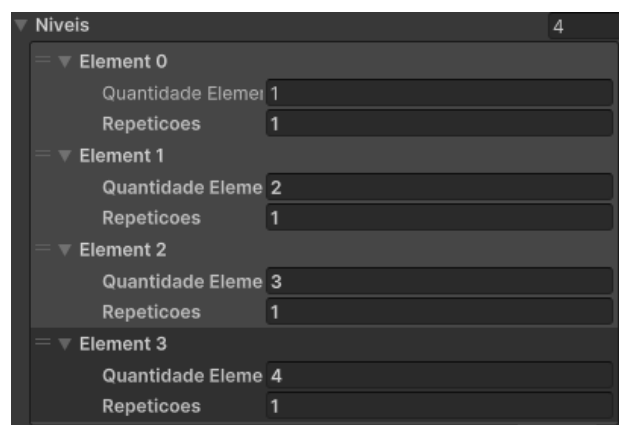


Figura 8: Configuração dos níveis para a representação da fase.

5. **Sons dos brinquedos:** colocar em pasta chamada **objetoSons** os áudios que devem ser tocados quando o usuário seleciona um brinquedo. Está configuração é opcional e, para manter a correspondência com as imagens, os áudios devem ser numerados na mesma ordem das imagens dos *sprites*

Seguindo essas etapas, a fase estará pronta e totalmente funcional. O desenvolvedor precisou apenas realizar configurações visuais no *template*, sem a necessidade de criar código adicional para que a aplicação funcione corretamente. Além disso, por padrão, os elementos da fase são dispostos de forma aleatória a cada nova jogada, o que significa que cada sessão será única. Isso aumenta o fator de rejogabilidade, já que o jogador sempre encontrará novas disposições dos elementos e sombras, garantindo uma experiência de jogo dinâmica e envolvente.

6 Validação

Para a validação do modelo, dois desenvolvedores de software foram convidados a utilizar o *template* para criar jogos educacionais. Nesta seção, são abordados os detalhes do processo de validação, incluindo o perfil dos participantes envolvidos, a metodologia adotada e as principais percepções fornecidas pelos desenvolvedores durante o teste do *template*.

6.1 Materiais e Métodos

Dois desenvolvedores de software participaram da validação, ambos vinculados a projetos de pesquisa relacionados ao trabalho. Eles são estudantes de cursos de desenvolvimento de sistemas em nível de graduação, com experiência variada em programação e desenvolvimento de software. Ao participar da pesquisa, os voluntários aceitaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foi apreciado por comitê de ética competente e está registrado na Plataforma Brasil com o número de registro **69888623.5.0000.5317**.

No momento da validação, os programadores possuíam conhecimento básico sobre a *Unity*, tendo realizado apenas tutoriais introdutórios para se familiarizar com o funcionamento da *engine*. As atividades foram conduzidas de forma remota, seguindo os passos estabelecidos a seguir.

1. Apresentação de uma visão geral das principais funcionalidades do *template* e qual tipo de aplicação pode ser desenvolvida;
2. Disponibilização de material de apoio, contendo uma série de videoaulas e documentação textual para auxiliar os desenvolvedores;
3. Definição do escopo do jogo digital de cada desenvolvedor, abordando conteúdo específico de interesse. Ficou estipulado que um programador abordaria princípios de alfabetização, enquanto o outro focaria em atividades para crianças em idade pré-escolar;
4. Designação de prazos e metas, com a definição do período 2 meses para criação de uma versão do aplicativo que seja, ao menos, um *Minimum Viable Product* (MVP²) que possa ser apresentado aos profissionais especializados em atendimento de crianças com TEA;
5. Realização de encontros quinzenais com cada desenvolvedor para esclarecer dúvidas e corrigir eventuais erros encontrados; e
6. Registro das percepções de cada desenvolvedor sobre o *template* +Ludus ao longo do período em um documento específico.

A partir do acompanhamento e das observações registradas, foi possível analisar todo o ciclo de desenvolvimento realizado, destacando a percepção dos programadores em cada etapa. A próxima seção destaca os principais pontos de interesse constatados.

²Em português, Produto Mínimo Viável, artefato que indica a versão mais básica e enxuta de um produto ou serviço, que pode ser lançada com o menor esforço possível e menos recursos, como forma de teste.

6.2 Percepções da validação

Os desenvolvedores que utilizaram o *template* foram acompanhados durante os dois meses de desenvolvimento, o que permitiu uma análise de todo o processo de criação de jogos digitais, tendo como base o *template*. Assim, as seguintes percepções do processo foram destacadas.

6.2.1 Instalação

A primeira etapa do desenvolvimento evidenciou a dificuldade dos desenvolvedores em instalar corretamente o *template* na *Unity*. Embora o procedimento de instalação siga o padrão da *Unity* e a documentação tenha sido disponibilizada aos programadores, a instalação de novos *templates* não é prática comum entre os desenvolvedores, que habitualmente iniciam seus projetos a partir dos *templates* disponibilizados pela *Engine*. Assim, a falta de experiência prévia na instalação de *templates* na *Unity* demandou suporte durante essa etapa.

6.2.2 Disposição dos Assets

Os desenvolvedores também relataram dificuldades na familiarização com a estrutura de arquivos e recursos disponíveis no *template*. A *Unity* recomenda organizar cada tipo de recurso em uma pasta específica, tais como pasta **PreFabs** para os *prefabs* criados, **Scripts** para os *scripts* desenvolvidos, e assim por diante. No entanto, foi relatada dificuldade na identificação dos artefatos dispostos em pastas específicas do *template*, como aquelas relacionadas às fases do projeto, à organização das imagens e sons de cada fase e à identificação dos modelos de componentes e telas propostos. A orientação de uso dessas pastas está disposta na documentação e conteúdo de vídeo disponibilizado. No entanto, por se tratar de algo novo, os desenvolvedores tiveram dificuldade em localizar os artefatos disponíveis, o que é esperado na etapa de adaptação inicial ao modelo proposto.

6.2.3 Imagens

Quanto ao uso de imagens, a criação das fases requer a organização de uma pasta contendo as imagens que devem ser apresentadas em um arquivo único para cada tipo de elemento da cena. Ou seja, é necessário juntar diversas imagens, preservando suas características e configurações. Os desenvolvedores relataram que esse processo é de baixa complexidade. No entanto, ambos destacaram a necessidade de se ter um conhecimento básico a respeito de ferramentas de edição de imagem e de compreender da forma adequada como preparar esses recursos visuais.

6.2.4 Criação de Cenas

A tarefa de criar as cenas foi considerada uma tarefa simples. Os desenvolvedores destacaram que os modelos de tela facilitaram a criação das fases dos jogos, estes já apresentam a configuração básica pronta. Também foi destacado positivamente que muitos elementos são autoexplicativos, como as caixas de utilização do material auxiliar, os *prefabs* e os exemplos de tela.

6.2.5 Uso de Áudio

O *template* estimula, por meio da configuração dos elementos de cada cena, a utilização de áudio para auxiliar o usuário na utilização das tarefas. Estes áudios podem ser acionados quando o usuário interage com elementos da cena ou tenta completar uma tarefa. Esse recurso visa proporcionar um *feedback* positivo sempre que o usuário não conseguir executar uma tarefa corretamente, incentivando-o a tentar novamente. Por outro lado, se a tarefa for concluída com sucesso, uma mensagem de parabéns é emitida. Os programadores relataram alguma dificuldade na manipulação desse conteúdo, destacando que poderia haver uma documentação específica explicando como customizar os arquivos de áudio padrão do *template*.

6.3 Jogos criados a partir do *template* +Ludus

O processo de validação do *template* +Ludus consistiu em um ciclo de desenvolvimento de dois meses. Neste período, os dois programadores que participaram do processo projetaram, implementaram e disponibilizaram um jogo digital, cada qual abordando competências específicas do aprendizado infantil. Esta seção apresenta os MVP desenvolvidos, abordando as principais características de cada um e como foi a integração da proposta com os recursos do *template*.

6.3.1 Amigos da Floresta

Nesta proposta, o desenvolvedor ficou com a tarefa de criar uma aplicação cujo conteúdo abordado deveria estar relacionado com as competências pré-escolares, tendo como base a BNCCI. Assim, para essa tarefa foram selecionados os conteúdos *identificação de formas e reconhecimento de cores*.

O jogo desenvolvido, intitulado *Amigos da Floresta*, utiliza desenhos de animais para abordar as competências selecionadas. Seus desafios foram divididos em quatro fases: *Identificar Elementos*, *Pintar Animal*, *Completar Imagem* e *Associar por Cores*. Entre as fases desenvolvidas, duas apresentaram particularidades que necessitaram de suporte e, eventualmente, de implementação de ajustes no *template*: *Associar por Cores* e *Completar Imagem*. A Figura 9 destaca telas destas fases específicas.

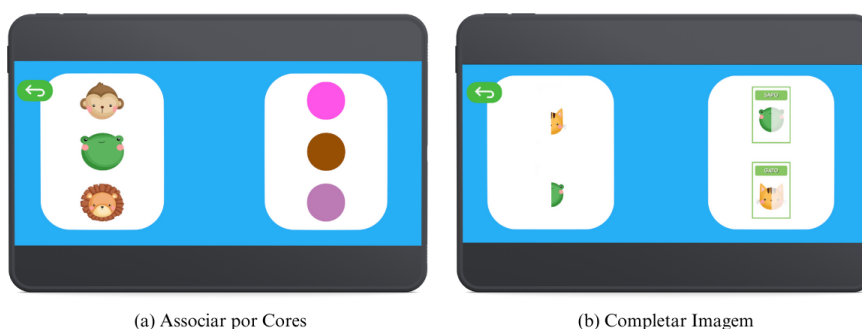


Figura 9: Fases do jogo *Amigos da Floresta*.

O objetivo proposto da fase *Completar Imagem* consiste em identificar e incluir a metade faltante de uma determinada imagem. Neste caso, o desafio para o programador, que difere do

modelo existente no *template*, é que o elemento deve ser arrastado para um ponto dentro do conteúdo auxiliar. Ou seja, o local onde o elemento deve ser solto está sobreposto à imagem auxiliar, exigindo um encaixe na área definida. Este erro consistiu na forma como é realizado o redimensionamento das imagens no *template*, onde o tamanho padrão definido para adicionar um elemento no *prefab* era de 100x100 pixels. Este padrão ocasionou distorções em alguns elementos da cena. Para corrigir esta não conformidade, foram adicionados parâmetros ao *script* de tratamento de imagens, possibilitando ajustar o dimensionamento da imagem, considerando as dimensões originais da imagem como referência para visualização.

Já na fase *Associar por Cores*, a atividade consiste no usuário selecionar um elemento e o aplicativo informar, em tempo de execução, qual a cor este elemento deve ser associado. A dificuldade desta atividade residia na ausência de um indicativo claro para o usuário sobre a cor na qual o elemento deveria ser colocado. A solução encontrada foi usar o comando de áudio acionado quando o usuário seleciona um elemento na tela. Este recurso é usado habitualmente para nomear o elemento, por exemplo, quando o usuário seleciona um cachorro é emitido o som “Cachorro”. Neste caso, o programador usou esse recurso para informar o que deveria ser feito com o elemento, criando áudios como “Colocar cachorro na cor vermelha”. Esta solução destaca que os recursos oferecidos pelo *template* podem ser adaptados conforme a necessidade da aplicação desenvolvida.

6.3.2 Jogo das Letras

O aplicativo *Jogo das Letras* abordou o reconhecimento de letras e contagem silábica. O jogo, que tem como público-alvo crianças dos anos finais da pré-escola e anos iniciais do ensino fundamental, possui quatro fases: *Vogais*, *Consoantes*, *Conta Sílabas*, *Arrasta Sílabas*. No desenvolvimento deste jogo, também foi relatada dificuldade com o redimensionamento das imagens na cena. A solução foi a mesma adotada no aplicativo *Amigos da Floresta*, ou seja, usar como base o tamanho original de cada imagem. Durante a criação das fases, o programador apresentou dúvidas com relação à responsividade dos elementos, disposições dos painéis na cena, organização do conteúdo auxiliar e a possibilidade de ter subseções no jogo.

Neste aplicativo, o tamanho de um dos painéis é menor que o modelo, necessitando que a imagem tenha dimensões compatíveis para não extrapolar a área disponível. Outro ponto destacado é a inclusão de telas adicionais de seleção. O usuário, ao clicar em *Vogal*, por exemplo, ao invés de jogar a fase associada (funcionamento padrão do *template*), é direcionado para uma outra fase de seleção, onde pode selecionar com qual vogal deseja jogar. Processo semelhante acontece ao final da fase, onde é possível que o usuário volte para a tela inicial ou siga para a próxima letra. A Figura 10 apresenta a sequência de telas para realização de atividades da letra A.

6.4 Resultados Obtidos

Com o ciclo de desenvolvimento concluído, é possível afirmar que o *template* foi uma ferramenta relevante para auxiliar a criação dos jogos digitais. Ela agiliza o processo de desenvolvimento e contribui para a criação de aplicações que seguem o padrão construído a partir dos aspectos norteadores que guiaram o desenvolvimento do *template* +Ludus.

Ambos programadores, a partir do momento que se familiarizaram com a estrutura do *template*, demonstraram entusiasmo em projetar e implementar as fases dos respectivos jogos, bus-

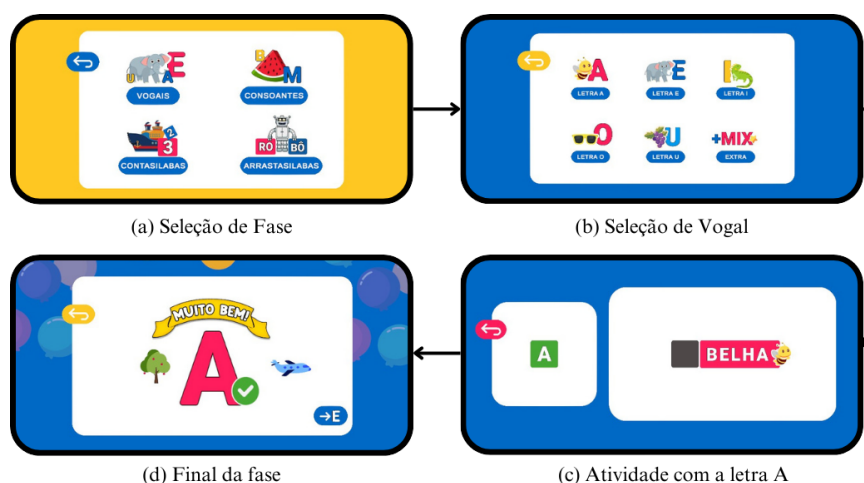


Figura 10: Sequência de telas para realizar atividades com a letra A.

cando soluções que convergem o conteúdo abordado com a mecânica oferecida. O resultado deste processo são dois jogos digitais que cumprem os requisitos propostos e estão aptos a serem apresentados para os profissionais especialistas e, em um segundo momento, serem utilizados pelo público-alvo a que se destinam.

6.5 Limitações do trabalho

Apesar das contribuições significativas deste trabalho para o desenvolvimento de soluções digitais voltadas para crianças com TEA, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, a aplicação prática das soluções desenvolvidas foi limitada a um grupo específico de indivíduos. Os testes foram realizados com um conjunto de especialistas, sendo que nem sempre o mesmo profissional que participou da concepção de um projeto conseguiu acompanhar o ciclo de desenvolvimento e validar o que foi criado.

A dificuldade em diagnosticar TEA em crianças no Brasil é um fator que dificultou os testes dos aplicativos com o público a qual os jogos digitais foram construídos. Os profissionais que realizam atendimentos muitas vezes não tem o diagnóstico do transtorno o que dificultou testes mais direcionados, bem como a avaliação comparativa com crianças típicas.

Adicionalmente, o processo de validação das soluções digitais contou com a participação de um número restrito de especialistas e crianças. Embora as iterações realizadas tenham contribuído para ajustar e aprimorar as ferramentas, a extensão da validação foi limitada, e futuros estudos com amostras mais amplas e diversificadas podem proporcionar uma análise mais robusta da efetividade das soluções.

Por fim, seria interessante ter um acompanhamento de crianças que utilizam as ferramentas desenvolvidas por um período maior de tempo visando mensurar o impacto das soluções no desenvolvimento das crianças. Estudos futuros podem se beneficiar de um acompanhamento de longo prazo, o que permitiria observar com mais precisão os efeitos das tecnologias propostas sobre o desenvolvimento das crianças com TEA.

7 Considerações Finais

O presente trabalho destacou os artefatos de software desenvolvidos para auxiliar a criação de soluções digitais com ênfase em crianças com TEA. São destacados os AN criados e a sua implementação em um modelo de desenvolvimento exemplificado através do *template* +Ludus. Consultando os AN elaborados, o desenvolvedor pode ser auxiliado no processo de concepção e criação de aplicativos digitais, evitando erros e práticas ruins que prejudiquem a experiência do usuário. Do mesmo modo, os aspectos elencam sugestões que podem tornar os jogos mais atrativos e inclusivos.

Complementarmente, foi desenvolvido um modelo de desenvolvimento que visa materializar alguns desses aspectos em um *template* que possa ser utilizado por programadores para auxiliar o desenvolvimento de jogos digitais voltados a crianças com TEA. Esse modelo de desenvolvimento, implantado como um *template* da *Engine* Unity, apresenta uma série de componentes, modelos de tela, sugestões de cores e mecânicas que tendem a facilitar o trabalho do desenvolvedor de software. Considerando uma aplicação no estilo *Drag and Drop*, a mecânica padrão do modelo, é possível criar uma aplicação completa sem a necessidade de programação adicional, sendo necessário usar corretamente os componentes, organizar os *assets* conforme o padrão estabelecido e configurar visualmente o script principal. O uso do *template* +Ludus por desenvolvedores resultou em dois MVP, onde os desenvolvedores, mesmo com básico conhecimento das tecnologias utilizadas, conseguiram criar um produto funcional, contemplando as competências previamente definidas e, uma vez familiarizados com a estrutura do modelo, conseguiram produzir diversos desafios nos jogos propostos com facilidade.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar o modelo para permitir monitorar as ações realizadas pelo usuário, controlando tempo de uso, interações e cumprimento das atividades propostas. Além disso, será oferecida ao usuário uma maior customização da solução digital desenvolvida para que este seja mais inclusivo. Dentre as possibilidades de customização estão a forma como o usuário realiza as atividades, permitindo que o usuário opte pela entrada *Point and Click* ao invés de *Drag and Drop* para permitir que o usuário selecione determinado elemento na tela clicando apenas, não tendo que ficar segurando o elemento até o momento de soltar em outro ponto da tela. Por fim, a possibilidade de aumentar o tamanho dos elementos clicáveis é interessante para facilitar o acesso de indivíduos com baixa visão, bem como a escolha de paletas de cores adaptáveis a usuários que apresentem daltonismo.

Referências

- ABNT. (2003). *NBR ISO/IEC 9126-1. Engenharia de Software: Qualidade de produto. Parte 1: Modelo de Qualidade*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [GS Search].
- Ainscow, M., Booth, T., & Dyson, A. (2006). *Improving schools, developing inclusion*. Routledge. [GS Search].
- Albusays, K., Ludi, S., & Huenerfauth, M. (2017). Interviews and observation of blind software developers at work to understand code navigation challenges. *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 91–100. <https://doi.org/10.1145/3132525.3132550> [GS Search].

- American Psychiatric Association. (2014). *DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Artmed Editora. [GS Search].
- Artoni, S., Bastiani, L., Buzzi, M. C., Buzzi, M., Curzio, O., Pelagatti, S., & Senette, C. (2018). Technology-enhanced ABA intervention in children with autism: a pilot study. *Universal Access in the Information Society*, 17(1), 191–210. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0536-x> [GS Search].
- Barbosa, S., & Silva, B. (2010). *Interação humano-computador*. Elsevier Brasil. [GS Search].
- Boyd, L. E., Ringland, K. E., Faucett, H., Hiniker, A., Klein, K., Patel, K., & Hayes, G. R. (2017). Evaluating an iPad game to address overselectivity in preliterate AAC users with minimal verbal behavior. *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 240–249. <https://doi.org/10.1145/3132525.3132551> [GS Search].
- Branco, K. S. C., Pinheiro, V. M. S., Damian, A. L., & Marques, A. B. (2020). Investigating the first user experience and accessibility of educational applications for autistic children. *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426624> [GS Search].
- Brasil. (2009). Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia assistiva. Brasília: CORDE. https://gedh-uerj.pro.br/wp-content/uploads/taianacan-items/14699/41431/2009_SEDH_SNPD_Livro_Tecnologia_Assistiva.pdf [GS Search].
- Britto, T. C. P., & Pizzolato, E. B. (2018). GAIA: uma proposta de um guia de recomendações de acessibilidade de interfaces Web com foco em aspectos do Autismo. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(02), 102. <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/rbie/article/download/7131/5556> [GS Search].
- Cardoso, R. C. (2019). *Um arcabouço de referência para concepção de soluções de tecnologia assistiva de alto nível* [tese de dout., Universidade Federal de Pelotas]. <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/6245> [GS Search].
- Carvalho, A. P., Braz, C. S., & Prates, R. O. (2022). How are games for autistic children being evaluated? *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3554364.3559127> [GS Search].
- Casare, A. R., Moraes, R. L., & Silva, C. G. (2017). Accessibility Guidelines for the Use of Tablets by Elderly: Evaluation of Proposed Changes to WCAG. *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3160504.3160541> [GS Search].
- Chung, S. J., & Ghinea, G. (2020). Towards developing digital interventions supporting empathic ability for children with autism spectrum disorder. *Universal Access in the Information Society*, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00761-4> [GS Search].
- Dermeval, D., & Bittencourt, I. I. (2017). Authoring gamified intelligent tutoring systems. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 6(1), 14. <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/article/view/7356> [GS Search].
- Dyrbjerg, P., Vedel, M., & Pedersen, L. (2007). *Everyday education: Visual support for children with autism*. Jessica Kingsley Publishers. [GS Search].
- Evêncio, K. M. M., Menezes, H. C. S., & Fernandes, G. P. (2019). Transtorno do Espectro do Autismo: Considerações sobre o diagnóstico/Autism spectrum disorder: Diagnostic con-

- siderations. *ID on line. Revista de psicologia*, 13(47), 234–251. <https://doi.org/10.14295/online.v13i47.1983> [GS Search].
- Fletcher-Watson, S., Pain, H., Hammond, S., Humphry, A., & McConachie, H. (2016). Designing for young children with autism spectrum disorder: A case study of an iPad app. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.03.002> [GS Search].
- Geraldo, R. J. (2016). *Um auxílio à navegação acessível na web para usuários cegos* [tese de dout., São Carlos (SP): Teses de Doutorado em Ciências da Computação e Matemática Computacional da Universidade de São Paulo]. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-04012017-170558/> [GS Search].
- Godoi, T. X., García, L. S., & Valentim, N. M. C. (2020). Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications. *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426631> [GS Search].
- Gomes, D., Pinto, N., Melo, A., Maia, I., Paiva, A., Barreto, R., Viana, D., & Rivero, L. (2021). Developing a Set of Design Patterns Specific for the Design of User Interfaces for Autistic Users. *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3472301.3484347> [GS Search].
- Gomes, M. (2018). Fatores que facilitam e dificultam a aprendizagem. *Revista Educação Pública, Rio de Janeiro*, 18(14), 28–38. <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/18/14/fatores-que-facilitam-e-dificultam-a-aprendizagem> [GS Search].
- Krause, M., & Costa Neto, M. A. (2021). Systematic mapping of the literature on mobile apps for people with Autistic Spectrum Disorder. *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, 45–52. <https://doi.org/10.1145/3470482.3479616> [GS Search].
- López, J. L. (2017). Facilitadores de la inclusión. *Revista de Educación inclusiva*, 5(1). <https://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/229> [GS Search].
- Maenner, M. J. (2023). Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 sites, United States, 2020. *MMWR. Surveillance Summaries*, 72. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1> [GS Search].
- Mascio, T. D., Tarantino, L., Cirelli, L., Peretti, S., & Mazza, M. (2018). Designing a personalizable ASD-oriented AAC tool: an action research experience. *International Conference in Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning*, 200–209. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98872-6_24 [GS Search].
- Melo, Á. H. S. (2021). *ProAut: um processo para apoiar a prototipação de interfaces de aplicações para autistas* [tese de dout., Universidade Federal do Amazonas]. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8748> [GS Search].
- Moreira, S., Sousa, T., Silva, W., & Marques, A. B. (2022). Uma experiência de gamificação no ensino com o ambiente Classcraft: análise da motivação dos estudantes. *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 403–414. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.224735> [GS Search].
- Nobre, J. N. P., Santos, J. N., Santos, L. R., Guedes, S. C., Pereira, L., Costa, J. M., & Moraes, R. L. S. (2021). Fatores determinantes no tempo de tela de crianças na primeira infância. *Ciência & saúde coletiva*, 26, 1127–1136. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021263.00602019> [GS Search].

- Rogers-Shaw, C., Carr-Chellman, D. J., & Choi, J. (2018). Universal design for learning: Guidelines for accessible online instruction. *Adult learning*, 29(1), 20–31. <https://doi.org/10.1177/1045159517735530> [GS Search].
- Sales, A. B., & Sousa, M. A. (2020). Jogos sérios no processo de ensino e aprendizagem de interação humano-computador. *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 552–561. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.552> [GS Search].
- Siedler, M., Zen, E., Cardoso, R., & Tavares, T. (2022). Assistive Technology as an aid to individuals with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Mapping. *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, 244–252.
- Siedler, M. S., Cardoso, R. C., Krebs, J. M. S., & Tavares, T. A. (2022). ArrasTE-A: Desenvolvendo habilidades em crianças autistas através de um jogo digital. *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, 1412–1421. https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2022.227198 [GS Search].
- Siedler, M. S., Cardoso, R. C., Pinto, L. A., Tavares, T. A., & Primo, T. T. (2023). Entretenimento e Aprendizagem: os desafios da criação de Serious Games educacionais. *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, 496–507. <https://doi.org/10.5753/wie.2023.234887> [GS Search].
- Siedler, M. S., Cardoso, R. C., Tavares, T. A., & Primo, T. T. (2023). Criando jogos digitais para auxiliar o aprendizado de crianças autistas em idade pré-escolar. *Anais do I Workshop em Estratégias Transformadoras e Inovação na Educação*, 83–92.
- Silva Neto, O. P., Sousa, V. H. V., Batista, G. B., Santana, F. C. B. G., & Oliveira Júnior, J. M. B. (2013). G-TEA: Uma ferramenta no auxílio da aprendizagem de crianças com Transtorno do Espectro Autista, baseada na metodologia ABA. *XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2013)*. https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/cultura/Culture-18_full_G-TEA.pdf [GS Search].
- Sociedade Brasileira de Pediatria. (2019). *Manual de Orientação: Grupo de Trabalho Saúde na Era Digital (2019-2021) #Menos Telas #Mais Saúde*. <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/biblioteca/manual-de-orientacao-grupo-de-trabalho-saude-na-era-digital-2019-2021-menos-telas-mais-saude/> [GS Search].