

# LetraMania: Inovação Digital em Saúde e Educação Inclusiva para Pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA)

Luis Eduardo Rasch\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
lerasch@inf.ufpel.edu.br

Gabriel M. S. Guilherme\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
gmsguilherme@inf.ufpel.edu.br

Renan M. de Pinho\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
rmdpinho@inf.ufpel.edu.br

Pâmela B. dos Santos\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
pamela.bds@inf.ufpel.edu.br

Tatiana A. Tavares\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
tatiana@inf.ufpel.edu.br

Theo V. Cassuriaga\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
tvcassuriaga@inf.ufpel.edu.br

Ânderson S. Ritta\*  
Universidade Federal de Pelotas  
Pelotas, Brasil  
andersonritta@ifsul.edu.br

## ABSTRACT

This article presents LetraMania, a digital game developed to support the diagnosis, monitoring, and inclusion of people with Autism Spectrum Disorder (ASD). Aligned with the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda, especially SDG 3 (Good Health and Well-being) and SDG 4 (Quality Education), the project seeks to integrate technological innovation and positive social impact. Using a Design Thinking approach, the team went through stages of immersion in therapeutic contexts, ideation, and prototyping, with validations among healthcare professionals. Utilizing Human-Computer Interaction (HCI) principles, the application aims to enhance accessibility and usability for both therapists and patients. During use, LetraMania collects behavioral data, allowing for qualitative and quantitative analyses that assist in clinical and educational strategies. Preliminary results highlight the solution's potential as an interdisciplinary support tool, strengthening inclusive practices in health, education, and technology.

## KEYWORDS

Autism Spectrum Disorder (ASD), digital games, Assistive Technology, Inclusive Education

## 1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) define-se por prejuízos persistentes na comunicação e interação social, bem como nos comportamentos que podem incluir os interesses e os padrões de atividades, sintomas estes presentes desde a infância [19]. Em 2000, estudos estimavam que cerca de 1 em cada 150 crianças fosse diagnosticada com TEA nos Estados Unidos, mas, em 2020, essa taxa foi atualizada para 1 em cada 36 crianças, segundo dados do CDC – *Centers for Disease Control and Prevention* [14].

No Brasil, historicamente, o diagnóstico de TEA era subnotificado, especialmente devido à falta de profissionais capacitados e de estruturas de saúde mental adequadas no país, seja durante o período de expansão dos hospitais psiquiátricos nos anos 1970 ou

após a fundação do Sistema Único de Saúde (SUS) em 1988. Estima-se que, atualmente, cerca de 2 milhões de brasileiros estejam no espectro autista, um número que reflete o aumento da conscientização e melhores práticas de diagnóstico. A aprovação da Lei Berenice Piana em 2012 (Lei 12.764/2012) foi um marco nesse processo, instituindo a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. A partir dessa legislação, o Brasil passou a garantir mais direitos às pessoas com autismo, incluindo acesso à saúde, educação e terapias especializadas [12] [15].

Apesar do potencial das tecnologias digitais, sua adoção em contextos inclusivos enfrenta entraves como a carência de formação docente específica, a limitação de recursos nas escolas públicas, o acesso restrito a softwares acessíveis e a precariedade da infraestrutura. Além disso, a compreensão insuficiente sobre Educação Inclusiva dificulta a implementação de práticas pedagógicas inovadoras e sensíveis à diversidade [23] [7].

Este trabalho apresenta a proposta e os resultados iniciais do desenvolvimento do LetraMania, um aplicativo móvel voltado à criação de um ambiente lúdico e acolhedor para crianças em processo de avaliação ou tratamento relacionado ao Transtorno do Espectro Autista (TEA). O principal objetivo do jogo é oferecer uma experiência amigável e envolvente para a criança, ao mesmo tempo em que possibilita, de forma transparente, a coleta de dados comportamentais relevantes. Esses dados são registrados automaticamente durante a interação com o aplicativo e estruturados para facilitar a análise por profissionais de saúde, contribuindo com o diagnóstico, acompanhamento e planejamento terapêutico. A decisão de desenvolver o LetraMania reflete o compromisso social da equipe com soluções tecnológicas que apoiem práticas clínicas mais acessíveis, eficazes e centradas na criança.

Este trabalho encontra-se em andamento e está sendo desenvolvido como parte do projeto de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Computação, envolvendo alunos do curso de graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pelotas.

Nesse sentido, o aplicativo em desenvolvimento neste trabalho busca atender instituições que acolhem indivíduos em situação de

\*Autores que contribuíram igualmente para este trabalho.

vulnerabilidade social, alinhando-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU<sup>1</sup>.

Especificamente, relaciona-se ao ODS 9, ao promover inovação tecnológica e oferecer uma solução digital voltada ao fortalecimento da infraestrutura educacional e social, e ao ODS 10, ao contribuir para a redução das desigualdades por meio da ampliação do acesso a recursos tecnológicos inclusivos e acessíveis.

## 2 EIXOS TEÓRICOS DO PROJETO

Esta seção apresenta os conceitos e referenciais que fundamentam o projeto, organizados em quatro eixos: inovação social, o Transtorno do Espectro Autista (TEA), a Interação Humano-Computador (IHC) e, por fim, a tecnologia assistiva e jogos digitais relacionados ao contexto do TEA.

### 2.1 Inovação Social e Consonância com os ODSs

O conceito de *Inovação social* refere-se a uma nova solução — seja produto, serviço, modelo organizacional, processo ou uma combinação destes — para um problema social, que é mais eficaz, eficiente, sustentável ou justa do que as alternativas existentes e cujo valor criado beneficia primariamente a sociedade como um todo, e não apenas atores privados [20].

Articulada com a promoção da inovação social a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como orientações globais para enfrentar desafios sociais, econômicos e ambientais. Nesse cenário, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) têm papel estratégico, especialmente por seu potencial de ampliar a inclusão digital, reduzir barreiras educacionais e promover igualdade de acesso a oportunidades [10].

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 3 e 11 da Agenda 2030 da ONU constituem pilares fundamentais para a promoção do bem-estar humano e do desenvolvimento sustentável. O ODS 3, **Saúde e Bem-Estar**, busca “garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades”, reforçando a importância de cuidados acessíveis, prevenção de doenças e promoção da saúde física e mental. Já o ODS 11, **Cidades e Comunidades Sustentáveis**, objetiva “tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis”, destacando a necessidade de garantir acessibilidade, equidade e inclusão social no contexto urbano.

O *LetraMania* apoia práticas clínicas e terapêuticas voltadas ao desenvolvimento cognitivo e linguístico, promovendo uma abordagem centrada no usuário e contribuindo diretamente para o alcance do **ODS 3 - Saúde e Bem-Estar**. Por meio da coleta e análise de dados durante o uso, o aplicativo possibilita intervenções mais precisas e alinhadas às necessidades individuais dos usuários, especialmente no contexto de desenvolvimento infantil e apoio terapêutico.

À luz do **ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis**, o *LetraMania* contribui para ambientes mais inclusivos ao oferecer recursos digitais acessíveis, que ampliam as possibilidades de participação de crianças com necessidades específicas em atividades educacionais e terapêuticas. Dessa forma, o aplicativo reforça princípios

de acessibilidade digital e inclusão social, apoiando profissionais da saúde, educação e famílias.

De forma complementar, o *LetraMania* também se relaciona com o ODS 9 (**Indústria, Inovação e Infraestrutura**) e ODS 10 (**Redução das Desigualdades**). A incorporação de metodologias como Design Thinking e princípios de Interação Humano-Computador (IHC) demonstra uma abordagem inovadora com foco na redução de barreiras sociais e tecnológicas, favorecendo práticas mais inclusivas e centradas no usuário. Embora esses objetivos não constituam o foco principal, reforçam o potencial do projeto para gerar impacto social através da inovação digital.

### 2.2 Transtorno do Espectro Autista (TEA)

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por déficits persistentes na comunicação e interação social, associados a padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses e atividades. O termo “autismo”, derivado do grego *autos* (“si mesmo”), foi introduzido por Eugen Bleuler em 1911 para descrever um sintoma da esquizofrenia relacionado ao isolamento social [2]. Décadas depois, Leo Kanner (1943) descreveu crianças com dificuldades marcantes de socialização, comunicação e interesses restritos, enquanto Hans Asperger (1944) identificou indivíduos com funcionamento intelectual preservado, mas com dificuldades significativas nas interações sociais [11][1]. Esses estudos inauguraram a compreensão clínica do autismo como condição distinta.

Com o avanço da pesquisa, o TEA passou a ser entendido como um espectro, ou seja, uma condição altamente heterogênea que se manifesta em diferentes graus de intensidade. Essa variabilidade explica porque algumas pessoas podem necessitar de apoio substancial em suas atividades diárias, enquanto outras apresentam alto nível de independência. Essa diversidade de manifestações tem contribuído para superar visões reducionistas e estigmatizantes, promovendo a compreensão do autismo como parte da diversidade humana.

O diagnóstico do TEA é realizado a partir de avaliações multidisciplinares que envolvem entrevistas com familiares, observação clínica e uso de instrumentos padronizados. Entre os protocolos mais utilizados estão o Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS-2), que avalia comunicação, interação social e comportamentos lúdicos, e a Autism Diagnostic Interview – Revised (ADI-R), que consiste em entrevistas com cuidadores. Ferramentas de triagem, como o Modified Checklist for Autism in Toddlers (M-CHAT), auxiliam na identificação precoce de sinais em crianças entre 16 e 30 meses de idade. O diagnóstico precoce é especialmente relevante, pois viabiliza intervenções antecipadas, com impacto positivo no desenvolvimento cognitivo, social e comunicativo da criança [13][21].

Além do diagnóstico clínico, pesquisas recentes têm destacado o papel de fatores genéticos e ambientais na etiologia do autismo, sem que haja, contudo, consenso absoluto sobre suas causas. Do ponto de vista social, há uma crescente valorização das perspectivas das próprias pessoas autistas e de seus familiares, em movimentos que defendem a neurodiversidade e os direitos de inclusão. Nesse sentido, compreender o TEA ultrapassa a dimensão biomédica e envolve também aspectos educacionais, sociais e culturais, que impactam diretamente a forma como são pensadas estratégias de

<sup>1</sup><https://sdgs.un.org/goals/>

intervenção e suporte, destacando a importância de práticas e recursos que promovam a *acessibilidade cognitiva*, garantindo que indivíduos com diferentes perfis de funcionamento possam participar de forma efetiva e inclusiva nas atividades clínicas, educacionais e sociais.

### 2.3 Acessibilidade Cognitiva e IHC

A *acessibilidade cognitiva* refere-se à criação de interfaces, sistemas e recursos digitais que sejam compreensíveis, previsíveis e utilizáveis por pessoas com diferentes níveis de habilidades cognitivas. O objetivo é reduzir barreiras de compreensão e navegação, permitindo que indivíduos com variados perfis cognitivos participem de forma efetiva em atividades educacionais, terapêuticas, sociais e de entretenimento. Esse conceito torna-se essencial no desenvolvimento de tecnologias inclusivas, uma vez que a diversidade cognitiva é ampla e envolve diferentes formas de processamento de informações, memória, atenção e linguagem [5].

Nesse contexto, a Interação Humano-Computador (IHC) oferece os fundamentos necessários para a implementação de soluções digitais centradas no usuário, promovendo usabilidade, inovação e inclusão. O design de interação, área central da IHC, visa criar experiências significativas que vão além da estética das interfaces, contemplando eficiência, funcionalidade e satisfação do usuário. O processo de design é estruturado em etapas de pesquisa de usuários, prototipagem, testes e implementação, garantindo que as soluções sejam adaptadas às necessidades específicas do público-alvo [22].

A utilização de marcadores de interação em dispositivos digitais — como cliques, gestos, toques e movimentos de arrastar — possibilita a análise detalhada de padrões de comportamento, permitindo que os sistemas se ajustem de forma personalizada. Essa capacidade é particularmente relevante em contextos de saúde, educação e inclusão social, onde interfaces responsivas podem aumentar a autonomia, o engajamento e a motivação dos usuários, potencializando intervenções e estratégias de aprendizagem [9].

Metodologias centradas no usuário, como o Design Thinking, fortalecem ainda mais a criação de soluções inclusivas. Por meio de um processo iterativo que combina empatia, ideação, prototipagem e testes, é possível desenvolver tecnologias que respeitem e contemplem a diversidade cognitiva, favorecendo práticas inovadoras e inclusivas. Dessa forma, a IHC, aliada à acessibilidade cognitiva, não apenas melhora a experiência do usuário, mas também contribui para a redução de desigualdades, promovendo participação efetiva e protagonismo de indivíduos historicamente marginalizados em diferentes contextos sociais, clínicos e educacionais [4].

### 2.4 Jogos Digitais no Contexto do TEA

Diversos estudos têm explorado o impacto dos jogos digitais na educação e no desenvolvimento cognitivo de crianças com TEA. Trabalhos como o de [8] destacam a importância da utilização de jogos digitais como ferramentas assistivas, demonstrando sua eficácia na melhora da atenção, da comunicação e da interação social. Esses estudos reforçam que a gamificação pode ser um recurso valioso na criação de metodologias de ensino adaptáveis às necessidades individuais dos alunos, apoiando não apenas processos educativos, mas também estratégias terapêuticas multidisciplinares.

Complementarmente, [16] apresentam em sua revisão sistemática evidências consistentes de que videogames especificamente desenvolvidos para indivíduos com TEA podem constituir ferramentas terapêuticas eficazes. As pesquisadoras observaram melhorias significativas em habilidades sociais, comunicação não-verbal e flexibilidade cognitiva em crianças que participaram de intervenções mediadas por jogos digitais. Esses resultados corroboram a hipótese de que recursos tecnológicos adaptados às necessidades específicas desse público podem complementar abordagens terapêuticas tradicionais ao oferecer estímulos lúdicos, engajadores e monitoráveis.

Outro trabalho relevante é o de [3], que analisa o impacto dos jogos sérios na aprendizagem de crianças com dificuldades cognitivas. Os resultados apontam que ambientes virtuais podem facilitar a absorção de conteúdos, promovendo maior engajamento e retenção do conhecimento. Além disso, a flexibilidade para personalização de estímulos, níveis de dificuldade e feedback imediato são fatores decisivos para o desenvolvimento de competências educacionais e comportamentais.

A literatura também destaca a relevância da integração entre tecnologias digitais e práticas baseadas em evidências clínicas. Estudos recentes sugerem que aplicações digitais destinadas ao público com TEA devem contemplar mecanismos de registro e análise de desempenho, possibilitando intervenções personalizadas e acompanhamento longitudinal por profissionais especializados. Dessa forma, a tecnologia não apenas potencializa o processo de aprendizagem, mas também apoia decisões clínicas, contribuindo para a construção de planos terapêuticos mais assertivos.

O *LetraMania* diferencia-se dos demais trabalhos pelo uso de marcadores de interação que permitem a coleta de dados de forma transparente e contínua durante o jogo. Essa abordagem torna a solução especialmente adequada para sessões clínicas de investigação e acompanhamento de crianças com TEA, mediadas por profissionais de saúde e educação. Além de favorecer o engajamento lúdico, o sistema possibilita suporte à avaliação objetiva de indicadores comportamentais e cognitivos, ampliando o potencial de análise e evolução do usuário ao longo do tempo.

## 3 PROJETANDO COM O DESIGN THINKING

Esta seção descreve a metodologia aplicada e as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do projeto. A Figura 1 ilustra a abordagem metodológica que guiou o desenvolvimento, baseada na *Design Thinking* conforme proposto por [17].

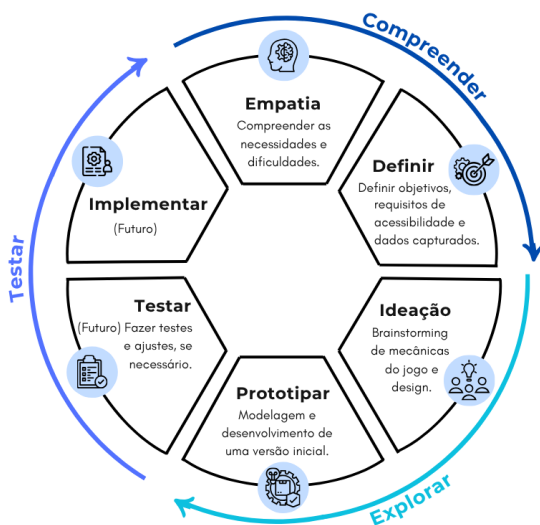
### 3.1 Compreender

Na etapa **compreender**, o processo iniciou-se com a atividade de empatia, que teve como propósito identificar e reconhecer as necessidades reais dos usuários. Nesse momento, buscou-se compreender a interseção entre tecnologia e terapia no contexto do Transtorno do Espectro Autista (TEA), valorizando tanto as perspectivas clínicas quanto os desafios cotidianos enfrentados por terapeutas e pacientes. Para favorecer essa imersão, foram realizados momentos de diálogo com psicólogas, que apresentaram aspectos ligados à identificação de sintomas, aos processos diagnósticos e às terapias atualmente utilizadas. Além disso, promoveu-se a aproximação com um especialista em desenvolvimento de jogos digitais e com um professor com experiência em metodologias ágeis, criando condições

**Table 1: Comparação entre trabalhos relacionados e o LetraMania**

Trabalho	Contribuição Principal	Diferença para o LetraMania
[8]	Jogos como ferramentas assistivas para atenção e interação social em crianças com TEA	Foco em educação e socialização; não utiliza coleta estruturada de dados clínicos.
[16]	Videogames especializados para promover habilidades sociais e cognitivas em indivíduos com TEA	Sem marcadores de interação ou análise contínua durante o uso.
[3]	Jogos sérios que facilitam aprendizagem e retenção em crianças com dificuldades cognitivas	Ênfase educacional sem monitoramento individualizado no decorrer do jogo.
<b>LetraMania</b>	Avaliação lúdica com coleta de dados em tempo real para suporte clínico e educacional	Marcadores de interação, monitoramento contínuo e apoio à tomada de decisão profissional.

Na sequência, ocorreu a atividade de definição de objetivos, momento em que as informações obtidas foram organizadas e transformadas em problemas bem delimitados. Assim, em conjunto com profissionais de saúde, foi estabelecido que a proposta central consistiria em utilizar jogos digitais como ferramenta para identificar comportamentos e interações de indivíduos com TEA, de modo a facilitar a coleta de dados relevantes para posterior análise terapêutica. Para dar sustentação a essa proposta, o jogo físico *Forma Palavras* foi selecionado como base para o software a ser desenvolvido. Esse jogo tem como objetivo estimular a linguagem verbal e oral da criança, o raciocínio, o vocabulário, a comunicação e a cooperação. Sua mecânica, ilustrada na Figura 2, envolve a associação de letras a imagens, em um processo lúdico que promove engajamento e aprendizado.

**Figure 2: Jogo Forma Palavra.****Figure 1: Metodologia Design Thinking adaptado de [17]**

para que os estudantes, especialmente aqueles sem contato prévio com a área, tivessem subsídios teóricos e práticos para o desenvolvimento do projeto.

De forma complementar, realizou-se uma revisão da literatura com o objetivo de aprofundar o entendimento sobre conceitos fundamentais que embasam este projeto. Foram explorados temas como o Transtorno do Espectro Autista, o *Design* de Interação, os Marcadores de Interação e o *Design Thinking*. Além disso, estudos relacionados foram analisados, permitindo mapear práticas e metodologias adotadas por outros pesquisadores e identificar resultados que possam orientar o desenvolvimento da presente proposta.

### 3.2 Explorar

Na etapa *explorar*, buscou-se estimular a criatividade da equipe por meio de sessões de brainstorming, nas quais diferentes ideias foram discutidas e avaliadas quanto à sua viabilidade no contexto do projeto. Esse processo permitiu levantar múltiplas possibilidades para o desenvolvimento do jogo digital, ampliando o leque de soluções a serem testadas.

A partir das ideias geradas, iniciou-se a construção de protótipos e modelos iniciais do produto, utilizando práticas e ferramentas da Engenharia de *Software*. Foram identificados requisitos e elaborados modelos de fluxo e de comportamento representados por diagramas de classes e de atividades, que forneceram uma visão clara da arquitetura do sistema e das interações entre seus componentes. O uso da UML (*Unified Modeling Language*) facilitou a

representação visual das funcionalidades, garantindo uma comunicação mais eficiente entre os membros da equipe e apoiando a validação das propostas de design. Para viabilizar o desenvolvimento, estabeleceu-se uma estratégia de prototipação em ciclos vinculados à disciplina de Desenvolvimento de Softwares do curso de Ciência da Computação. A 3 mostra o diagrama de casos de uso que ilustra o diálogo entre os atores do jogo evidenciando as perspectivas do jogador (criança) e do profissional de saúde.

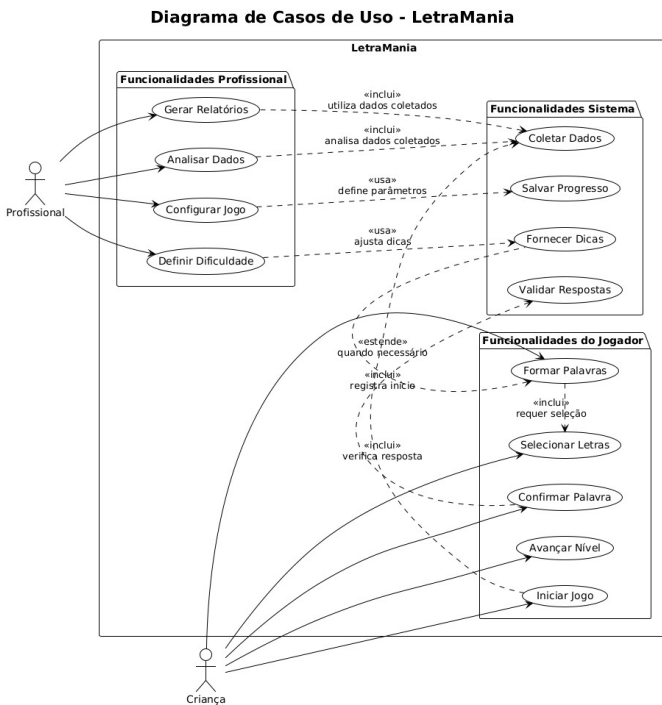


Figure 3: Diagrama de Casos de Uso UML para o Letramania.

Quanto aos requisitos funcionais, a versão digital do jogo possui três níveis de dificuldade progressiva, com palavras organizadas por temas: nível 1 com quatro palavras de quatro letras, nível 2 com quatro palavras de cinco letras e nível 3 com quatro palavras de seis letras. Vogais e consoantes são diferenciadas por cores. O jogador deve completar os níveis em ordem crescente.

O *Letramania* fornece dicas em situações de dificuldade, como erros consecutivos ou inatividade. Em caso de resposta incorreta, o jogador pode tentar novamente dentro do número de vidas disponíveis, sendo exibido um indicativo visual (pisca em vermelho) e sonoro. Persistindo a inatividade, o jogo destaca as letras faltantes da primeira palavra incompleta, faz as caixas de texto piscarem e, se necessário, insere automaticamente a primeira letra correta em tonalidade fraca. O jogador pode remover letras antes de confirmar a palavra.

O menu de configurações permite ativar ou desativar a exibição do tempo, da pontuação e do som, escolher o número de vidas e definir o local de armazenamento dos relatórios.

O *Letramania* registra automaticamente o progresso do jogador em um arquivo, garantindo continuidade mesmo após interrupções. Cada jogador possui um ID único e, ao final de cada rodada, são

armazenados: data e horário de início e fim, tempo total, tempo médio por letra, tempo de inatividade e número total de letras selecionadas. Ao concluir todas as palavras, o jogo exibe uma tela de finalização com estatísticas básicas de desempenho, encerrando a experiência de forma estruturada.

Os requisitos não funcionais focam sobretudo em princípios de acessibilidade, oferecendo interface intuitiva, com fundo fixo e navegação simplificada, adequada a crianças autistas. O software é compatível com dispositivos móveis, incluindo celulares e tablets, assegurando flexibilidade de acesso.

### 3.3 Testar

Na etapa Testar do Design Thinking, o projeto *LetraMania* encontra-se em fase de implementação e validação técnica. O jogo está sendo desenvolvido na plataforma Godot, utilizando a linguagem GDScript, escolhida pela sua flexibilidade, robustez e capacidade de exportação multiplataforma, características essenciais para jogos educacionais. Para os elementos visuais, são utilizadas ferramentas como GIMP e repositórios de vetores gratuitos, enquanto a trilha sonora está sendo elaborada no FL Studio em sua versão free trial, com foco em adequação ao público-alvo. O controle de versão e a documentação do projeto são realizados por meio do GitHub.

A implementação contempla funcionalidades centrais como desafios progressivos, seleção de fases, coleta de pontos, fornecimento de dicas e feedbacks, além de um sistema de captura de dados do jogador. Esse sistema registra informações relevantes sobre o desempenho individual, gera relatórios para educadores e pesquisadores e constitui uma base de dados para futuras investigações voltadas ao grupo TEA.

No que se refere à atividade de testes, a equipe adota estratégias de validação contínua de software, verificando estabilidade, desempenho e correção de funcionalidades ao longo do desenvolvimento. Essa prática garante que os requisitos definidos sejam cumpridos e que potenciais falhas sejam identificadas precocemente.

Como trabalhos futuros, estão previstos testes de usabilidade com usuários finais, aplicando a escala SUS (System Usability Scale) para avaliar eficiência, clareza e facilidade de uso da aplicação. Após esses testes, será conduzida a análise dos resultados, de modo a identificar pontos de melhoria e assegurar que os objetivos pedagógicos e funcionais sejam plenamente atendidos antes da aplicação em contexto real.

## 4 ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO DO LETRAMANIA

Nesta seção destacamos aspectos do desenvolvimento do *LetraMania* que possibilitam a análise dos resultados obtidos até o momento, tanto sob a perspectiva do design da interface de usuário e da usabilidade proposta, quanto em relação aos mecanismos de coleta de dados comportamentais e geração de relatórios analíticos.

### 4.1 Usabilidade

Quanto a interface do *Letramania*, a Figura 4 que apresenta a visão do jogador (criança), foi projetada com atenção especial à acessibilidade e à usabilidade, considerando as necessidades do público infantil, incluindo crianças com TEA. As decisões de design levaram em conta fatores como faixa etária, mecânicas pedagógicas, estilo

visual e facilidade de jogabilidade, sempre visando proporcionar uma experiência lúdica e educativa alinhada ao propósito do jogo. A proposta estética buscou minimizar a sobrecarga sensorial, utilizando um fundo visual estático e espaçamento adequado entre os elementos.



Figure 4: Tela do jogo *LetraMania* na perspectiva do jogador.



Figure 5: Tela do jogo *LetraMania* na perspectiva do profissional de Saúde.

A Figura 5 mostra a tela de configuração visando à personalização da experiência de acordo com as necessidades individuais de cada jogador. Nesta tela pode-se alterar o tempo para dica através do qual o sistema ativa automaticamente uma dica visual, destacando uma letra correta e sua posição na palavra. Essa funcionalidade pode ser habilitada e parametrizada tanto pelo profissional de Saúde responsável. Outra opção disponível é a quantidade limitada de vidas ao longo da partida. A lógica do jogo permite a perda de, no máximo, uma vida por palavra, independentemente da quantidade de erros cometidos nessa tentativa. Ainda é possível determinar se é para visualizar a pontuação e o temporizador durante a partida pois em determinados casos essa informação pode pressionar ou estressar a criança.



Figure 6: Tela do jogo *LetraMania* na perspectiva do jogador visualizando dicas.

A Figura 6 apresenta a interface correspondente ao sistema de dicas do *LetraMania*. Nessa tela, o mecanismo de apoio evidencia simultaneamente a letra correta e a posição específica em que ela deve ser inserida na palavra em construção. O destaque é realizado por meio de recursos visuais, como alteração de cor e realce no espaço destinado à letra, de forma a guiar a atenção do jogador e reduzir a possibilidade de erros durante a interação.

Durante o desenvolvimento, foram implementadas rotinas específicas para manipulação gráfica, controle de fluxo da aplicação, tratamento de eventos de entrada e fornecimento de feedbacks visuais. A arquitetura modular adotada possibilitou a organização eficiente dos elementos do jogo, como letras, cartelas de palavras e sistema de pontuação, além de facilitar a implementação de níveis progressivos de dificuldade.

## 4.2 Coleta de Dados

No que se refere aos mecanismos de levantamento de dados comportamentais e à geração de relatórios analíticos, os resultados obtidos até o momento validam a viabilidade de um processo de monitoramento transparente da interação do usuário. Esse aspecto constitui o principal diferencial da proposta, uma vez que permite ao profissional de saúde acessar posteriormente registros detalhados de cada sessão de jogo realizada com a criança.

O sistema de captura de dados do *LetraMania* foi projetado para registrar, em tempo real, o comportamento do jogador ao longo das sessões. Cada partida recebe um identificador único de sessão, que viabiliza o rastreamento de variáveis como duração da atividade, número de letras selecionadas, categorias de erros cometidos e marcadores temporais. Essas informações são organizadas e armazenadas em arquivos no formato CSV, o que facilita a realização de análises estatísticas e comparativas. A Figura 7 apresenta um exemplo de arquivo gerado durante os testes funcionais do *LetraMania*, ilustrando a estrutura dos dados coletados.

Esse tipo de informação se mostra particularmente útil quando o profissional conduz uma análise psicopedagógica voltada à observação de habilidades como atenção, percepção visual, compreensão de instruções e estratégias de resolução, conforme discutido em [6].

No fluxo tradicional, com o jogo físico, o procedimento envolve a observação direta da criança durante a partida, complementada por registros em vídeo e anotações manuais. Posteriormente, a profissional realiza a análise desses materiais, destacando, por exemplo, o aspecto das estratégias de resolução. Nessa situação, se a criança explora o jogo de forma aleatória, tal comportamento pode reforçar a hipótese de dificuldades em planejamento e organização visoespacial. Também é avaliado o tempo de execução, isto é, quanto tempo a criança leva para localizar as primeiras palavras, sendo este parâmetro comparado ao esperado para a faixa etária.

Já no fluxo digital, utilizando o jogo Letramania, essas mesmas observações são capturadas automaticamente por meio de variáveis registradas em tempo real. Indicadores como Erro Área Inválida, Tempo de Ociosidade Total e Erros de Posição permitem analisar de forma objetiva a confusão perceptiva envolvida na resolução do problema. Além disso, métricas como Tempo, Acertos e Erros oferecem subsídios quantitativos para identificar se o tempo de execução está acima do esperado, contribuindo para uma análise mais precisa e com menor dependência de registros manuais.

A	B	C	D	E
ID	Completo?	Início	Fim	Tempo de Partida (s)
1	SIM	02-04-2025 15:12:38	02-04-2025 15:15:32	362.18
F	G	H	I	J
Total Letras Selecionadas	Acertos	Erros	Erros Escolha	Erros Posição
71	60	10	1	4
K	L	M	N	O
Erro Área Inválida	Tempo Ociosidade Total (s)	Pontuação Total	Tempo f1 (s)	Tempo Ociosidade f1 (s)
5	248.40	5600	106.23	78.80
P	Q	R	S	T
Acertos f1	Erros f1	Erros Escolha f1	Erros Posição f1	Pontos f1
16	7	1	3	1350
U	V	W	X	Y
Tempo f2 (s)	Tempo Ociosidade f2 (s)	Acertos f2	Erros f2	Erros Escolha f2
81.81	60.61	20	1	0
Z	AA	AB	AC	AD
Erros Posição f2	Pontos f2	Tempo f3 (s)	Tempo Ociosidade f3 (s)	Acertos f3
0	1900	174.14	108.99	24
AE	AF	AG	AH	AI
Erros f3	Erros Escolha f3	Erros posição f3	Pontos f3	Tempo Médio por Letra (s)
2	0	1	2350	5.10
AJ	AK	AL	AM	AN
Tempo Médio por Acerto (s)				
06.04				

Figure 7: Arquivo .CSV gerado pelo Letramania

## 5 TESTES FUNCIONAIS E AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Para assegurar a confiabilidade das atividades e a adequação pedagógica do *LetraMania*, foram realizados testes funcionais e uma avaliação heurística de usabilidade. Essa etapa garantiu estabilidade, clareza das interações e consistência na experiência de uso. Os resultados completos encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Os testes funcionais seguiram os requisitos centrais do sistema: apresentação correta de estímulos, registro preciso das respostas, feedback imediato e navegação segura. Cada funcionalidade foi validada por múltiplos cenários, e todos os problemas identificados foram corrigidos antes da versão final.

A avaliação por heurísticas adaptadas de Nielsen [18] reforçou a importância da previsibilidade das interações, da clareza visual e da baixa carga cognitiva. Os apontamentos resultantes também foram integralmente resolvidos, contribuindo para a consistência da interface final.

Table 2: Resumo dos Testes Funcionais Realizados no *LetraMania*

Funcionalidade	Qtde	OK	Falha	Cob.	Status
Exibição de letras e imagens	10	10	0	100%	Aprovado
Renderização em diferentes resoluções	10	8	2	80%	Parcial
Registro das respostas	10	10	0	100%	Aprovado
Feedback visual e auditivo	10	10	0	100%	Aprovado
Navegação entre atividades.	10	10	0	100%	Aprovado
Exportação de dados	10	10	0	100%	Aprovado

## 6 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do *LetraMania* evidencia um avanço significativo em relação a soluções existentes, na medida em que associa recursos lúdicos tradicionais a um sistema digital capaz de capturar dados objetivos de forma transparente para o usuário.

Apesar de seus resultados iniciais promissores, reconhecemos algumas limitações. A aplicação ainda depende de testes em contextos diversificados e com amostras maiores, de forma a validar sua robustez frente a diferentes perfis de usuários. Além disso, a escalabilidade da solução envolve desafios relacionados à interoperabilidade com outros sistemas de saúde e educação, bem como à adequação a diferentes dispositivos e faixas etárias.

Além disso, o *LetraMania* estabelece uma base que pode ser replicada em iniciativas voltadas a outros transtornos do desenvolvimento ou condições que demandem avaliação contínua e intervenções lúdicas. Sua arquitetura pode servir de referência para novas soluções direcionadas a dificuldades de linguagem, transtornos de aprendizagem, déficits de atenção ou reabilitação cognitiva. Dessa forma, o projeto não apenas cumpre seu propósito específico, mas também contribui para um ecossistema mais amplo de inovação em saúde e educação, incentivando pesquisadores e desenvolvedores a explorar abordagens semelhantes em diferentes contextos clínicos e pedagógicos.

Como próximos passos, prevemos o aprimoramento das funcionalidades de personalização, a integração com relatórios analíticos para profissionais de saúde e educação, e a realização de estudos longitudinais para acompanhar o impacto da ferramenta no desenvolvimento de crianças neurodivergentes.

Por fim, reafirmamos o compromisso deste trabalho com os princípios da Agenda 2030, em especial os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável voltados à saúde de qualidade, educação inclusiva e redução das desigualdades. O impacto social esperado do *LetraMania* reside justamente em oferecer uma solução inovadora e inclusiva que alia tecnologia, ludicidade e ciência para promover um futuro mais equitativo.

**Table 3: Síntese da Avaliação Heurística do *LetraMania* baseada nas Heurísticas de Nielsen**

Heurística	Descrição da Heurística	Atende completamente	Atende parcialmente
Visibilidade do estado do sistema	Feedback visual e auditivo imediato após ações do usuário; estado do jogo sempre perceptível	X	
Prevenção de erros	Botões grandes, ações únicas e instruções claras minimizam erros de interação	X	
Consistência e padrões	Estrutura visual, cores e comportamentos padronizados entre as telas	X	
Reconhecimento em vez de memorização	Uso de estímulos visuais e sonoros reduz a dependência da memória do usuário	X	
Baixa carga cognitiva	Layout simples, alto contraste e foco em uma tarefa por vez	X	
Ajuda e documentação	Instruções disponíveis, porém direcionadas principalmente a responsáveis ou mediadores		X

## 7 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Pelotas (UFPe) pelo apoio institucional, e a Liah Kanemoto pela colaboração na elaboração dos vetores e imagens referência do jogo.

Resaltamos que ferramentas de Large Language Models (LLMs) foram empregadas como suporte no processo de escrita e organização textual. Todo o conteúdo técnico, análises e conclusões foram elaborados e validados pelos autores.

## REFERENCES

- [1] H Asperger. 1944. *Autistic psychopathy in childhood*. *Archives of Psychiatry and Nervous Diseases*.
- [2] Paul Eugen Bleuler. 1911. Dementia praecox or the group of schizophrenias. (1911).
- [3] Richard Brancato et al. 2020. Embasamento Psicológico Comportamental no Desenvolvimento de Jogos Sérios Digitais para Indivíduos com Transtorno do Espectro Autista: Revisão Sistemática. *Humanidades & Inovação* 7, 6 (2020), 251–263.
- [4] Tim Brown et al. 2008. Design thinking. *Harvard business review* 86, 6 (2008), 84.
- [5] Mara Monteiro da Cruz and Angélica María Reis Monteiro. 2013. Acessibilidade cognitiva para o letramento de jovens com deficiência intelectual. *Education Policy Analysis Archives* 21 (2013), 74–74.
- [6] Samilly Danielly de Resende and Sonia Maria de Campos. 2024. Transtorno do Espectro Autista: Diagnóstico e intervenção psicopedagógica clínica. *Revista Psicopedagogia* 41, 125 (2024), 350–365.
- [7] Daniel dos Santos Lima, Joelson Miranda Ferreira, Tadeu Souza Pereira, Denilson José dos Santos, Islandia Maria Rodrigues Silva, Bruno Pires Sombra, André José dos Santos, José Anderson Souza da Silva, José Luis dos Santos, Vania Cristina Bordim de Souza, et al. 2025. DESAFIOS E POSSIBILIDADES NO USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO INCLUSIVA. *LUMEN ET VIRTUS* 16, 48 (2025), 4941–4959.
- [8] Maicris Fernandes and Percy Nohama. 2020. Jogos Digitais para Pessoas com Transtornos do Espectro do Autismo (TEA): Uma Revisão Sistemática. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* 26 (2020), 72–80.
- [9] Manuela Ferrari, Judith Sabeti, Sarah V McIlwaine, Sahar Fazeli, SM Hani Sadati, Jai L Shah, Suzanne Archie, Katherine M Boydell, Shalini Lal, Joanna Henderson, et al. 2022. Gaming my way to recovery: a systematic scoping review of digital game interventions for young people’s mental health treatment and promotion. *Frontiers in digital health* 4 (2022), 814248.
- [10] Genilson Geraldo and Marli Dias de Souza Pinto. 2019. Percursos da Ciência da Informação e os objetivos do desenvolvimento sustentável da agenda 2030/ONU. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina* 24, 2 (2019), 373–389.
- [11] L Kanner. 1943. *Autistic disturbances of affective contact*. *Nervous Child*.
- [12] Bruna Alves Lopes and José Augusto Leandro. 2019. Não Existe Mãe-Geladeira Uma análise feminista da construção do ativismo de mães de autistas no Brasil (1940-2019). (2019).
- [13] Catherine Lord, Mayada Elsabbagh, Gillian Baird, and Jeremy Veenstra-Vanderweele. 2018. Autism spectrum disorder. *The lancet* 392, 10146 (2018), 508–520.
- [14] Matthew J Maenner. 2020. Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2016. *MMWR. Surveillance Summaries* 69 (2020).
- [15] Márcia Regina Fumagalli Marteleto, Brasília Maria Chiari, and Jacy Perissinoto. 2020. A influência de habilidades cognitivas na adaptação social de crianças com transtorno do espectro autista. *Desenvolvimento da Criança e do Adolescente. Evidências Científicas e Considerações Teóricas-Práticas*. Guarujá-SP: Editora Científica Digital (2020), 110–123.
- [16] Lygia Maria da Silva Mathias and Marianna Vieira Lima Almeida. 2024. Videogames para o tratamento do Transtorno do Espectro do Autismo: uma revisão sistemática. *Journal Archives of Health* (2024).
- [17] Adriana Melo and Ricardo Abelheira. 2015. *Design Thinking & Thinking Design: Metodologia, ferramentas e uma reflexão sobre o tema*. Novatec Editora.
- [18] Jakob Nielsen and Rolf Molich. 1990. Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the ACM CHI’90 Conference*. Seattle, WA, 249–256.
- [19] Franciele Zanella Onzi and Roberta de Figueiredo Gomes. 2015. TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: A IMPORTÂNCIA DO DIAGNÓSTICO E REABILITAÇÃO. 12 (dez. 2015).
- [20] James A. Phills, Kriss Deiglmeier, and Dale T. Miller. 2008. Rediscovering Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review* 6, 4 (2008), 34–43.
- [21] Karen Pierce, Vahid H Gazestani, Elizabeth Bacon, Cynthia Carter Barnes, Debra Cha, Srinivasa Nalabolu, Linda Lopez, Adrienne Moore, Sunny Pence-Stophaeros, and Eric Courchesne. 2019. Evaluation of the diagnostic stability of the early autism spectrum disorder phenotype in the general population starting at 12 months. *JAMA pediatrics* 173, 6 (2019), 578–587.
- [22] Yvonne Rogers, Helen Sharp, and Jennifer Preece. 2013. *Design de interação*. Bookman Editora.
- [23] Evanyde dos Santos Souza. 2024. Mediação docente e tecnologia digital de informação e comunicação na perspectiva da educação inclusiva. (2024).