

LetraMundo: desenvolvimento e validação de um jogo sério para alfabetização de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) em ambiente escolar

Arthur H. S. Silva, Pedro H. Santos , Mônica X. C. Cunha

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus

Maceió 57020-600 – Maceió, AL – Brasil

{ahss6, phs6}@aluno.ifal.edu.br, monica@ifal.edu.br

Abstract. *This work presents the development, implementation, and testing of a web application of Serious Games for literacy in children with Autism Spectrum Disorder (ASD), aiming to support special education and social inclusion. The distinguishing feature is the use of hyperfocus as a learning strategy, combined with the principles of the TEACCH method and the phonics method. The tool integrates playful elements and educational goals based on studies in psycholinguistics and neuroscience. Tests with professionals and children aged 6 to 12 from elementary school indicated high engagement, as well as strong adherence to the most current teaching methods for children with ASD.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o desenvolvimento, implementação e testes de uma aplicação web de Jogos Sérios para alfabetização de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), visando apoiar a educação especial e a inclusão social. O diferencial está no uso do hiperfoco como estratégia de aprendizagem, aliado aos princípios do método TEACCH e ao método fônico. A ferramenta integra elementos lúdicos e metas educacionais baseadas em estudos de psicolinguística e neurociência. Testes com profissionais e crianças de 6 a 12 anos do fundamental I indicaram alto engajamento, além de forte aderência aos métodos mais atuais de ensino à crianças com TEA.*

1. Introdução

As Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica ressaltam que a educação é o principal pilar da sociabilidade, tendo papel fundamental em transmitir e estender a cultura, desenvolver a cidadania e fortalecer os saberes (Brasil, 2001). No exercício deste papel social, é essencial desenvolver práticas inclusivas que visem as necessidades oriundas da diversidade humana e que garantam o acesso à educação às pessoas com necessidades especiais, fazendo com que estes ampliem sua autonomia, superem suas dificuldades e aprimorem suas potencialidades sociais, cognitivas e emocionais (Konkel e Farias, 2024).

Neste contexto, a alfabetização e comunicação desempenham importantíssimo papel na aquisição de conhecimentos e no desenvolvimento da autonomia individual (Silva, 2020). Indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), que apresentam um conjunto de déficits relacionados ao neurodesenvolvimento (APA, 2014), frequentemente apresentam dificuldades relacionadas à comunicação, que podem se manifestar tanto na expressão quanto na compreensão da linguagem. Para que a alfabetização de alunos com TEA seja efetiva, é necessária a compreensão de que a prática pedagógica deve ser estruturada a partir de um método de ensino bem definido, com a seleção e a aplicação de materiais didáticos aderentes às necessidades dos alunos e a indispensabilidade de adquirir, além dos conhecimentos básicos sobre os conteúdos, fundamentos de psicologia comportamental e do funcionamento cerebral (Nascimento, 2016).

Cada indivíduo com TEA apresenta características próprias que se refletem no processo de aprendizagem. Assim, cada criança possui seu próprio ritmo de aprendizagem e absorve conhecimento por diferentes formas, sendo fundamental a utilização de estratégias pedagógicas específicas que atendam a essas particularidades (Konkel e Farias, 2024). Uma das estratégias que têm se mostrado mais eficazes em unir a necessidade de adaptabilidade ao material didático é o uso de jogos sérios, que associam elementos lúdicos com um propósito educacional. A natureza adaptável dessas ferramentas permite que princípios de organização, previsibilidade e estímulo visual, preconizados pelo Ensino Estruturado (Mesibov et al, 2005) e fundamentais para o ensino de pessoas com TEA, sejam introduzidos e aplicados.

Desta forma, o presente trabalho apresenta o processo de desenvolvimento e teste de uma aplicação de jogos sérios fundamentada na utilização do método TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children), que enfatiza a estruturação do ensino e do ambiente, do Método Scliar de alfabetização, voltado ao desenvolvimento da leitura e escrita por meio de associações fonéticas, além do uso do conceito de hiperfoco, comumente presente em crianças autistas, explorando os interesses restritos como ferramenta de engajamento no processo educacional. A integração dessas abordagens busca potencializar o processo de alfabetização, tornando-o mais acessível e adaptado às necessidades individuais das crianças com TEA, promovendo a igualdade de oportunidades no ambiente escolar.

2. Referencial teórico

2.1. Transtorno do Espectro Autista

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio complexo no neurodesenvolvimento que pode impactar o comportamento, a comunicação e a interação social, incluindo padrões restritos e repetitivos de comportamento e dificuldades com reciprocidade socioemocional (APA, 2014).

No entanto, o TEA não é uma condição homogênea e as necessidades de cada indivíduo podem variar significativamente. De acordo com a classificação proposta pelo DSM-5 (APA, 2014), o TEA é dividido em três níveis de suporte, com base na intensidade dos sintomas e no grau de suporte necessário. O suporte 1 refere-se a indivíduos que, mesmo com linguagem funcional, apresentam dificuldades notáveis em iniciar e manter interações sociais, além de inflexibilidade comportamental que impacta suas ações cotidianas. Já o Nível 2, classificado como "exigindo apoio substancial", envolve déficits mais severos na comunicação verbal e não verbal, dificuldade acentuada em iniciar contatos sociais e comportamentos repetitivos que interferem visivelmente em múltiplos contextos. Por fim, o Nível 3, definido como "exigindo apoio muito substancial", é caracterizado por limitações graves na comunicação, com fala limitada ou ausente, mínima iniciativa de interação e comportamentos rígidos que comprometem significativamente a rotina diária. Essa diferenciação permite a adequação de intervenções pedagógicas e terapêuticas às necessidades específicas de cada criança com TEA, respeitando suas particularidades e possibilidades de desenvolvimento.

Uma característica frequentemente encontrada em pessoas com TEA é o hiperfoco, que pode ser definido como um estado de concentração extraordinária que ignora o ambiente externo e fixa-se em temas ou atividades de grande interesse. Episódios de hiperfoco podem durar longos períodos e gerar negligência com tarefas diárias e interações sociais. Porém, é possível trabalhar o hiperfoco de maneira que este seja uma importante ferramenta no processo educacional, visto que pode estimular o interesse das crianças pelas atividades

desenvolvidas, gerando motivação e engajamento na aprendizagem (Nascimento, Brommenschenkel e Santos, 2023).

Estudos como o de Corrêa (2020) demonstram que o aproveitamento do hiperfoco em crianças com TEA pode trazer vantagens significativas quando integrado às atividades em sala de aula, contribuindo para manter a atenção do aluno e favorecer seu desempenho acadêmico.

2.2 Programa educacional TEACCH

O Programa Educacional TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children) é uma metodologia educacional e terapêutica baseada na compreensão das características cognitivas e comportamentais dos indivíduos com TEA, visando criar ambientes de aprendizagem estruturados, previsíveis e adaptados às suas particularidades perceptivas e de processamento de informação (Mesibov et al, 2005).

Nas produções recentes sobre TEA, o TEACCH figura entre as abordagens mais relevantes no atendimento educacional voltado à este público, recebendo destaque como uma das metodologias mais utilizadas atualmente em tecnologias assistivas para pessoas com TEA no Brasil (Carvalho et al, 2024).

O TEACCH, sobretudo, se destaca por seu ensino estruturado, que prioriza a organização de ambientes de ensino, de forma que se torne previsível para a criança o que ela deve fazer, onde e quantas vezes, bem como rotinas visualmente estruturadas, que proporcionam a previsibilidade, além de atividades adaptadas cuja proposta seja visualmente compreensível para a criança, com divisões espaciais delimitadas para cada tarefa, com execução sempre da esquerda para a direita (Leon, 2016). Tal iniciativa ajuda as crianças a antecipar o que acontecerá a seguir, reduzindo ansiedades e auxiliando os indivíduos com TEA a organizar internamente as tarefas que serão desenvolvidas.

Pesquisas desenvolvidas por Fortunato (2015), Fernandes (2010) e Carlos (2020) evidenciam a relevância da metodologia TEACCH no apoio às atividades de aprendizagem de crianças com TEA, com destaque para sua aplicação em softwares educacionais, os quais combinam aspectos lúdicos com finalidades pedagógicas.

2.3 Sistema Scliar de alfabetização

O Sistema Scliar de Alfabetização (SSA) é um plano alfabetizante fundamentado em descobertas recentes da neurociência, linguística e psicolinguística, que apresenta uma abordagem científica para o ensino da leitura e escrita, com ênfase no estudo dos fonemas como base da aprendizagem (Scliar, 2013). O principal ponto ressaltado pelo método é a apropriação sistemática do sistema de escrita, reconhecendo os desafios inerentes ao processo de alfabetização. Nesse contexto, o SSA disponibiliza materiais pedagógicos que auxiliam na superação dessas dificuldades, evitando abordagens fundamentadas exclusivamente na memorização (Scliar, 2013).

Diferente de abordagens que priorizam o reconhecimento global de palavras, evidências da área de psicolinguística e da neurociência da leitura indicam que o processo de alfabetização está fortemente relacionado ao desenvolvimento da consciência fonológica e à capacidade de estabelecer relações entre grafemas e fonemas. Estudos demonstram que a leitura envolve o processamento gradual de unidades menores da linguagem, sendo essa habilidade fundamental para a decodificação eficiente de palavras (Dehaene, 2012). Além disso, pesquisas baseadas em rastreamento ocular evidenciam que a percepção visual durante a leitura é limitada a uma pequena região ao redor do ponto de fixação, o que reforça a

importância de estratégias de ensino que valorizam a análise sequencial dos elementos textuais (Rayner, 1998). Nesse contexto, abordagens estruturadas, com foco no ensino explícito das relações fonema-grafema, tendem a apresentar resultados mais consistentes no processo de alfabetização inicial.

Trabalhos como o de Nascimento (2021) e Mascarello e Pereira (2014) demonstraram a viabilidade de utilização do SSA para o aprendizado da leitura, reforçando que o SSA não só é uma metodologia importante para esse intento como também pode mudar o quadro atual de alfabetização do Brasil ao apresentar uma formação consistente ao alfabetizador.

É importante ressaltar que, embora existam outras metodologias de alfabetização amplamente utilizadas, como o método silábico e o método global, a escolha pelo SSA como um dos pilares deste trabalho se justifica por sua base científica interdisciplinar, apoiada em evidências da neurociência, linguística e psicolinguística, que fornecem embasamento sólido para a prática pedagógica. O método fônico de ensino, base do SSA, se sobressai no ensino de leitura e escrita quando comparado à outros métodos comumente usados na educação brasileira (Santos, Sousa e Lima, 2022), mas, para além disso, o Sistema Scliar fornece materiais didáticos que estabelecem a sequência pedagógica adequada para a introdução das letras e fonemas e o passo a passo estruturado que auxilia na tomada de decisões durante o processo de alfabetização, fundamental para a formulação dos níveis e fases desta pesquisa.

2.4 Trabalhos correlatos

O uso de tecnologias assistivas, sobretudo de jogos digitais, tem se mostrado cada vez mais efetivo no tratamento ou no treinamento de habilidades de indivíduos com TEA (Fernandes e Nohama, 2020). Nesse cenário, os jogos sérios destacam-se como ferramentas promissoras por aliar elementos lúdicos a objetivos pedagógicos, revelando-se uma ferramenta altamente flexível.

O ABC Fônico é um aplicativo para celulares e computadores com o intuito de estimular as habilidades de comunicação e o desenvolvimento cognitivo em crianças com TEA. A ferramenta, projetada por Garcia e Welfer (2018), utiliza o método fônico e o programa TEACCH no desenvolvimento das atividades apresentadas. O jogo estimula o aprendizado instigando o usuário a relacionar fonemas aos seus grafemas, completar palavras e ordenar sílabas.

ALEA é um jogo desenvolvido por Volmer, Martins e Battistello (2022) com o objetivo de auxiliar na alfabetização do público infantil com TEA. O aplicativo destina-se a crianças do fundamental I e foi desenvolvido a partir do programa de leitura mediada RECALL (Reading to Engage Children with Autism in Language and Learning). O objetivo do jogo é desenvolver as habilidades de leitura do usuário fazendo com que a criança se torne um participante ativo nas histórias apresentadas, atuando na narração dos contos.

Por sua vez, Farias, Silva e Cunha (2014) propuseram o ABC Autismo, um aplicativo móvel de atividades pedagógicas que busca auxiliar o ensino e aprendizagem de crianças no espectro autista, focando na alfabetização. A ferramenta incorpora premissas do programa TEACCH em sua estruturação e adaptação das atividades utilizadas para o processo alfabetizador. Durante os exercícios, o usuário realiza tarefas progressivas, como associar imagens e palavras, identificar letras, relacionar sons aos grafemas e organizar elementos de forma lógica.

O principal diferencial deste trabalho está na utilização do hiperfoco como estratégia para potencializar a aprendizagem e manter o engajamento por meio da personalização dos cenários e elementos visuais das atividades. Aliada à essa estratégia, estará a utilização do

método fônico nas atividades desenvolvidas e a aplicação da estruturação estabelecida pelo programa TEACCH.

3. Materiais e métodos

Para o desenvolvimento inicial do projeto LetraMundo, foram conduzidas pesquisas bibliográficas sobre Transtorno do Espectro Autista, alfabetização e práticas docentes voltadas a crianças com necessidades educacionais específicas, além da realização de entrevistas com profissionais da educação especial. As entrevistas, conduzidas com três professoras e duas coordenadoras do núcleo de educação especial de uma Secretaria Municipal de Educação, buscaram alinhar qual o tipo de aplicação a ser desenvolvida, *Web* ou para dispositivos móveis, e o ambiente mais adequado para sua utilização, seja em casa ou em sala de aula. Também foi discutida a ambientação e animações, além da metodologia das atividades, com foco na identificação de recursos que pudessem ser incorporados para fortalecer o aspecto lúdico da aplicação, especialmente considerando as necessidades dos estudantes com TEA.

A etapa de prototipação foi realizada utilizando as ferramentas *Canva* e *Figma*. A avaliação do protótipo foi conduzida pela equipe pedagógica previamente entrevistada, cujo retorno colaborou para a implementação do sistema. A Figura 1 ilustra o desenho metodológico adotado nesta pesquisa.

Realizados todos os ajustes solicitados durante os testes do protótipo, o software LetraMundo foi desenvolvido como uma aplicação web dividida em dois perfis de uso: educadores e alunos. As funcionalidades foram implementadas com requisitos funcionais e não funcionais levantados previamente com a equipe pedagógica, respeitando os fluxos de cadastro, autenticação, progresso do aluno e organização temática.

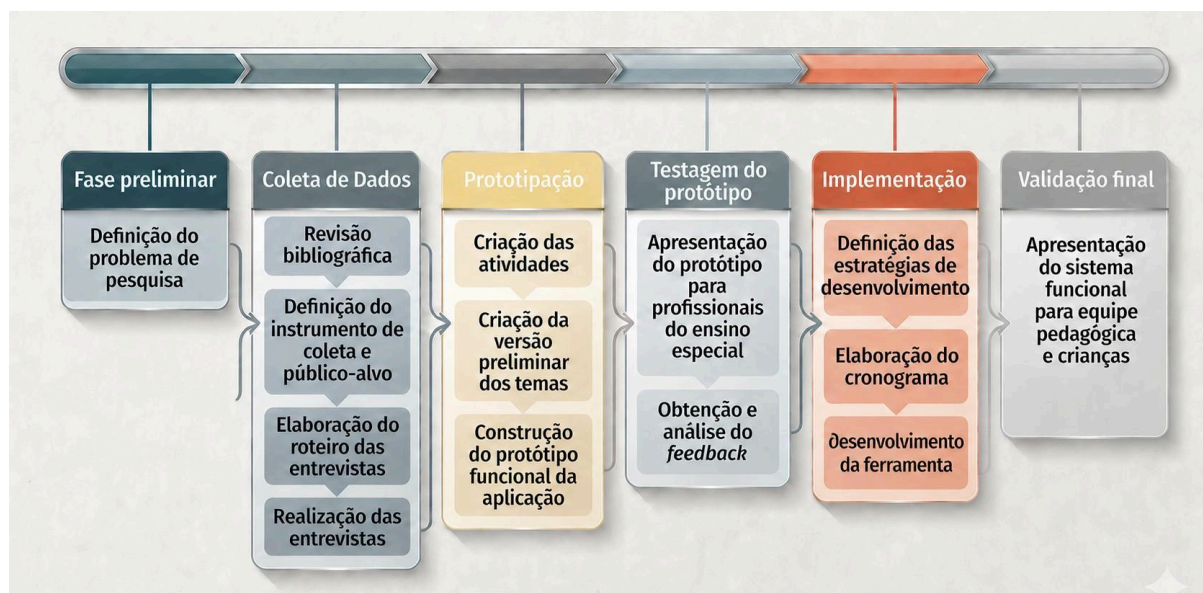


Figura 1. Desenho da pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para os testes iniciais da ferramenta, a aplicação foi disponibilizada para ser usada livremente por 8 profissionais de ensino da educação especial. Após a utilização da plataforma, foi aplicado um questionário utilizando o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), onde foram analisados os critérios: Facilidade de Uso Percebida (PEOU), Utilidade Percebida (PU), Atitude em Relação ao Uso (ATU), Condição Facilitadora (FC) e Intenção de Uso (ITU), além de algumas questões sociodemográficas.

A escolha pelo TAM para aplicação do questionário justifica-se por sua ampla utilização em pesquisas que avaliam a aceitação e a intenção de uso de novas ferramentas tecnológicas em diversos contextos e pela sua aplicabilidade na análise de fatores como facilidade de uso percebida e utilidade percebida, determinantes no objetivo deste trabalho. Portanto, no contexto desta pesquisa, o TAM revelou-se particularmente apropriado por fornecer indicadores confiáveis sobre a viabilidade da plataforma no ambiente escolar e seu potencial de integração às práticas pedagógicas vigentes.

Durante a fase de testes finais da pesquisa, foram realizadas sessões práticas com a participação de crianças com TEA, pertencentes à rede municipal de ensino especial. Nessa etapa, cada criança foi convidada a utilizar a plataforma digital proposta em um ambiente controlado, contando com o apoio direto de seu respectivo profissional de ensino especializado. As atividades foram conduzidas em computadores previamente preparados, de forma a garantir acessibilidade, conforto e orientação contínua durante o uso da ferramenta.

Esses testes práticos tiveram como principal objetivo promover o aprimoramento da plataforma, buscando torná-la o mais aderente possível às metodologias pedagógicas já consolidadas nas salas de AEE. Além disso, procurou-se garantir a compatibilidade da ferramenta com os artefatos educacionais que atualmente auxiliam o processo de letramento de crianças com TEA.

4. Resultados

4.1 Entrevistas Iniciais

Durante as entrevistas iniciais, foi recomendada a implementação de uma aplicação *Web* para desktops, pois foi dito que os alunos apresentam maior engajamento nas aulas quando estas envolvem o uso de computadores e que a utilização do mouse poderia auxiliar no desenvolvimento da coordenação motora fina. Em relação ao ambiente de utilização, foi solicitado que o projeto fosse desenvolvido para uso em sala de aula, com o objetivo de reter a atenção dos alunos durante as atividades conduzidas pelas professoras.

Durante as entrevistas, as professoras recomendaram que utilizássemos a metodologia empregada na aplicação GraphoGame, um jogo educacional amplamente reconhecido por sua eficácia no processo de alfabetização infantil. O jogo, desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Jyväskylä e do Niilo Mäki Institute, na Finlândia, no início dos anos 2000, desenvolve habilidades de leitura por meio de atividades lúdicas e graduais (Ojanen *et al.*, 2015). Atualmente, o GraphoGame é adaptado para diversos idiomas, incluindo o português brasileiro, sendo inclusive adotado pelo Ministério da Educação (MEC) como ferramenta de apoio às práticas pedagógicas de professores da rede pública (Brasil, 2021). Durante as atividades do GraphoGame, os sons das letras e sílabas são reproduzidos e o jogador deve selecionar o grafema correspondente em uma tela de múltipla escolha. As interfaces são projetadas com fundos interativos e elementos visuais dinâmicos, que contribuem para uma experiência mais imersiva, motivadora e lúdica, reforçando o vínculo entre som e símbolo gráfico de forma intuitiva e eficaz.

Informações também foram coletadas para o desenvolvimento do design da plataforma, tendo como base as preferências dos alunos da turma de educação especial, observadas por seus professores. Dentro do jogo, o tema do design das atividades pode ser escolhido pelo próprio jogador e pode ser alterado a qualquer momento. Esta ação visa

aumentar a adesão dos alunos à aplicação e agir como solução ao hiperfoco, para que o aluno se identifique com os cenários e figuras dos exercícios e sinta-se motivado à continuar o uso da plataforma. Atualmente, a ambientação dos jogos pode ser personalizada em 4 temas (alimentos, praia, animais e velho oeste), que podem ser escolhidos pelo usuário.

4.2 Prototipagem

Ao fim das entrevistas, foi definido um modelo de aplicação onde o *login* e o cadastro ficam sob responsabilidade dos professores, que passam a gerenciar e atualizar as informações de todos os seus alunos. A cada resposta correta, são apresentados reforços visuais e auditivos, como a reprodução de um fundo musical, a evolução da barra de progresso da fase e uma animação de parabenização ao fim de uma fase, com o objetivo de motivar a criança e mostrar seu avanço. Em caso de erro, é emitido apenas um breve sinal sonoro, indicando o equívoco de forma sutil, sem a utilização de mecanismos que enfatizem a falha. Essa abordagem busca evitar a desmotivação, uma vez que a forma como os erros são apresentados pode influenciar negativamente o engajamento, considerando que lidar com frustrações tende a ser um desafio para crianças com TEA (Aguiar et al., 2018).

A plataforma foi projetada em 12 níveis, onde o primeiro tem 10 fases e os demais tem 8, totalizando 98 fases. Essa quantidade de atividades busca garantir que o processo de alfabetização ocorra de forma gradativa e estruturada, ampliando progressivamente o número de letras, sílabas, palavras e frases apresentadas ao aluno. Além da progressão, essa quantidade permite incluir revisões de conteúdos já abordados, reforçando o aprendizado. A opção também se fundamenta na proposta do SSA, que defende a aprendizagem do maior número possível de palavras ligadas ao contexto de vivência do estudante, para que este encontre sentido no que lê e utilize essas palavras em sua comunicação (Scliar, 2013).

O conteúdo das atividades de cada fase foi definido com base no cronograma de ensino do SSA. No nível 1 (Figura 2), são desenvolvidos os estudos das vogais iniciando pelas letras “A”, “I” e “U”, por possuírem apenas um fonema. Em cada exercício, é exibido o grafema da letra acompanhado de seu respectivo som, cabendo ao jogador realizar a associação entre o estímulo sonoro e a representação escrita, selecionando o grafema correto. Após a conclusão das fases iniciais do nível 1, as vogais “E” e “O” são incluídas nas fases seguintes do mesmo nível.



Figura 2. Atividade de identificação de vogais presente no nível 1 com o tema de animais. Fonte: Elaborada pelos autores.

Ainda no nível 1, nas fases 8, 9 e 10 (Figura 3), são feitas as primeiras formações de palavras. Palavras como “eu”, “oi” e “uau” são formadas utilizando encontros vocálicos. Com essa estrutura, busca-se reforçar os métodos do SSA, onde formar palavras e frases não é apenas um exercício lúdico: é o eixo central entre a análise da letra isolada e a construção de significado em textos. Esse caminho estruturado habilita a criança a ler com fluência, compreender e produzir textos com autonomia (Scliar, 2013). As atividades apresentam a dinâmica de jogos de quebra-cabeça, onde o jogador deve formar as palavras, colocando cada letra em seu devido lugar.

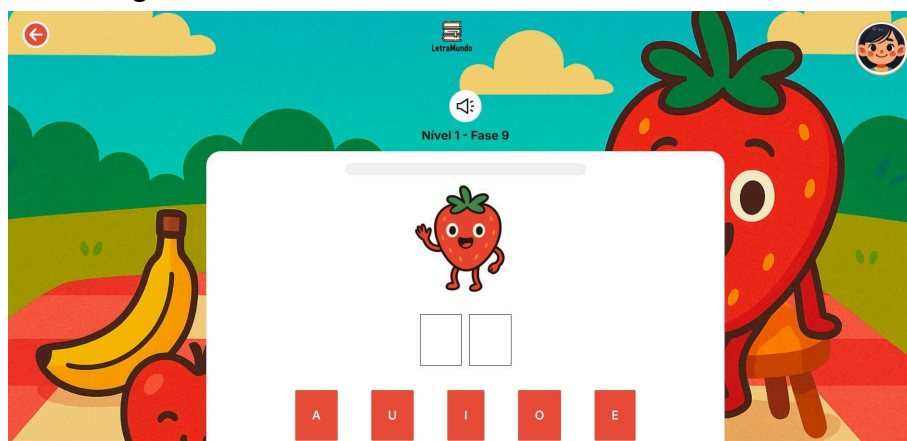


Figura 3. Atividade de formação de palavras com encontros vocálicos presente no nível 1 com o tema de alimentos. Fonte: Elaborada pelos autores.

Nas fases 1 e 2 do nível 2 (Figura 4) são iniciados os ensinamentos das primeiras sílabas utilizando consoantes fricativas. A primeira consoante trabalhada é o grafema “V”, juntamente com as vogais estudadas no nível anterior. As atividades deste nível seguirão o modelo apresentado nas atividades desenvolvidas durante as primeiras fases do nível 1.

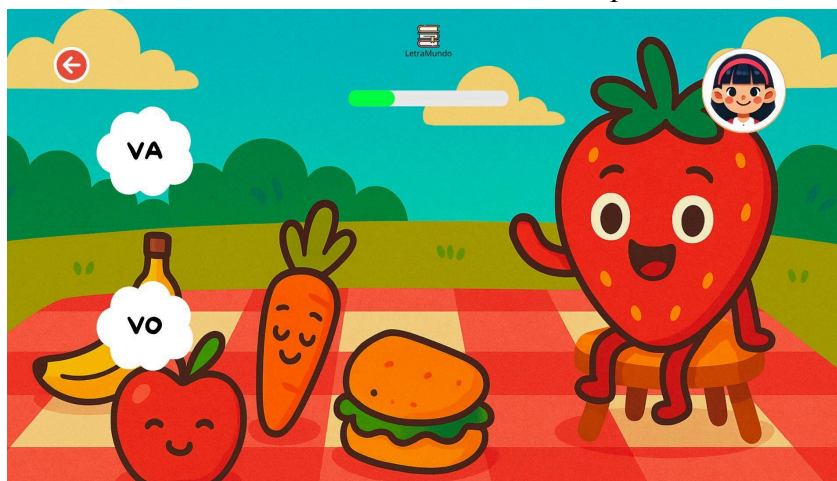


Figura 4. Atividade de identificação de sílabas presente no nível 2 com o tema de alimentos. Fonte: Elaborada pelos autores.

Nas fases 3, 4 e 5, são formadas as primeiras palavras com consoante. As atividades destas fases utilizam-se da mesma metodologia presente nas atividades de formação de palavras do nível 1. Nas atividades das fases 6, 7 e 8, as palavras aprendidas nas fases anteriores são utilizadas para formar as primeiras frases do jogo. Nestas fases o jogador deve colocar cada palavra em seu devido lugar para formar a frase.

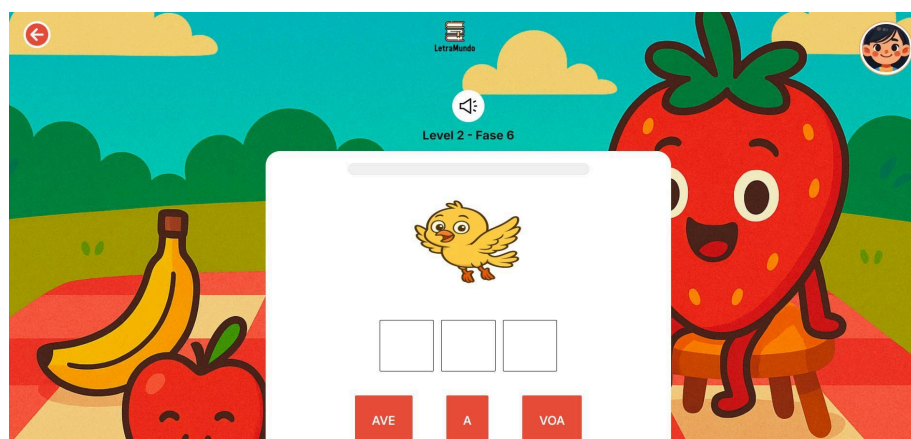


Figura 5. Atividade de formação de frases presente no nível 2 com o tema de alimentos. Fonte: Elaborada pelos autores.

Nos níveis 3 a 12 é utilizada a mesma metodologia do nível 1, onde nas fases 1 e 2 as consoantes são apresentadas e desenvolvidas, nas fases 3, 4 e 5 são formadas as palavras utilizando as consoantes e nas fases 6, 7 e 8 são formadas as frases. Nos níveis seguintes são desenvolvidas as consoantes “F”, “L”, “M”, “N”, “J”, “P”, “B”, “T”, “D” e “C”, nesta ordem, seguindo o cronograma de ensino do SSA. Assim, o produto final dessa aplicação é a habilidade de ler e criar frases completas que poderão ser empregadas em diversas interações diárias, promovendo a autonomia e desenvolvimento linguístico das crianças com TEA.

4.3 Implementação

A plataforma foi desenvolvida adotando uma arquitetura em camadas com separação entre *back-end* e *front-end*, garantindo maior escalabilidade, organização e facilidade de manutenção. O sistema segue o modelo RESTful, com o *back-end* implementado em Laravel e estruturado no padrão MVC, responsável pela lógica de negócio, autenticação de usuários, gerenciamento de alunos e controle de progresso nas atividades. A aplicação contempla dois perfis de usuário: educadores, que realizam o gerenciamento e acompanhamento do desempenho dos alunos, e alunos, que interagem diretamente com as atividades.

A camada de interface foi desenvolvida utilizando Next.js e React, com suporte a TypeScript, permitindo a construção de uma interface interativa e responsiva. Para garantir consistência visual, foram utilizadas duas abordagens de estilização: Tailwind CSS para estilização utilitária e Ant Design como biblioteca de componentes prontos para tabelas, formulários e elementos visuais complexos. Ícones da biblioteca Heroicons completam a identidade visual da plataforma.

A interface foi construída de forma modular, com componentes reutilizáveis e organização por rotas, abrangendo telas de autenticação, gestão e execução das atividades educacionais. As fases do jogo são liberadas progressivamente, conforme o desempenho do aluno, e cada atividade utiliza estímulos visuais e sonoros para fornecer feedback imediato.

4.4 Testes

A aplicação foi primeiramente testada por profissionais do núcleo de educação especial da secretaria de educação de um município do interior. Durante o início da testagem, os educadores usaram livremente a ferramenta sem intervenção e, após o uso, foi aplicado um questionário para verificarmos a usabilidade da plataforma. Também foi concedido tempo para

cada um apresentar comentários e sugestões. Neste processo, foram recolhidas sugestões de alguns detalhes que foram modificados para a versão final.

Ao todo, 8 profissionais da equipe técnica de educação especial participaram dos testes. Esse questionário foi aplicado junto à uma equipe experiente, com anos de trabalho e atuação na área de educação especial, além de contatos prévios com outras tecnologias de ensino (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização dos professores participantes.

Campo	Moda
Gênero	Feminino
Idade	46 à 55 anos
Tempo de atuação na educação especial	7 anos ou mais
Já utilizou outras tecnologias educacionais com crianças com TEA antes?	Sim

Fonte: Dados da pesquisa.

Para elaboração do questionário, foi utilizada uma escala Likert com 5 níveis de opinião, indo de “discordo totalmente” até o “concordo totalmente”, para analisar as opiniões dos participantes quanto a utilização da ferramenta. A escala neste questionário está representada entre: 1 - Discordo totalmente, 2 - Discordo parcialmente, 3 - Não concordo/nem discordo, 4 - Concordo parcialmente e 5 - Concordo totalmente.

Depois da etapa de coleta das informações, foi realizada a análise para verificar a média das respostas. Conforme apresentado na Tabela 2, a média dos construtos variou de 5 a 4,53. Esses índices mostram bons números de aceitação nas diversas áreas em que a ferramenta foi testada.

Tabela 2 - Estatística descritiva do teste com professores

Construtos	Média	Desvio Padrão
Facilidade de Uso Percebida (PEOU)	4,85	0,21
Utilidade Percebida (PU)	4,85	0,24
Atitude em Relação ao Uso (ATU)	5,0	0,00
Condição Facilitadora (FC)	4,53	0,56
Intenção de Uso (ITU)	5,0	0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Para a validação final, foram conduzidos testes práticos com crianças com TEA em fase de alfabetização. Essa fase teve por objetivo compreender a aplicabilidade, usabilidade e percepção de valor pedagógico da plataforma LetraMundo diretamente na rotina de aprendizagem dos alunos. Participaram dessa etapa 10 crianças, com idades entre 6 e 12 anos, matriculadas entre o 1º e o 5º ano do ensino fundamental, em duas escolas da rede pública de ensino municipal de uma cidade do interior. Os dados sociodemográficos (Tabela 3) apontam que a maioria das crianças não havia tido contato com tecnologias educacionais e que seus níveis de leitura variam entre o reconhecimento de vogais, consoantes e formação de palavras

simples. Mesmo com essa diversidade de perfis, os resultados indicam forte aceitação da plataforma e aderência ao processo de aprendizagem.

Tabela 3 - Dados sociodemográficos das crianças participantes.

Campo		Moda	Média
Gênero		Feminino	Não aplicável
Idade		6 a 8 anos	Não aplicável
Série		3ª série	Não aplicável
Já utilizou alguma tecnologia educacional?		Não	Não aplicável
Conhecimento em leitura	Vogais	5	4,9
	Consoantes	2	3,5
	Formação de palavras	2	2,3
	Formação de frases	1	1,5

Fonte: Dados da pesquisa.

Os testes foram realizados em ambiente supervisionado, com acompanhamento dos profissionais de educação especial que já atuavam com os alunos. Para coleta dos dados, foi aplicado novamente um questionário de avaliação com base no modelo TAM, respondido pelos observadores. O instrumento foi adaptado ao contexto infantil e composto por três construtos: Facilidade de Uso Percebida, Utilidade Percebida e Atitude em Relação ao Uso, todos avaliados em escala Likert de cinco pontos, como feito durante os testes com os técnicos de ensino. Para recolher os dados de conhecimento de leitura de cada aluno, foi pedido para que seus profissionais de educação dessem uma nota de 1 a 5 para os 4 quesitos trabalhados na aplicação: conhecimento de vogais, conhecimento de consoantes, formação de palavras e formação de frases.

A análise dos resultados (Tabela 4) revelou médias positivas entre os construtos avaliados. Os dados demonstram que as crianças conseguiram utilizar a plataforma com autonomia crescente, facilidade e clareza de interface, inclusive com adaptação ao ritmo individual. A efetividade da ferramenta na promoção do engajamento e do interesse contínuo foi bem avaliada, além de sua capacidade de adequação ao público com TEA.

Tabela 4 - Estatística descritiva do teste com crianças.

Construtos	Média	Desvio Padrão
Facilidade de Uso Percebida (PEOU)	4,86	0,35
Utilidade Percebida (PU)	4,76	0,45
Atitude em Relação ao Uso (ATU)	4,9	0,30

Fonte: Dados da pesquisa.

5. Conclusão

Os resultados obtidos com a utilização da aplicação LetraMundo mostraram-se positivos, tanto na avaliação dos profissionais da educação quanto na interação com o público-alvo. Esses resultados indicam que a aplicação terá grande utilidade sendo usada como ferramenta auxiliadora em ambiente escolar para a alfabetização de crianças com TEA.

A aplicação, desenvolvida com base em fundamentos teóricos sólidos, como o método fônico de alfabetização e o aproveitamento pedagógico do hiperfoco, também utilizou o desenvolvimento junto ao público-alvo, usando Design Centrado no Usuário (DCU), percebendo as suas necessidades e peculiaridades, para que o artefato resultante tivesse a maior aderência possível ao problema que se desejava colaborar com a solução. Dessa forma, a proposta se alinha às práticas já aplicadas com êxito no cotidiano escolar, respeitando a singularidade dos alunos e fortalecendo os recursos que contribuem para sua aprendizagem.

Embora a personalização dos cenários tenha sido idealizada para explorar o hiperfoco como estratégia de engajamento, reconhece-se que os interesses restritos característicos do TEA são altamente individuais e podem não ser contemplados pelos temas atualmente disponíveis na plataforma. Como trabalho futuro, pretende-se disponibilizar um canal para que educadores e familiares possam sugerir novos temas, permitindo a expansão contínua da plataforma e sua adaptação aos interesses específicos de cada criança.

Além disso, como limitação deste estudo, destaca-se que a avaliação da plataforma concentrou-se na aceitação, usabilidade e percepção de utilidade durante sessões de uso supervisionadas, não contemplando um acompanhamento longitudinal capaz de mensurar seu impacto no desenvolvimento da alfabetização ao longo do tempo. Dessa forma, recomenda-se que trabalhos futuros acompanhem a evolução dos alunos por períodos mais extensos e comparem seu desempenho antes e após a utilização da ferramenta, permitindo uma avaliação mais robusta e demonstrando os efeitos da plataforma sobre a consolidação das habilidades de leitura e escrita.

Durante os testes e entrevistas com os profissionais da educação especial, foi constantemente ressaltada a carência de ferramentas semelhantes voltadas para outras áreas do conhecimento, como matemática, raciocínio lógico e habilidades funcionais do cotidiano. Essa demanda aponta caminhos promissores para trabalhos futuros que, com base nos métodos e tecnologias aplicados no presente trabalho, poderão ampliar o impacto educacional para além da alfabetização.

Portanto, conclui-se que o LetraMundo representa uma contribuição efetiva ao cenário da educação inclusiva, com potencial de integração concreta ao cotidiano escolar e de adaptação a novas propostas pedagógicas que valorizem as individualidades de cada aluno.

Declaração sobre uso de inteligência artificial

Os autores do presente artigo declaram para os devidos fins o uso de ferramentas de inteligência artificial generativa como suporte à revisão textual e a criação visual da figura do desenho de pesquisa. Todo o conteúdo foi elaborado, revisado e validado pelos autores, que assumem integralmente a responsabilidade pelas informações apresentadas.

Referências

- Aguilar, Ellen et al. Avaliando Jogos Digitais Educativos para Indivíduos Portadores do Transtorno do Espectro Autista. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 29, 2018, Fortaleza - CE. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1830>. Acesso em 31 mai. 2026.
- American Psychological Association - APA. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais [recurso eletrônico] : DSM-5 / [American Psychiatric Association ; tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento ... et al.] ; revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli ... [et al.]. – 5. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Artmed, 2014. Acesso em 31 mai 2026.
- Brasil. Ministério da Educação. Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica. 2001. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/diretrizes.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Carvalho, Emerson.; Alves, Fábio; Rodrigues, Igor; Souza, Telma; Moreira, Denis. Autismo e Tecnologias Assistivas: uma Revisão Sistemática dos Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31306/31109>. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Corrêa, Taylor. Ensino de física para estudantes autistas. 2020. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31215>. Acesso em: 17 mai. 2026.
- Dehaene, Stanislas. Os Neurônios da Leitura: Como a Ciência Explica a Nossa Capacidade de Ler. Porto Alegre: Penso, 2011. ISBN: 8563899449.
- Farias, Ezequiel; Silva, Leandro; Cunha, Mônica. ABC AUTISMO: Um aplicativo móvel para auxiliar na alfabetização de crianças com autismo baseado no Programa TEACCH. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 10, 2014, Londrina - PR. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2014, p. 458-469. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/download/6136/6034/>. Acesso em: 6 mai. 2026.
- Fernandes, Maicris; Nohama, Percy. Jogos Digitais para Pessoas com Transtornos do Espectro do Autismo (TEA): Uma Revisão Sistemática. In: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología N°26 - Especial. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Informática- Secretaría de Postgrado, 2020, p. 72-80 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346233158_Jogos_Digitais_para_Pessoas_com_Transtornos_do_Espectro_do_Autismo_TEA_Uma_Revisao_Sistematica. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Fernandes, Salomé. A adequabilidade do modelo teacch para a promoção do desenvolvimento da criança com autismo. A adequabilidade do modelo teacch para a promoção do desenvolvimento da criança com autismo. 2010. Disponível em: <http://repositorio.esepf.pt/handle/20.500.11796/796>. Acesso em 4 mai. 2026.
- Garcia, Pedro; Welfer, Daniel. ABC Fônico - Uma aplicação para auxiliar na alfabetização de crianças com Transtorno do Espectro Autista. In: SBGames, 17, 2018, Foz do Iguaçu - PR. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. Disponível em <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/EducacaoShort/186816.pdf>. Acesso em 4 mai. 2026.

- Konkel, Sabrina; Farias, Elizabeth. A alfabetização de alunos com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) no ensino comum. *Ensino & Pesquisa, União da Vitória*, v.22, n.1, p. 170-180. 2024. DOI: <https://doi.org/10.33871/23594381.2024.22.1.9111>.
- Leon, Viviane. *Práticas Baseadas em Experiência Para Aplicação do Teach nos Transtornos do Espectro do Autismo*. Campinas: Memnon. 2016. ISBN: 978-8579540967.
- Mesibov, Gary; Shea, Victoria; Schopler, Eric. *The TEACCH approach to autism spectrum disorders*. Springer Science + Business Media. 2005. ISBN 978-1-4757-0990-2.
- Mascarello, Lidiomar; Pereira, Miriam. As neurociências e a leitura: proposta Scliar de alfabetização . In: *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, v. 12, n.27 , 2014, p. 81-104. Disponível em: <https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/518>. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Nascimento, Gisele. *Método de Alfabetização para Alunos Autistas (MAPA): Alternativa da Clínica-Escola do Autista*. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/727116547/Dissertacao-Alfabetizacao-TEA>. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Nascimento, Maria. *Práticas de ensino de escrita : contribuições do sistema SCLiar de alfabetização no município de Lagarto/SE*. Programa de Pós-Graduação Profissional em Letras, Universidade Federal de Sergipe, 2021. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/15425>. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Nascimento, Thais; Brommenschenkel, Valquíria; Santos, Maria. Hiperfoco como caminho para o aprendizado e inclusão de alunos com autismo. *Educação Especial: itinerários educativos*, n. 8, 2023, Espírito Santo. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/semap/article/view/42478>. Acesso em: 6 mai. 2026.
- Rayner, Keith. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. In: *Psychological Bulletin* 1998, Vol. 124, No. 3, p. 372-422. 1998. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://andrewd.ces.clemson.edu/courses/cpsc881/papers/reading/Ray98_readingSurvey.pdf. Acesso em: 4 mai. 2026.
- Scliar, Leonor. *Sistema Scliar de alfabetização: fundamentos*. Florianópolis: Lili, 2013. ISBN: 978-85-67143-00-2.
- Silva, Elieuzza. Transtorno do Espectro Autista (TEA) e a linguagem: a importância de desenvolver a comunicação. *Revista Psicologia & Saberes*, v. 9, n. 18, p. 174-188. 2020 ISSN 2316-1124 . 2024. Disponível em: <https://cesmac.emnuvens.com.br/psicologia/article/view/1221>. Acesso em: 7 mai. 2026.