

AutiLearn: desenvolvimento de jogo digital personalizável para abordagem adaptada aos autistas

AutiLearn: development of a customizable digital game for an approach tailored to individuals with autism

Geisse Rosane de Faria Dias Costa¹, Carlos Marcelo Gurjão de Godoy¹, Regina Célia Coelho¹, Vanessa Andrade Pereira¹

¹Instituto de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal de São Paulo (ICT-Unifesp)
Av. Cesare Monsueto Giulio Lattes – 12.247-014 – São José dos Campos – SP – Brasil

{geisse.rosane, gurjao.godoy, rccoelho, vapereira}@unifesp.br

Abstract. Introduction: Developing digital tools for therapeutic or educational approaches aimed at autistic individuals presents a challenge, as it requires adaptations that address the specific needs of this population. **Objective:** To present the development process of a platform featuring adaptable serious games that can be customized by professionals based on the support level and specific needs of each autistic individual. **Methodology:** Development was grounded in Jakob Nielsen's usability heuristics and findings from a systematic literature review (SLR). The interface design was guided by a Game Design Document (GDD), prototyped in Figma, and developed using JavaScript and ReactJS. **Results:** Development of the Minimum Viable Product (MVP) for the AutiLearn platform, based on 15 usability and accessibility recommendations identified through the SLR and Nielsen's heuristics. The results underscore the importance of applying inclusive design principles when creating serious games for autistic individuals and highlight the platform's potential as a tool to support skill development in educational and clinical settings.

Keywords: Autism, Game Design, User Experience, Serious Games, Health.

Resumo. Introdução: O desenvolvimento de ferramentas digitais voltadas para abordagens terapêuticas ou pedagógicas destinadas a pessoas autistas representa um desafio, pois exige adaptações capazes de atender às necessidades específicas desse público. **Objetivo:** Apresentar o processo de desenvolvimento de uma plataforma de jogos sérios adaptáveis, personalizável por profissionais conforme o nível de suporte e as necessidades específicas de cada autista. **Metodologia:** O desenvolvimento fundamentou-se nas heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen e nos achados de revisão sistemática da literatura (RSL). A interface foi guiada pelo Game Design Document (GDD), prototipada no Figma e desenvolvida em JavaScript, com ReactJS. **Resultados:** Desenvolvimento do mínimo produto viável (MVP) da plataforma AutiLearn, fundamentado em 15 recomendações de usabilidade e acessibilidade, identificadas na RSL e nas heurísticas de Nielsen. Os resultados reforçam a relevância do uso de princípios de design inclusivo na criação de jogos sérios para autistas e evidenciam o potencial da plataforma como ferramenta de apoio ao desenvolvimento de habilidades em contextos educacionais e clínicos.

Palavras-chave: Autismo, Game Design, Experiência do Usuário, Jogos Sérios, Saúde.

1. Introdução

O presente trabalho surgiu da motivação de apoiar estratégias para abordagens terapêuticas ou pedagógicas para autistas, apresenta o desenvolvimento de uma plataforma, o AutiLearn, produzido a fim de dar suporte para profissionais que trabalham com público TEA (Transtorno do Espectro Autista), em escolas ou espaços terapêuticos. A plataforma de minijogos, AutiLearn, comporta uma interface minimalista e personalizável, permitindo adaptar o conteúdo e a dificuldade ao nível de suporte do autista.

Plataformas personalizáveis permitem ao profissional versatilidade para introduzir conteúdos direcionados para o tratamento de temáticas específicas no trabalho individualizado e centrado no autista. Embora sejam encontrados diversos jogos e aplicativos para o público autista [Susanti et al. 2019, Pichiliani 2020, Pereira et al. 2020, Uema et al. 2020, Wagle 2021, Montes et al. 2021, Ramos-Aguiar e Álvarez-Rodríguez 2021, KIM 2022, El-Sattar 2023, Epifânio e Silva, 2023, Demoly et al. 2023, Chistol et al. 2023], ferramentas deste tipo — adaptáveis — não foram encontradas na literatura, indicando uma oportunidade para sua produção. Portanto, este estudo apresenta uma inovação nesse aspecto, configurando uma contribuição ao propor e implementar a plataforma, além de consolidar recomendações de design de experiência para a criação de futuros jogos sérios destinados a autistas.

2. Fundamentação teórica

A fundamentação teórica deste trabalho tem como propósito apresentar e discutir os principais conceitos e referenciais que sustentam o desenvolvimento da plataforma proposta, que são: Transtorno do Espectro Autista, Jogo Sério, *Game Design* e Interação Humano Computador (envolvendo as questões de design de experiência de usuário), conforme serão detalhados a seguir.

2.1. Transtorno do Espectro Autista (TEA)

O diagnóstico do TEA geralmente ocorre entre 2 e 3 anos de idade, sendo sua confirmação majoritariamente clínica, baseada na observação direta da criança, entrevistas familiares e utilização de instrumentos específicos. O TEA se manifesta por alterações físicas e funcionais no cérebro, o que implica dificuldades no progresso motor (coordenação, equilíbrio e motricidade fina), linguístico (atraso ou ausência de fala, dificuldades na compreensão, na comunicação funcional e na interação verbal), social e comportamental (déficits na interação social, rigidez de rotinas, comportamentos repetitivos e estereotipados, com um repertório restrito de interesses e atividades). A categorização do autismo é feita em três níveis, definidos pelo grau de suporte requerido pela pessoa: nível 1 (leve, exige apoio), nível 2 (moderado, exige apoio substancial) e nível 3 (elevado, exige apoio muito substancial). É essencial compreender os fatores precipitantes desses comportamentos para desenvolver estratégias de intervenção eficazes e individuais [SESA s.d., Sella e Ribeiro 2018, Silva 2023, Armenara et al. 2023, Araújo 2018, American Psychiatric Association 2014]. Para ter impacto real na melhoria das habilidades de autistas, é preciso considerar suas características clínicas e necessidades individuais [Araújo 2022]. Dentro deste contexto, está o ABA (*Applied Behavior Analysis*), um método terapêutico estruturado, focado em entender e modificar comportamentos por meio de reforço positivo. A Análise do Comportamento Aplicada ou *Applied Behavior Analysis* (ABA), tem como principal foco de estudo o

comportamento do indivíduo. O método busca tratar problemas comportamentais (estereótipos inadequados, resistência a mudanças e agressividade contra si mesmo ou contra os outros), por meio da análise de eventos ambientais que geram e mantêm determinados comportamentos, os quais são acompanhados e registrados por vários dias antes de iniciar o tratamento [Sella e Ribeiro 2018, Medeiros 2021, Martins e Camargo 2023]. Estudos apontam que autistas exibem habilidades evidentes para o uso de computadores e tablets, ainda que estas tecnologias não sejam customizadas para eles [Pichiliani 2020], esta inclinação abre oportunidade para produzir material especializado a este público, como jogos digitais.

2.2. Jogos Sérios

Para além dos jogos digitais de entretenimento, existem os “jogos sérios” [Dörner et al. 2016], uma categoria que engloba os jogos com propósitos específicos (saúde, educação, marketing, treinamento etc.), a qual se vale do engajamento proporcionado por esta atividade lúdica de interesse humano ancestral [Huizinga 2005].

O uso de jogos sérios, com o propósito de transmitir conhecimento e aprimorar o processo de ensino, é comumente utilizado para transmitir e reforçar conhecimentos e competências [Prensky 2001, Novak 2010], podendo ser utilizando técnicas e conteúdos persuasivos para transformar o comportamento social e pessoal do indivíduo [Iuppa et al. 2010]. A utilidade dos jogos digitais no ensino de autistas pode ser vista nos estudos de jogos — construídos especialmente para indivíduos autistas — como o Sr. Pizza, para o ensino de habilidades sociais, cognitivas e comunicativas, além de estimular a organização e o planejamento [Pereira et al. 2020], e EMOCASH, para o ensino do reconhecimento de moedas e emoções e do gerenciamento financeiro [El-Sattar 2023]. Jogos sérios e tecnologias digitais, com design pautados em diretrizes de acessibilidade focadas nas necessidades dos usuários, podem funcionar como ferramentas pedagógicas e terapêuticas eficazes para autistas.

2.3. Game Design

O *Game Design* é o processo de criar ideias, regras e conteúdo que compõem um jogo. Não se trata apenas da parte artística ou da programação, mas da concepção da experiência completa do jogador [Salen e Zimmerman 2012]. O designer de jogos é responsável por desenvolver a narrativa, os personagens, os ambientes, a jogabilidade (*gameplay*), o design dos níveis, a interface e o áudio [Schell 2019, Rabin 2011]. Um bom design de jogo consegue equilibrar todos esses elementos para proporcionar uma experiência consistente, justa e divertida, que deve ser documentada em um *Game Design Document* (GDD), ou Documento de Design de Jogo — um guia de referência para toda a equipe de desenvolvimento (designers, artistas, programadores etc.) [Rogers 2013]. Em paralelo, os bons jogos se preocupam com os requisitos de usabilidade, a fim de garantir uma boa experiência de usuário, devendo respeitar os conhecimentos difundidos pela área de Interação Humano-Computador (IHC).

2.4. Interação Humano-Computador (IHC) e Experiência do Usuário (UX)

A IHC é a área de estudo interessada na qualidade dos sistemas interativos e seu desenvolvimento na área da ciência da computação. O foco principal da IHC é o estudo da usabilidade, cujo objetivo é garantir que um sistema seja fácil de aprender e de memorizar, eficiente de usar, com baixa taxa de erros e que proporcione satisfação ao usuário [Rogers et al. 2013, Diniz et al. 2020, Geremias et al. 2022]. A Experiência do

Usuário (*User Experience*, ou UX) é o resultado direto de um bom trabalho de IHC, com foco em proporcionar a melhor experiência possível para quem utiliza o sistema — alcançado por meio de um design centrado no usuário, ao priorizar suas necessidades, tarefas e escolhas [Diniz et al. 2020, Geremias et al. 2022].

3. Aplicativos e jogos sérios para autistas: trabalhos relacionados.

Os avanços na tecnologia têm proporcionado uma oferta crescente de aplicativos e jogos sérios destinados a crianças e jovens autistas. Os jogos educativos, por serem capazes de impactar positivamente a aprendizagem — desenvolvendo habilidades e competências — apresentam potencial no processo de ensino, especialmente na educação de autistas [Uema et al. 2020]. Quando combinados a um planejamento pedagógico adequado, os recursos tecnológicos tornam-se uma ferramenta poderosa para engajar autistas em atividades educacionais, facilitando a aprendizagem [Santos et al. 2016]. Na literatura foram encontrados jogos que trabalham diferentes temáticas com o público autista e suas necessidades específicas, proporcionando habilidades fundamentais, como, o aprendizado da geometria por meio de aplicativo gamificado [Silva et al. 2022, Silva 2023], o reconhecimento de moedas e emoções, o EMOCASH [El-Sattar 2023]; a música e musicalidade, o Rock You Music [Rocha 2023]; as habilidades de pareamento, reconhecimento de formas geométricas, tamanho, identificação de animais e cores, ArrasTE-A [Siedler et al. 2022]; habilidades sociais, interação e memorização, Sr. Pizza [Pereira et al. 2020]; o ensino de habilidades emocionais, Michelzinho [Dantas et al. 2019]; realização de atividades da vida diária, iGO [Junior 2024]; e a aprendizagem, comunicação, autonomia e independência, Strong [Honorato et al. 2021]. Contudo, não há estudos direcionados ao desenvolvimento de uma plataforma adaptada especificamente para autistas, que permita que os educadores transformem conteúdos pedagógicos em jogos sérios.

4. Metodologia

A questão que norteou o desenvolvimento deste projeto foi: Como uma plataforma para a produção de jogos educativos autorais pode ser desenvolvida para auxiliar profissionais no atendimento às necessidades específicas de autistas? Para atingir este objetivo seguiram-se as seguintes etapas: 1) Pesquisa bibliográfica e exploratória, envolvendo a revisão bibliográfica, com o desenvolvimento da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) — para identificar recomendações de design, usabilidade e acessibilidade para jogos sérios destinados a autistas. Foram analisados artigos das bases Google Acadêmico, IEEE Xplore, SciELO, ScienceDirect e Scopus — e o trabalho de campo na APAE; 2) Desenvolvimento da plataforma, iniciando pela criação do *Game Design Document*, seguindo com a checagem de usabilidade (com base nas 10 Heurísticas de Nielsen e nas recomendações de usabilidade encontradas na RSL e do guia GAIA [Pichiliani 2020], além da prototipação e da programação da plataforma. A pesquisa complementar, com a avaliação de usuários e da qual este trabalho é parte, já conta com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 84826724.9.0000.5505).

A plataforma foi criada para o ambiente *web*, de modo que permaneça acessível e gratuito para todos, programada em JavaScript, em conjunto com o *framework* React.js, Typescript e CSS. O projeto é fundamentado em teorias como as Heurísticas de Nielsen, *game design* e a psicologia comportamental ABA (Análise do Comportamento Aplicada), além dos fundamentos e padrões de acessibilidade. O desenvolvimento contou com uma equipe multidisciplinar composta por profissionais da Computação, Design, Educação e

Saúde, que contribuíram na definição dos requisitos funcionais, validação das recomendações identificadas na literatura e revisão das funcionalidades propostas. A plataforma pretende abranger uma série de minijogos (tais como força, caça-palavras e jogo dos sete erros). Contudo, este primeiro protótipo contempla exclusivamente a implementação do jogo de quebra-cabeças. A seguir, serão apresentados os resultados deste trabalho e o desenvolvimento da plataforma AutoLearn, que absorveu conceitos da RSL, heurísticas de Nielsen e do guia GAIA [Pichiliani 2020].

5. Resultados e discussões

As recomendações identificadas na RSL convergem com princípios consolidados de IHC e design inclusivo, reforçando que a personalização da interface, a redução da carga cognitiva e a adaptação dos estímulos constituem elementos recorrentes na literatura para o desenvolvimento de tecnologias voltadas ao público autista. Interfaces simples, previsíveis e personalizáveis reduzem a sobrecarga cognitiva e favorecem a compreensão das atividades propostas nas salas de aula ou consultórios. A incorporação dessas recomendações (conforme o Quadro 1) fundamentou a estruturação do AutoLearn, uma plataforma concebida para atender a essas necessidades.

Quadro 1. Checklist de Usabilidade para Criação de Jogos Sérios para Autistas

Item	Recomendações	Como a plataforma atende
1	Uso de cores acessíveis	Paleta variada, com contraste alto e fundo claro, respeitando preferências individuais; cores não são o único recurso para transmitir informações.
2	Linguagem clara	Adota linguagem simples, sem jargões ou metáforas; textos curtos, listas e títulos.
3	Interface consistente	Interface intuitiva, com ícones e elementos do cotidiano; mantém consistência em cores, botões e menus; organização linear de objetos.
4	Personalização da experiência	Permite configurar temas, sons, dificuldade do jogo e disposição dos elementos; adapta nível das atividades conforme o perfil do usuário.
5	Ambiente focado	Ambiente limpo, com poucos elementos visuais; uso de espaços em branco e indicadores de localização.
6	Assistência e <i>feedback</i> positivo	Oferece instruções claras, tutoriais, <i>feedback</i> visual e sonoro; evita mensagens negativas; permite desfazer ações e possui reforços positivos.
7	Representações redundantes	Informações disponíveis em texto, áudio e imagens; com determinados ícones acompanhados de texto.
8	Sons controlados e agradáveis	Sons suaves e customizáveis (<i>mute</i> /volume); utiliza música de fundo leve e <i>feedback</i> sonoro positivo ao concluir tarefas.
9	Tentativas limitadas	O limite de tentativas antes de exibir a resposta correta é definido pelo aplicador, para que seja conforme o perfil do usuário autista, mantendo equilíbrio entre desafio e aprendizagem.
10	Áreas de clique acessíveis	Botões grandes, bem espaçados e responsivos ao toque; interação baseada em toques simples.
11	Controle de tempo pelo usuário	Usuário controla o tempo das atividades; não há expiração ou redirecionamentos automáticos.
12	Monitoramento e avaliação	Oferece relatórios de progresso para pais e profissionais, para que possam avaliar o desempenho antes e depois das atividades.
13	Objetivos claros	Atividades com metas claras, alinhadas a contextos reais e divididas em pequenos objetivos para facilitar o aprendizado.

14	Personagens mediadores	Utiliza personagens-guia que funcionam como instrutores, motivadores ou companheiros, facilitando a compreensão e engajamento.
15	Co-design participativo	Plataforma desenvolvida com participação de profissionais de computação, da saúde e educação, que trabalham com autistas, para garantir relevância e boa usabilidade.

Os elementos acima indicam que aspectos como ambientes focados, com poucos elementos visuais, uso adequado de cores, representações redundantes, assistência durante a interação e controle do nível de estímulos sensoriais são fatores essenciais para a construção de experiências digitais acessíveis e eficazes para esse público [Susanti et al. 2019, Pichiliani 2020, Pereira et al. 2020, Uema et al. 2020, Wagle 2021, Montes et al. 2021, Ramos-Aguiar e Álvarez-Rodríguez 2021, Epifânio e Silva 2023, Demoly et al. 2023, Chistol et al. 2023]. Entre os aspectos mais enfatizados, destaca-se a necessidade de reduzir estímulos visuais excessivos e evitar elementos que possam distrair ou comprometer a atenção do usuário — reforçando a importância de interfaces minimalistas, com poucos elementos simultâneos na tela, uso estratégico de espaços em branco e organização clara das informações [Pichiliani 2020, Wagle 2021, Epifânio e Silva 2023]. A personalização da experiência do usuário também aparece como uma recomendação, com a possibilidade de ajustar elementos da interface — como nível de dificuldade, sons e organização dos componentes na tela — a fim de adaptar o sistema às preferências individuais [Pereira et al. 2020, Pichiliani 2020, Montes et al. 2021, Wagle 2021, Demoly et al. 2023, Epifânio e Silva 2023]. Outro aspecto discutido nos estudos refere-se à importância do *feedback* — fornecer respostas claras e imediatas às ações realizadas — durante a interação do jogador, para orientar o comportamento e reduzir possíveis frustrações [Susanti et al. 2019, Pichiliani 2020, Pereira et al. 2020, Uema et al. 2020, Montes et al. 2021, Wagle 2021, Epifânio e Silva 2023]. O uso de personagens mediadores também aparece como uma forma de dar *feedback* ao usuário, além de servirem como instrutores, motivadores e meios de facilitar o engajamento dentro da plataforma [KIM 2022, El-Sattar 2023, Epifânio e Silva 2023].

Nesse contexto, a análise dos resultados direcionou o processo de concepção e desenvolvimento da plataforma, no qual as recomendações identificadas foram incorporadas como diretrizes de design e usabilidade, influenciando na estrutura da interface (cores utilizadas, disposição dos componentes e *feedbacks* apresentados ao usuário) e nas interações dentro da plataforma (animações do personagem, sons utilizados, elementos personalizáveis etc.). As heurísticas de Nielsen também foram incorporadas na concepção da AutoLearn, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Checklist Heurísticas de Nielsen

Item	Heurísticas de Nielsen	Como a plataforma atende
1	Visibilidade do status do sistema	O sistema mostra indicadores de progresso e <i>feedback</i> imediato após cada ação.
2	Correspondência entre o sistema e o mundo real	Ícones, símbolos e jogos usam elementos familiares ao cotidiano da criança/autista.
3	Controle e liberdade do usuário	O usuário pode voltar etapas, reiniciar atividades e desfazer ações sem ter prejuízos.
4	Consistência e padrões	Mesmos comandos produzem mesmos resultados; menus e botões seguem o mesmo padrão visual em toda a plataforma.
5	Prevenção de erros	O sistema reduz risco de cliques acidentais e dá instruções claras antes de ações críticas.

6	Reconhecimento em vez de lembrar	O sistema mostra opções visíveis sem exigir que o usuário memorize comandos.
7	Flexibilidade e eficiência de uso	Possibilidade de personalizar os jogos e sua complexidade conforme perfil do usuário.
8	Design estético e minimalista	Interfaces limpas, sem distrações visuais ou sons excessivos, com foco na tarefa principal.
9	Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	Mensagens claras e compreensíveis indicam o erro e sugerem solução.
10	Ajuda e documentação	Orientações simples e acessíveis estão disponíveis em cada jogo, com exemplos visuais.

A AutiLearn foi desenvolvida com recursos de personalização que permitem adaptar a apresentação das informações e a complexidade das atividades às necessidades do jogador, além de oferecer mensagens de orientação, reforço positivo e um personagem mediador para promover motivação e engajamento. A plataforma também oferece recursos para os profissionais poderem monitorar e acompanhar os resultados dos jogadores, funcionalidade enfatizada nos estudos analisados [Montes et al. 2021, El-Sattar 2023, Epifânio e Silva 2023, Chistol et al. 2023], conforme a Figura 6.

Com base nas recomendações de usabilidade, foram definidas 10 recomendações para criar atividades em formato de jogo para autistas, apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Recomendações para criação de atividades destinadas a autistas

Item	Categoria	Recomendação
1	Objetivos claros	Defina objetivos e metas centradas no usuário, ao seu perfil e cotidiano.
2	Uso de cores acessíveis	Priorize cores claras e contrastantes, preferidas pelo usuário.
3	Linguagem clara	Use linguagem visual e textual simples, clara e com símbolos familiares, evitando jargões, metáforas e ambiguidades.
4	Interface consistente	Utilize elementos reconhecíveis e cotidianos.
5	Ambiente focado	Foque na tarefa e evite distrações que possam sobrecarregar o usuário.
6	Assistência e <i>feedback</i> positivo	Ofereça instruções claras e suporte contínuo, com reforços positivos e sem <i>feedbacks</i> negativos em caso de erro.
7	Tentativas limitadas	Permita tentativas antes de mostrar a resposta correta.
8	Controle de tempo pelo usuário	Permita que o usuário gerencie o tempo da atividade.
9	Monitoramento e avaliação	Monitore e avalie o progresso do usuário com <i>feedbacks</i> .
10	Personagens mediadores	Inclua imagens de personagens preferidos do usuário para facilitar o aprendizado e promover empatia.

Observa-se que a literatura analisada não apresentou apenas princípios de acessibilidade, mas também forneceu recomendações para o desenvolvimento de ferramentas e conteúdos educacionais voltados a autistas. Entretanto, a maioria dos estudos se concentra em recomendações de design ou avaliação de jogos específicos, havendo ainda espaço para pesquisas que integrem essas diretrizes em plataformas estruturadas e adaptáveis, conforme proposto pela AutiLearn. Diferentemente das soluções desenvolvidas para objetivos educacionais específicos (como EMOCASH, Sr. Pizza, ArrasTE-A e Rock You Music), o AutiLearn é uma plataforma aberta para a criação de atividades personalizadas pelos próprios profissionais, possibilitando a inserção de imagens para trabalhar diferentes habilidades e cenários (como a imagem de um abraço para trabalhar habilidades sociais, ou expressões faciais para trabalhar emoções). Essa característica amplia sua flexibilidade de aplicação em diferentes

contextos terapêuticos e educacionais, reduzindo a necessidade de desenvolvimento de novos jogos para cada objetivo pedagógico.

5.1. Apresentação da plataforma AutiLearn

A plataforma possui interface responsiva e está hospedada na Vercel, disponível em: <https://autilearn.vercel.app/>. Recomenda-se o acesso por computador, entretanto, também é possível acessar pelo celular ou tablet, na horizontal e em tela cheia. A tela inicial pode ser vista na Figura 1.



Figura 1. Tela inicial

A plataforma conta com um personagem mediador, o Auti, um guaxinim animado que tem como objetivo interagir, incentivar e dar *feedbacks* visuais ao jogador por meio de suas animações: (1) parado na tela inicial; (2) em dúvida, quando o jogador para de interagir com a plataforma; (3) acenando na tela inicial; (4) sorrindo; (5) alerta com uma exclamação, quando o jogador erra o local da peça e (6) apaixonado, quando a peça é encaixada no local correto. As variações de animações estão presentes na Figura 2.



Figura 2. Variações do personagem

Para auxiliar o profissional no uso da plataforma, são disponibilizados três temas pré-configurados (Escola, Alimentação e Higiene), prontos para uso. Durante a jogabilidade, é possível exibir o cronômetro e a imagem de referência permanece ao fundo. Além disso, as peças conectam-se automaticamente ao se aproximarem da posição correta, facilitando o encaixe (Figura 3).



Figura 3. Preparação do jogo

A plataforma também permite pausar o jogo, reiniciar e voltar ao menu, além de possuir uma comemoração (com *feedback* estético e sonoro) quando o usuário finaliza o quebra-cabeça, conforme a Figura 4.

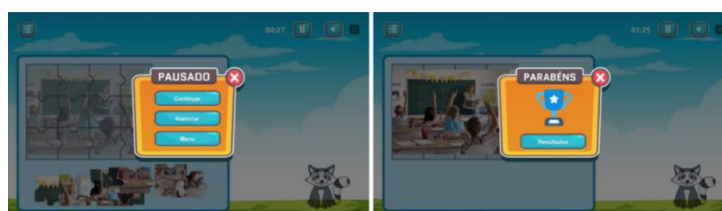


Figura 4. Interações dentro do jogo

Ao criar os próprios temas, é disponibilizada ao usuário uma galeria com nove imagens — que não podem ser apagadas — para que os profissionais possam utilizá-las de imediato. Além disso, é possível inserir imagens do próprio computador (em “Adicionar Foto”), para que a imagem fique disponível na galeria e possa ser utilizada (Figura 5).



Figura 5. Meus jogos e novo jogo

A plataforma também apresenta as telas de Resultados (com as pontuações dos jogos em ordem do mais recente ao mais antigo), Tutoriais (com orientações de uso, criação e aplicação de atividades em autistas), e Créditos, conforme a Figura 6.



Figura 6. Resultados, tutoriais e créditos

Por fim, os sons foram escolhidos conforme as recomendações da literatura, utilizando instrumentos e melodias suaves. A plataforma também conta com uma trilha sonora temática produzida especialmente para ela.

Sendo assim, os resultados reforçam a importância da aplicação de princípios de design inclusivo, usabilidade e acessibilidade no desenvolvimento de jogos sérios para autistas. A incorporação dessas recomendações no AutiLearn resultou em uma plataforma

personalizável, fundamentada na literatura e em princípios de IHC, que favorece a adaptação das atividades às necessidades individuais e contribui para o desenvolvimento de tecnologias inclusivas para esse público.

6. Considerações finais

O trabalho com crianças autistas em sala de aula ou no ambiente clínico apresenta diversos desafios. Crianças com TEA frequentemente apresentam dificuldades de aprendizado ou de adaptação social, devido às suas características comportamentais e psicológicas. Para desenvolver essas habilidades e evitar que essas crianças sejam excluídas do ambiente social, profissionais de saúde ou educação precisam utilizar metodologias e ferramentas diferentes das que seriam utilizadas com crianças neurotípicas. Embora atualmente essas ferramentas estejam sendo desenvolvidas, ainda há escassez de ferramentas personalizadas para as dificuldades individuais que precisam ser trabalhadas com precisão.

Visando auxiliar na resolução deste problema, este trabalho propôs o desenvolvimento de uma plataforma adaptável para criação de jogos educativos, personalizáveis por profissionais, conforme o contexto e as necessidades de cada autista. A revisão sistemática da literatura permitiu identificar recomendações para o desenvolvimento de ferramentas digitais e jogos educacionais para crianças com TEA. Organizadas em quadros, essas recomendações também poderão orientar outros profissionais em suas pesquisas e no desenvolvimento de plataformas semelhantes.

Trata-se de uma plataforma preliminar que já oferece um jogo completo de quebra-cabeça, com personalização de temas, nível de dificuldade, exibição da contagem de tempo e ativação de som, disponível para computadores e dispositivos móveis. Como continuidade desta pesquisa, será realizada uma avaliação da usabilidade e da percepção de utilidade da plataforma com o público-alvo, já com aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa, como parte adicional do trabalho de mestrado do qual a produção desta plataforma é parte. Em seguida, os resultados serão analisados estatisticamente para identificar limitações, oportunidades de melhoria e evidências sobre sua aplicabilidade prática.

Este trabalho buscou identificar os aspectos relevantes para o design inclusivo voltado a autistas e incorporá-los ao desenvolvimento de uma ferramenta. Os resultados obtidos até o presente momento indicam que a plataforma apresenta potencial para apoiar profissionais na criação de atividades adaptadas às necessidades individuais de autistas. Entretanto, a efetividade da solução deverá ser confirmada nas próximas etapas da pesquisa, por meio de estudos de avaliação junto ao público-alvo.

7. Referências

- American Psychiatric Association. (2014), Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5, 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Araújo, G. S. (2018) “Educação e transtorno do espectro autista: protocolo para criação/adaptação de jogos digitais”, Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.
- Araújo, G. S. (2022) “O desenvolvimento de funções executivas de crianças e jovens com autismo a partir dos jogos digitais: uma revisão sistemática”, Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.

- Armenara, V. A., Stringhini, D. e Kunkel, M. E. (2023), *Transtorno do Espectro Autista (TEA): Manual para o professor de ensino superior*, São Paulo: Editora Dialética.
- Chistol, M., Turcu, C. e Danubianu, M. (2023) “Autism Assistant: A Platform for Autism Home-Based Therapeutic Intervention”, *IEEE Access*, v. 11, p. 94188-94204.
- Dantas, A. C., Melo, S. L., Neves, L. A. e Milessi, T. P., Nascimento, M. Z (2019) “Michelzinho: Jogo sério para o ensino de habilidades emocionais em pessoas com autismo ou deficiência intelectual”, In: *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie)*, p. 644.
- Demoly, K. R. A., Henrique, J. R., Rodrigues, R. A., Pereira, Y. V., Pereira, L. D. C. e Chagas, M. F. L. (2023) “Attention to Self and to Others in the Experience of Autistic Children with the Aventura Espacial Game”, *SciELO Preprints*.
- Diniz, L. M. F., Pereira, M. V., Paula, L. D. J., e Silva, E. C. M. (2020) “Aprendizado Baseado em Projetos em IHC (presencial e remoto): prototipação segundo as heurísticas de Nielsen”, In: *Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC)*, SBC, p. 13-18.
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W. e Wiemeyer, J. (2016), *Serious games*, Cham: Springer.
- EL-SATTAR, H. K. H. A. (2023) “EMOCASH: An Intelligent Virtual-Agent Based Multiplayer Online Serious Game for Promoting Money and Emotion Recognition Skills in Egyptian Children with Autism”, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 14, n. 4.
- Epifânio, J. C. e Silva, L. F. (2023) “Embracing Applied Behavior Analysis on a Serious Game Design Document Model”, *IEEE Access*, v. 11, p. 72070-72087.
- Geremias, M. S., Serpa, P. H., Froehner, I. S. e Gasparini, I. (2022) “Desvendando as Heurísticas de Nielsen: Um Jogo Educacional como ferramenta para o ensino em IHC”, In: *Workshop sobre Educação em IHC (WEIHC)*, SBC, p. 1-6.
- Honorato, N., Santos, A. J., Delabrida, S., Freitas, A. R. R. e Oliveira, W. (2021) “Strong: Desenvolvimento e avaliação de um jogo para auxiliar no tratamento do espectro do autismo”, In: *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, SBC, p. 582-591.
- Huizinga, J. (2005), *Homo Ludens*, São Paulo: Perspectiva.
- Iuppa, N., Simpson, C. e Borst, T. (2010), *End-to-end game development: creating independent serious games and simulations from start to finish*, Elsevier.
- Junior, A. A. S. (2024) “iGO: Um Aplicativo Gamificado para Auxiliar Crianças com Transtorno do Espectro Autista na realização de Atividades de Vida Diária”, *Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação, Instituto Federal da Paraíba. João Pessoa*.
- KIM, B. (2022) “Using Selective Simulation to Create Digital Therapeutics for Educating Social Skills to Children with High-Functioning Autism Spectrum Disorder: Education and Healthcare Game Design Approach by Creating Therapeutic Game Module for Social Behavior Transformation of High-Functioning Autism Spectrum Disorder Children”, *IEEE Games Entertainment Media Conference (GEM)*, IEEE, p. 1-4.

- Martins, J. S. e Camargo, S. P. H. (2023) “A adaptação de crianças com autismo na pré-escola: estratégias fundamentadas na Análise do Comportamento Aplicada”, *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 104.
- Medeiros, D. S. (2021) “As contribuições da Análise do Comportamento (ABA) para a aprendizagem de pessoas com autismo: Uma revisão da literatura”, *Revista Estudos IAT*, v. 6, n. 1.
- Montes, C. P. G., Fuentes, A. R. e Cara, M. J. C (2021) “Apps for people with autism: Assessment, classification and ranking of the best”, *Technology in Society*, v. 64, p. 101474.
- Pereira, L. G., França, M. S., Piccoli, V. H., Rodrigues, W. T. e Eliseo, M. A (2020) “Mr. pizza: An educational game for inclusion of children with autism spectrum disorder”, *CEUR Workshop*, p. 256-265.
- Pichiliani, T. C. P. B. (2020), GAIA: um guia de recomendações sobre design digital inclusivo para pessoas com autismo, 1. ed. Curitiba: Appris.
- Prensky, Marc (2001), *Digital game-based learning*, McGraw-Hill.
- Rabin, Steve (2011), *Introdução ao desenvolvimento de games*, São Paulo: Cengage Learning.
- Ramos-Aguiar, L. R. e Álvarez-Rodríguez, F. J. (2021) “Teaching emotions in children with autism spectrum disorder through a computer program with tangible interfaces”, *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, v. 16, n. 4, p. 365-371.
- Rocha, A. M. P. (2023) “Rock You Music: jogo musical sério para crianças autistas”, Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal do Ceará. Sobral.
- Rogers, S. (2013), *Level Up: um guia para o design de grandes jogos*, São Paulo: Blucher.
- Rogers, Y., Sharp, H. e Preece, J. (2013), *Design de interação*, Porto Alegre: Bookman.
- Salen, K. e Zimmerman, E. (2012), *Regras do Jogo: fundamentos do design de jogos: principais conceitos*, Vol. 1. São Paulo: Blucher.
- Santos, L. R., Saraiva, M. M. e André, B. P. (2016) “É jogando que se aprende: O uso de jogos educativos digitais e a aprendizagem de crianças autistas”, In: *XII Congresso Latinoamericano de Humanidades*, p. 1-10.
- Sella, A. C. e Ribeiro, D. M. (2018), *Análise do Comportamento Aplicada ao Transtorno do Espectro Autista*, Curitiba: Appris.
- Sesa; Ministério da Saúde. (?) “Transtorno do Espectro Autista (TEA)”, <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Transtorno-do-Espectro-Autista-TEA#:~:text=Dificuldade%20para%20interagir%20socialmente%2C%20como,inicia r%20e%20manter%20um%20di%C3%A1logo,Abril>.
- Schell, J. (2019), *The art of game design*, New York: CRC Press.
- Siedler, M. S., Cardoso, R. C., Krebs, J. M. S. e Tavares, T. A. (2022) “ArrasTE-A: Desenvolvendo habilidades em crianças autistas através de um jogo digital”, In: *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, SBC, p. 1412-1421.

- Silva, F. (2023) “Aplicativo educacional para autistas baseado em gamificação”. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) – Departamento de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo. São José dos Campos.
- Silva, F., Godoy, C. e Coelho, R. (2022) “O papel da gamificação no desenvolvimento das habilidades cognitivas e na aprendizagem de estudantes: Revisão sistemática da literatura”, *RENOTE*, v. 20, n. 1, p. 122-131, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.126615>.
- Susanti, F., Junaedi, D. e Effendy, V. (2019) “Communication learning user interface model for children with autism with the goal-directed design method”, *7th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, *IEEE*, p. 1-6.
- Uema, J. T. S., Oliveira, F. L., Silva, L. R., Toda, A. M. e Isotani, S. (2020) “The impact of serious games on the learning of students with Autism Spectrum Disorder”, *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola, SBC*, p. 459-468.
- Wagle, S., Ghosh, A., Karthic, P., Ghosh, A., Pervaiz, T., Kapoor, R., Patil, K. e Gupta, N. (2021) “Development and testing of a game-based digital intervention for working memory training in autism spectrum disorder”, *Scientific reports*, v. 11, n. 1, p. 13800.