

Conectar

Aplicativo Assistivo para Crianças com TEA com IA, CAA, Rotinas e Jogos Educativos

Klenilmar Lopes Dias
Instituto Federal do Amapá
Macapá, Amapá, Brasil
klenilmar.dias@ifap.edu.br

Abymael Rennare Amaral
dos Santos
Instituto Federal do Amapá
Macapá, Amapá, Brasil
rennare091@gmail.com

Felipe Vilhena Dias
Pontifícia Universidade Católica
de Minas Gerais
Belo Horizonte, Minas Gerais,
Brasil
felipevidias@gmail.com

Eonay Barbosa Gurjão
Instituto Federal do Amapá
Macapá, Amapá, Brasil
eonay.gurjao@ifap.edu.br

Klessis Lopes Dias
Instituto Federal do Amapá
Macapá, Amapá, Brasil
klessis@ifap.edu.br

ABSTRACT

This paper presents *Conectar*, a mobile application designed to support children with Autism Spectrum Disorder (ASD) through Alternative and Augmentative Communication (AAC), adaptive learning resources, and AI-based assistive tools. Integrating principles from Psychology, Design, and Technology, the system aims to personalize communication, structure daily routines, and support cognitive and socio-emotional development. Developed in Kotlin using the Model–View–ViewModel (MVVM) architecture, with Room, Firebase, and TensorFlow Lite, the application was guided by Exploratory Research and the Incremental Development Model. *Conectar* includes predefined and customizable communication categories, a routine and alarm management system, four educational games, an AI-powered drawing module for letter and number recognition, and a music player for sensory regulation. The proposed solution highlights the potential of mobile assistive technologies to enhance autonomy, communication, and learning experiences for neurodivergent children.

KEYWORDS

Autism Spectrum Disorder, Augmentative and Alternative Communication, Assistive Technology, Artificial Intelligence, Inclusive Education, Mobile Applications

1 Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por desafios persistentes na comunicação e interação social, bem como por padrões restritos e repetitivos de comportamento, associados a necessidades educacionais específicas, conforme definido pelo Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) [1]. Trata-se de um espectro heterogêneo, cuja variabilidade de manifestações cognitivas, sensoriais e comunicativas demanda abordagens pedagógicas individualizadas e sensíveis às particularidades de

cada criança. Estimativas recentes da Organização Mundial da Saúde indicam que aproximadamente uma em cada 100 crianças apresenta TEA [2], enquanto projeções nacionais apontam para mais de 2 milhões de pessoas diagnosticadas no Brasil [3]. Esse cenário reforça a urgência de práticas educacionais inclusivas e do desenvolvimento de tecnologias que promovam equidade, acessibilidade e participação ativa nos processos de aprendizagem.

Diante desse contexto, no âmbito das políticas educacionais brasileiras, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [4] destaca a importância do uso de tecnologias digitais como recursos para ampliar a autonomia dos estudantes e favorecer aprendizagens significativas, desde que utilizadas de forma ética, responsável e inclusiva. Nesse contexto, tecnologias digitais e sistemas baseados em Inteligência Artificial (IA) [5] emergem como ferramentas estratégicas para a personalização do ensino, a modulação de estímulos, o acompanhamento contínuo do desenvolvimento educacional e a mediação de interações sociais [6].

Entre essas abordagens, a Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) assume papel central ao ampliar as possibilidades expressivas de crianças não verbais ou com limitações na comunicação oral, especialmente quando integrada a interfaces visuais, recursos auditivos e algoritmos adaptativos capazes de ajustar conteúdos às necessidades individuais [7–9]. Quando incorporadas a ambientes educacionais inclusivos, essas tecnologias contribuem para a redução de barreiras comunicativas, promovem maior autonomia funcional e favorecem o bem-estar socioemocional de crianças com TEA [10].

Diante desse panorama, este artigo apresenta o *Conectar*, um aplicativo educacional desenvolvido para a plataforma Android que integra recursos de Inteligência Artificial [5], Comunicação Alternativa e Aumentativa [7-9] e elementos de gamificação [11]. A proposta fundamenta-se na articulação de três pilares conceituais — Psicologia, Design e Tecnologia — que orientam tanto a concepção quanto a implementação da aplicação. A Psicologia subsidia a compreensão dos processos cognitivos, emocionais e sensoriais associados ao TEA [1,12], permitindo a

definição de estratégias pedagógicas adequadas. O Design contribui para o desenvolvimento de interfaces acessíveis, intuitivas e sensorialmente equilibradas, reduzindo a sobrecarga cognitiva e favorecendo o engajamento [13]. A Tecnologia viabiliza a integração de IA, bancos de dados, síntese de voz e módulos interativos, ampliando o repertório comunicativo e os processos de autorregulação.

Dessa forma, o Conectar configura-se como uma solução educacional aplicada, inclusiva e responsiva, alinhada às demandas contemporâneas de acessibilidade, personalização e promoção do desenvolvimento integral de crianças neurodivergentes. O público-alvo direto do app são crianças com TEA em fase inicial de desenvolvimento comunicativo, enquanto responsáveis, educadores e terapeutas atuam como usuários mediadores, responsáveis pela configuração de rotinas, personalização de categorias e acompanhamento do progresso.

2 Desenvolvimento

Este estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada e descritiva, orientada à construção de uma tecnologia assistiva digital [14-16]. As decisões de concepção do sistema foram orientadas por diretrizes pedagógicas e terapêuticas presentes na literatura sobre TEA, CAA e design acessível, considerando práticas adotadas por educadores, terapeutas e familiares no apoio à comunicação. O desenvolvimento do aplicativo combinou duas abordagens metodológicas complementares: Pesquisa Exploratória (PE) [17], utilizada para identificar necessidades pedagógicas, comunicativas e sensoriais de crianças com TEA; e o Modelo Incremental (MI) [18-21], adotado como estratégia de desenvolvimento para permitir ciclos contínuos de prototipação, avaliação e refinamento.

Na etapa inicial, foram analisadas publicações recentes (2017–2025) sobre TEA, Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA), tecnologias pedagógicas, usabilidade infantil e IA aplicada à educação, localizadas em bases de acesso aberto como Google Scholar, SciELO e ETD.

A busca utilizou termos relacionados à comunicação assistiva, acessibilidade digital, aprendizagem personalizada e IA em contextos educativos. 24 estudos foram analisados integralmente, dos quais 15 forneceram suporte teórico e metodológico consistente para a definição das funcionalidades, das diretrizes de design e das decisões de implementação do Conectar, organizados e descritos nas quatro áreas estruturantes da Pesquisa Exploratória.

2.1 Pesquisa Exploratória

A pesquisa exploratória identificou quatro áreas estruturantes para o design e a funcionalidade do aplicativo:

- Ferramentas Pedagógicas Adaptativas, que orientaram o uso de recursos multimodais e estratégias de scaffolding (suporte pedagógico gradual que auxilia a criança na construção progressiva da aprendizagem) [22].

- Habilidades Sociais, incluindo estímulos à interação, reconhecimento emocional e práticas que favoreçam autonomia comunicativa [23-27].
- Comunicação Alternativa, fundamentando a estrutura de categorias, vocabulário funcional e uso de síntese de voz [28-32].
- Terapias apoiadas por IA, destacando o potencial de técnicas de reconhecimento de padrões para ampliar engajamento, feedback e personalização [33-36].

Considera-se que o uso do app ocorre preferencialmente com mediação inicial de professores, terapeutas ou familiares, especialmente para crianças em níveis iniciais de comunicação, garantindo orientação nas primeiras interações e progressiva autonomia no uso das funcionalidades.

Com base nesses referenciais teóricos, definiu-se uma paleta de cores orientada por estudos de psicologia das cores, processamento sensorial e design centrado no usuário, priorizando tons de azul, laranja e amarelo por favorecerem engajamento visual, redução da ansiedade e maior estabilidade sensorial em ambientes educacionais digitais voltados a crianças com TEA [37-40].

A partir desse conjunto de evidências — incluindo as diretrizes para composição visual e estabilidade sensorial definidas pela paleta de cores — foi elaborado um wireframe que estruturou o fluxo principal das interações, priorizando simplicidade, previsibilidade, hierarquia clara de informações e aderência às diretrizes de acessibilidade infantil. A Figura 1 apresenta o wireframe do aplicativo, ilustrando a organização das telas, os fluxos de navegação e as principais interações previstas no design da aplicação. O protótipo incluiu estruturas de categorias, subcategorias, rotinas e etapas de personalização, fornecendo base para a migração posterior a um ambiente de desenvolvimento completo.

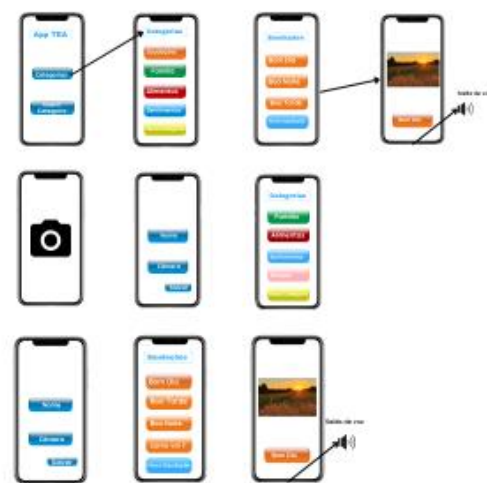


Figura 1: Wireframe do Aplicativo

2.2 Modelo Incremental

O Modelo Incremental foi adotado para permitir ciclos sucessivos de entrega, avaliação e aperfeiçoamento, conforme recomendado em metodologias ágeis aplicadas ao contexto educacional [18]. A primeira versão funcional foi construída no MIT App Inventor, ambiente visual amplamente utilizado em pesquisas de prototipação educativa, possibilitando testar a lógica das telas e os princípios de UX (User Experience – experiência do usuário) e UI (User Interface – interface do usuário), conforme ilustrado na Figura 2.



Figura 2: Primeiras telas no MIT App Inventor

No entanto, limitações relacionadas à construção de interfaces mais complexas, à manipulação avançada de mídias e à integração de módulos de Inteligência Artificial motivaram a migração para o Android Studio, ambiente de desenvolvimento integrado oficialmente recomendado para aplicações Android [41]. Essa transição possibilitou maior controle sobre a arquitetura do aplicativo, a adoção do padrão Model-View-ViewModel (MVVM) [42], o uso de Application Programming Interfaces (APIs) avançadas, a implementação de estratégias offline-first por meio do Room Persistence Library [43] e a integração eficiente de modelos de Inteligência Artificial embarcados utilizando o TensorFlow Lite, amplamente empregado em aplicações móveis com restrições de recursos computacionais [44-45].

Durante as primeiras etapas da prototipação, algumas telas experimentais consideraram diferentes perfis de uso. Contudo, nas versões posteriores optou-se por não utilizar classificação de graus de autismo, alinhando o sistema às recomendações clínicas atuais da International Classification of Diseases, 11th Revision (CID-11) [46].

A navegação final do aplicativo foi estruturada por meio de uma Bottom Navigation composta por cinco abas principais: Home (categorias e rotinas), Artificial Intelligence (ferramentas inteligentes), Add (criação de categorias personalizadas), Skills (jogos educativos) e Settings (perfil, progresso e configurações). Essa organização favorece acesso direto às funcionalidades essenciais, reduz a carga cognitiva, aumenta a previsibilidade das interações e promove maior autonomia no uso por crianças neurodivergentes, em conformidade com princípios de design centrado no usuário e usabilidade para públicos sensíveis. A

Figura 3 ilustra a tela principal do aplicativo, evidenciando a estrutura de navegação adotada.

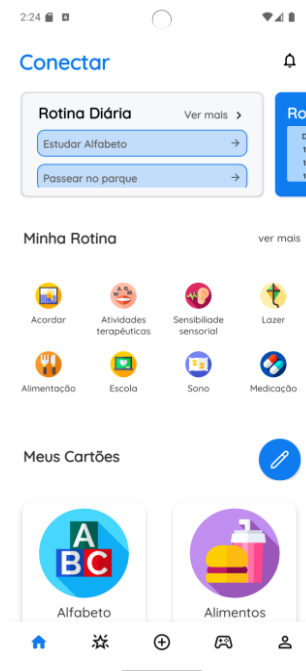


Figura 3: Tela com navegação Bottom Navigation e acesso às rotinas, categorias e funções principais

2.3 Sistema de Comunicação Alternativa

O sistema de Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) foi concebido para ampliar as possibilidades expressivas de crianças com dificuldades de comunicação verbal, apoiando a manifestação de necessidades, emoções e interações sociais por meio de recursos visuais, auditivos e multimodais. Em consonância com as decisões de design e navegação previamente descritas, o sistema organiza-se em duas modalidades complementares: categorias pré-definidas e categorias personalizáveis.

1. Categorias pré-definidas

O aplicativo disponibiliza dez categorias pré-definidas, estruturadas com imagens, textos e Text-to-Speech (TTS), contemplando vocabulário funcional associado ao cotidiano e a demandas pedagógicas recorrentes. As categorias incluem: Alfabeto, Números, Alimentos, Animais, Família, Lugares, Necessidades, Saúde, Saudações e Roupas. A Figura 4 ilustra a organização das categorias pré-definidas e o acesso aos seus respectivos conteúdos.

Essas categorias foram selecionadas com base em referenciais pedagógicos e estudos sobre comunicação funcional, com o objetivo de ampliar o repertório expressivo e favorecer interações em contextos familiares, escolares e terapêuticos, promovendo maior autonomia comunicativa.

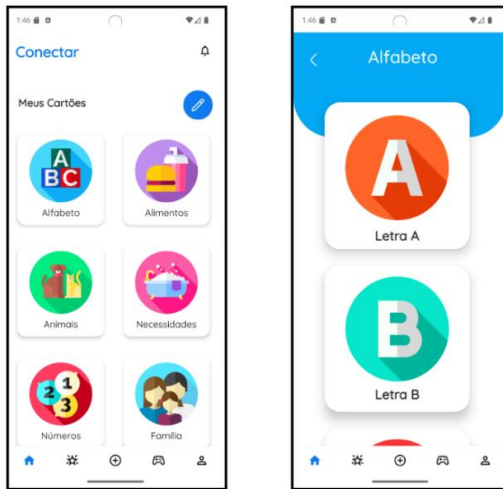


Figura 4: Lista de categorias pré-definidas

2. Categorias personalizadas

O aplicativo permite a criação de categorias e subcategorias ilimitadas, cujas imagens podem ser capturadas pela câmera, selecionadas a partir da galeria ou escolhidas entre 16 avatares disponíveis. Cada item pode receber nome individual e vocalização por Text-to-Speech (TTS), assegurando flexibilidade e adaptação contínua às necessidades comunicativas em evolução. A Figura 5 ilustra o fluxo de criação e personalização de categorias a partir da seleção de imagens no aplicativo.

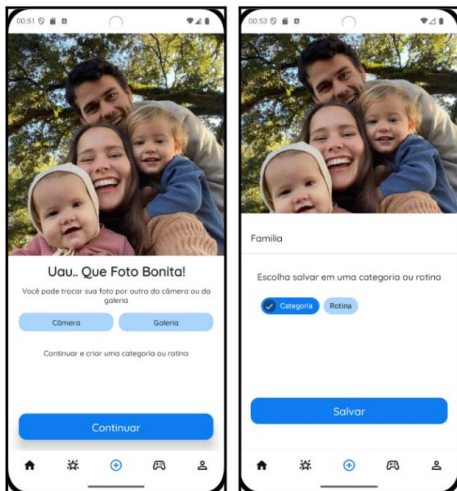


Figura 5: Criação e personalização de categorias

3. Personalização de rotinas

O sistema de rotinas permite a criação, edição e exclusão de atividades com alto grau de flexibilidade, contemplando título, descrição, horários, alarmes, configurações de repetição e

associação de imagens. As sub-rotinas seguem a mesma lógica de configuração, possibilitando ajustes contínuos às demandas familiares, escolares ou terapêuticas, de acordo com mudanças no cotidiano do usuário. A Figura 6 ilustra o processo de personalização de rotinas e sub-rotinas no aplicativo.



Figura 6: Personalização de rotinas e sub-rotinas

2.4 Sistemas de Rotinas

O Sistema de Rotinas foi projetado para promover previsibilidade, organização temporal e autonomia, aspectos fundamentais para o bem-estar de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O módulo contempla rotinas pré-definidas, como Acordar, Alimentação, Lazer, Sono, Escola, Terapias, Sensibilidade Sensorial e Medicação, amplamente utilizadas em contextos familiares, escolares e terapêuticos.

Cada rotina pode ser configurada com título, descrição, imagem representativa, horários, alarmes, regras de repetição e notas adicionais, possibilitando alto nível de personalização conforme as necessidades individuais da criança e de seu contexto. As atividades são organizadas e apresentadas em três modos principais de visualização: diária, voltada ao acompanhamento de tarefas imediatas; semanal, que favorece o planejamento estruturado ao longo da semana; e mensal, destinada à identificação de padrões recorrentes e possíveis situações de sobrecarga. A Figura 7 apresenta as telas de criação e listagem de rotinas, exemplificadas pela rotina Escola, bem como as visualizações semanal e mensal, evidenciando a organização temporal das atividades e a clareza na apresentação das informações.

Além disso, o sistema disponibiliza uma tela de Rotinas Diárias, responsável por consolidar automaticamente as tarefas programadas para o dia, e um Calendário Mensal, que facilita o planejamento familiar, clínico e escolar por meio de uma visualização ampliada das atividades ao longo do tempo. Esses

recursos contribuem para o fortalecimento da autorregulação, a redução da ansiedade e a construção de um ambiente mais previsível e acessível. A Figura 8 ilustra essas funcionalidades complementares, destacando a filtragem semanal por dias e a visualização mensal do calendário.

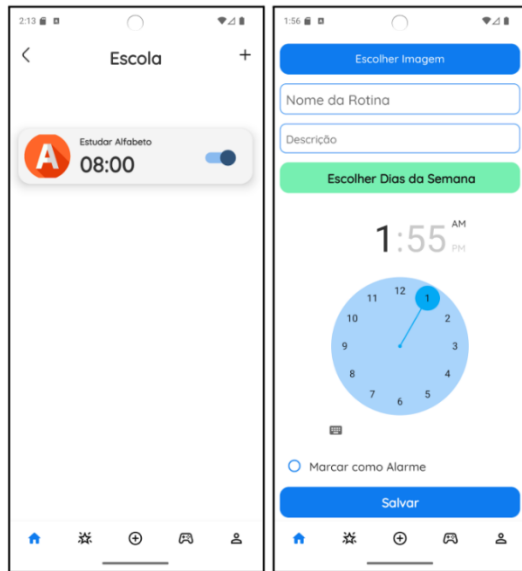


Figura 7: Criação e visualização (exemplo: rotina Escola)

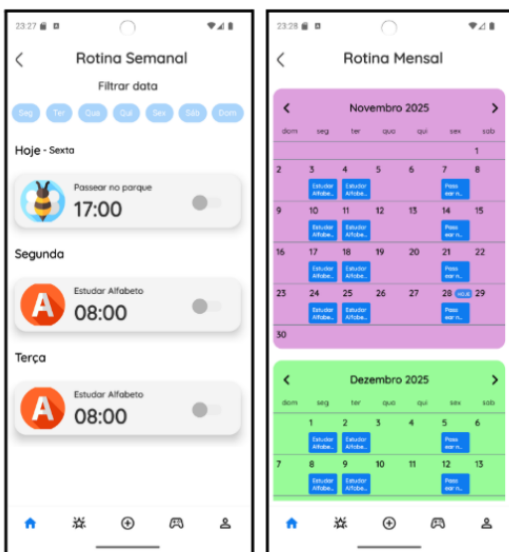


Figura 8: Visualização semanal e mensal do Sistema de Rotinas

2.5 Ferramentas Inteligentes (IA)

2.5.1 Ferramenta de Desenho com IA

A Ferramenta de Desenho com Inteligência Artificial foi desenvolvida para estimular a criatividade, a coordenação motora fina e a aprendizagem inicial de letras e números por meio de interação livre e feedback imediato. O módulo emprega técnicas de reconhecimento de padrões baseadas em Redes Neurais Convolucionais (CNN), implementadas com TensorFlow Lite, permitindo processamento local no dispositivo.

O fluxo de processamento inclui: (i) detecção do fim do traço; (ii) recorte e centralização da imagem; (iii) redimensionamento para 28×28 pixels; (iv) conversão para escala de cinza; (v) inferência com o modelo emnist_model quantized.tflite; e (vi) retorno imediato por síntese de voz (Text-to-Speech – TTS).

O sistema reconhece letras (A–Z) e números (0–9), fornecendo feedback verbal personalizado, o que reforça o processo de aprendizagem, amplia o engajamento e apoia práticas de alfabetização inicial por meio de estímulos visuais e auditivos. A Figura 9 ilustra a interface da ferramenta e um exemplo de reconhecimento de caractere.

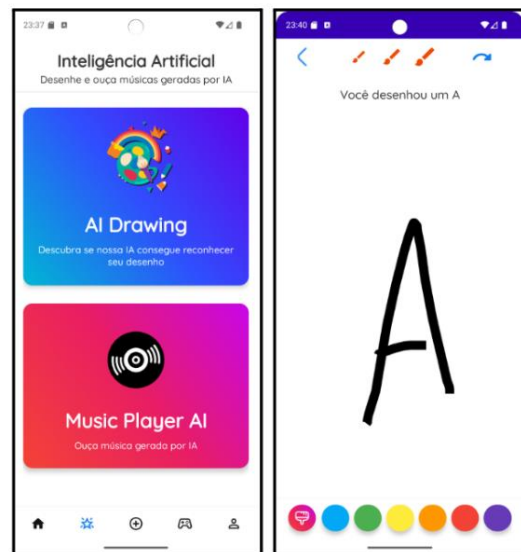


Figura 9: Ferramenta de desenho com IA

2.5.2 Player de Música com IA

Em complemento às ferramentas de desenho inteligente, o aplicativo Conectar incorpora um Player de Música com Inteligência Artificial, projetado para apoiar a autorregulação emocional, a concentração e a modulação sensorial. As faixas são geradas dinamicamente por modelos de IA, garantindo variedade de estímulos auditivos sem a necessidade de armazenamento local intensivo.

A disponibilização das músicas ocorre sob demanda por meio de uma API REST externa, com comunicação realizada via biblioteca OkHttp, o que possibilita carregamento dinâmico, atualização contínua do catálogo sem reinstalação do aplicativo e

melhor desempenho em dispositivos com recursos limitados. A interface organiza os gêneros musicais — Coral, Clássica, Pop, Natureza, Eletrônica, Lo-fi, Jazz e Rock — e oferece controles simples e acessíveis, adequados ao público infantil.

Além do uso recreativo, o módulo registra preferências auditivas, contribuindo para análises pedagógicas e terapêuticas relacionadas ao perfil sensorial do usuário. Quando integrado ao sistema de rotinas, o player permite associar músicas a momentos específicos, como transições de atividade, relaxamento ou preparação para tarefas estruturadas. A Figura 10 ilustra a interface do player e o fluxo de reprodução musical no aplicativo.

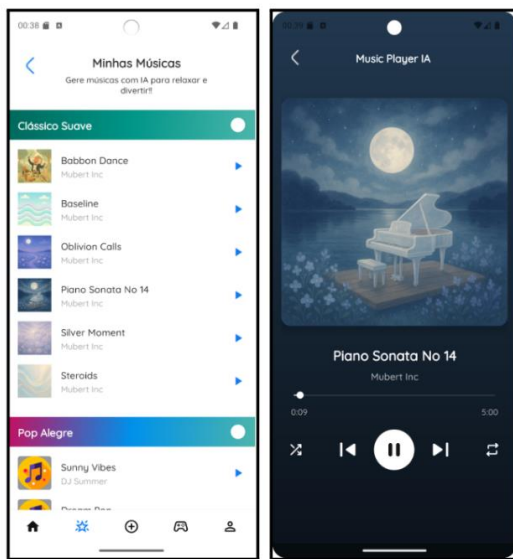


Figura 10: Player de música com IA

2.6 Jogos Educativos

O aplicativo Conectar incorpora quatro jogos educativos projetados para estimular habilidades cognitivas e sociointeracionais, promovendo engajamento por meio de interações estruturadas e feedback multimodal. Cada jogo é organizado em múltiplas rodadas com níveis de dificuldade progressivos, integrando síntese de voz (Text-to-Speech) para apresentação de comandos, opções de resposta e retorno ao usuário, combinados a estímulos visuais, auditivos e táteis.

A mecânica baseia-se na apresentação de um comando visual acompanhado por quatro alternativas de resposta. A criança seleciona a opção considerada correta e recebe feedback imediato, reforçando o processo de aprendizagem por meio de estímulos positivos. Entre as rodadas, são exibidas telas de transição que organizam o fluxo da atividade e contribuem para a redução da sobrecarga cognitiva. A Figura 11 apresenta exemplos das telas dos jogos educativos, evidenciando os tipos de interação, comandos visuais e alternativas de resposta disponibilizadas.

O desempenho do usuário é monitorado por um Sistema de Métricas, que registra automaticamente tentativas corretas e

incorretas, tempo de resposta por rodada, erros por alternativa específica e progresso ao longo das sessões, com persistência dos dados via SharedPreferences. Esses indicadores alimentam diretamente o módulo de Perfil e Progresso, permitindo acompanhamento contínuo e análise evolutiva do usuário.

Do ponto de vista pedagógico, os jogos contribuem para o desenvolvimento cognitivo — incluindo raciocínio lógico, associação e memória — além de favorecer atenção, foco e motivação, apoiando práticas educacionais baseadas em reforço positivo e aprendizagem interativa [11].

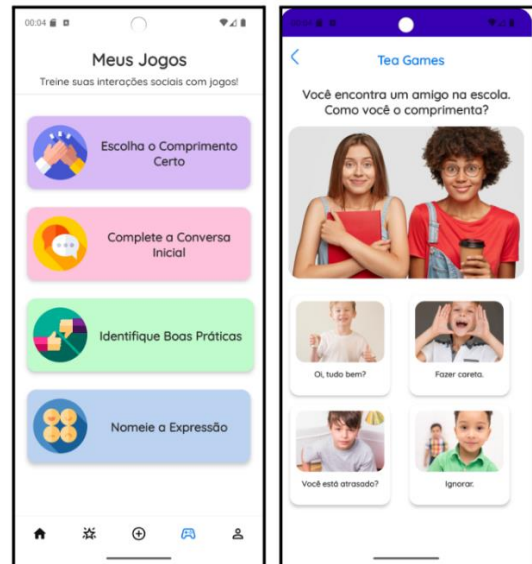


Figura 11: Tela exemplo Jogos Educativos

2.7 Sistema de Perfil e Progresso

O Sistema de Perfil e Progresso constitui um componente central do Conectar, ao integrar e sintetizar dados provenientes de todas as funcionalidades do aplicativo. O módulo permite que responsáveis, educadores e terapeutas acompanhem a evolução do usuário de forma clara, estruturada e visualmente acessível. O Perfil do Usuário reúne informações básicas e possibilita edição por meio de câmera, galeria ou avatares, com sincronização garantida pelo Room Database, personalizando a experiência e orientando a geração das métricas.

A aba de Progresso consolida indicadores oriundos das diferentes áreas do aplicativo, incluindo o cumprimento das rotinas em distintos períodos, padrões de uso das categorias de comunicação, métricas detalhadas dos jogos educativos (como taxa de acertos e tempo de resposta) e preferências musicais associadas à autorregulação sensorial. Esses dados são apresentados por meio de gráficos e relatórios visuais, facilitando a interpretação do desempenho e do nível de engajamento ao longo do tempo. A Figura 12 ilustra as telas do Sistema de Perfil e Progresso, destacando os principais indicadores de acompanhamento.

Ao reunir essas informações em um painel único, o sistema oferece suporte pedagógico e terapêutico qualificado, permitindo identificar padrões de comportamento, interesses, dificuldades e avanços. Dessa forma, o módulo favorece o planejamento de intervenções, a personalização contínua das estratégias educacionais e a comunicação efetiva entre família, escola e profissionais, contribuindo para um acompanhamento mais eficaz do desenvolvimento infantil.

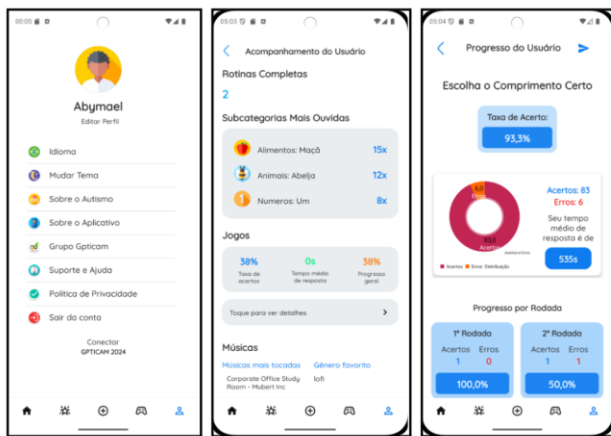


Figura 12: Tela do Sistema de Perfil e Progresso

3 Conclusão

Este artigo apresentou o Conectar, um aplicativo educacional e de tecnologia assistiva para Android voltado ao apoio de crianças com Transtorno do Espectro Autista, integrando Comunicação Alternativa e Aumentativa, organização de rotinas, jogos educativos e ferramentas inteligentes baseadas em Inteligência Artificial. Fundamentado na articulação entre Psicologia, Design e Tecnologia, o sistema foi concebido para reduzir barreiras comunicativas, ampliar autonomia e favorecer experiências de aprendizagem acessíveis, por meio de categorias pré-definidas e personalizáveis com síntese de voz, rotinas com alarmes e múltiplas visualizações, jogos com feedback multimodal, reconhecimento de caracteres via TensorFlow Lite e um player musical voltado à modulação sensorial.

A proposta e o escopo do Conectar alinham-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ao contribuir para o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), apoiando autorregulação e bem-estar socioemocional; para o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao disponibilizar recursos inclusivos e adaptativos para aprendizagem e comunicação; e para o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ao ampliar o acesso a uma solução digital inclusiva aplicável em contextos familiares, escolares e terapêuticos.

Como trabalhos futuros, prevê-se a realização de avaliações empíricas com usuários, incluindo estudos piloto com educadores, terapeutas e responsáveis, bem como a ampliação das funcionalidades e estratégias de personalização.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho apresenta resultados do Projeto Conectar, selecionado no Programa InovaEDUCAÇÃO – Edital nº 3/2025. Os Autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)- Processo nº 88887.180678/2025-00.

REFERÊNCIAS

- [1] American Psychiatric Association. 2013. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) (5th ed.). American Psychiatric Publishing, Arlington, VA, USA.
- [2] Jinan Zeidan, et al. 2022. Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research* 15, 5 (2022), 778–790.
- [3] Breno Siqueira. 2025. Censo 2022 identifica 2,4 milhões de pessoas diagnosticadas com autismo no Brasil. Agência de Notícias IBGE (2025). URL <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/noticias/42302-censo-2022-identifica-2-4-milhoes-de-pessoas-diagnosticadas-com-autismo-no-brasil/>. Acesso em: 08 de mar. 2026.
- [4] Brasil. Ministério da Educação. 2018. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ministério da Educação, Brasília, DF, Brazil.
- [5] UNESCO. 2021. AI and education: Guidance for policy-makers. UNESCO, Paris, France.
- [6] N. A. del Pilar Gonzalez et al. 2024. Learning analytics and personalization of learning: a review. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação* (2024).
- [7] Emily N. White, et al. 2021. Augmentative and Alternative Communication and Speech Development in Children with Autism Spectrum Disorders: A Systematic Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders* (2021).
- [8] E. R. Lorah, C. Holyfield, J. Miller, B. Griffen, and C. Lindbloom. 2022. A Systematic Review of Research Comparing Mobile Technology Speech-Generating Devices to Other AAC Modes with Individuals with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Developmental and Physical Disabilities* 34, 2 (2022), 187–210.
- [9] E. T. Pereira et al. 2020. Augmentative and Alternative Communication on Autism Spectrum Disorder: effects on communicative acts. *CoDAS* (2020).
- [10] P. W. S. Leung et al. 2021. Effectiveness of Using Mobile Technology to Improve Social Communication in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review of RCTs. *JMIR Mental Health* 8, 9 (2021).
- [11] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. 2011. From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*. ACM, New York, NY, USA, 9–15.
- [12] Laurent Mottron. 2017. *Autism spectrum disorders: Changing perspectives*. Presses de l'Université de Montréal, Montreal, Canada.
- [13] ISO. 2019. ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction — Human-centred design for interactive systems. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [14] Antonio Carlos Gil. 2008. *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6th ed.). Atlas, São Paulo, Brazil.
- [15] John W. Creswell. 2014. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, USA.
- [16] OECD. 2015. *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. OECD Publishing, Paris, France.
- [17] Tuane Bazanella Sampaio. 2022. *Metodologia da Pesquisa*. UFSM, CTE, UAB, Santa Maria, Brazil.
- [18] Ian Sommerville. 2016. *Software Engineering* (10th ed.). Pearson, Boston, MA, USA.
- [19] Roger S. Pressman and Bruce R. Maxim. 2020. *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education, New York, NY, USA.
- [20] ISO/IEC. 2017. ISO/IEC/IEEE 12207: Systems and software engineering — Software life cycle processes. ISO, Geneva, Switzerland.
- [21] Len Bass, Paul Clements, and Rick Kazman. 2021. *Software Architecture in Practice* (4th ed.). Addison-Wesley, Boston, MA, USA.
- [22] 2020. Pesquisas em recursos de alta tecnologia para comunicação e transtorno do espectro autista. *ETD - Educação Temática Digital*. 22, 1 (fev. 2020), 68–85. DOI:<https://doi.org/10.20396/etd.v22i1.8655470>.
- [23] Jacquelyn A. Gates, Erin Kang, and Matthew D. Lerner. 2017. Efficacy of group social skills interventions for youth with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review* 52 (2017), 164–181.

- [24] James Wolstencroft, et al. 2018. A systematic review of group social skills interventions, and meta-analysis of outcomes, for children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders* (2018).
- [25] Megan Dean, et al. 2021. A systematic review of school-based social skills interventions for students with autism spectrum disorder in inclusive settings. *Autism* (2021).
- [26] Ciara O'Keeffe, et al. 2023. A Systematic Review of Play-Based Interventions Targeting Social Communication Skills of Children with Autism Spectrum Disorder in Educational Contexts. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders* (2023).
- [27] Man-Kit Yeung, et al. 2022. A systematic review and meta-analysis of facial emotion recognition in autism spectrum disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* (2022).
- [28] American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). n.d. Augmentative and Alternative Communication (AAC). ASHA Practice Portal. URL <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/augmentative-and-alternative-communication/>. Acesso: 10 ago. 2025.
- [29] David R. Beukelman and Janice C. Light. 2020. *Augmentative & Alternative Communication: Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs* (5th ed.). Paul H. Brookes Publishing, Baltimore, MD, USA. URL <https://brookespublishing.com/wp-content/uploads/2020/05/BeukelmanExcerpt0506-1.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- [30] Janice Light and David McNaughton. 2014. Communicative competence for individuals who require augmentative and alternative communication: A new definition for a new era of communication? *Augmentative and Alternative Communication* 30, 1 (2014), 1–18. <https://doi.org/10.3109/07434618.2014.885080>.
- [31] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. *Augmentative and Alternative Communication and Voice Output Communication Aids*. In *Speech and Language Disorders in Children: Implications for the Social Security Administration's Supplemental Security Income Program*. The National Academies Press, Washington, DC, USA. URL <https://www.nationalacademies.org/read/24740/chapter/8>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- [32] Joseph L. Flaubert et al. 2017. *Augmentative and Alternative Communication and Voice Output Communication Aids*. NCBI Bookshelf. URL from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK453284/>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- [33] Pijush D. Barua, et al. 2022. Artificial Intelligence Enabled Personalised Assistive Tools to Enhance Education of Children with Neurodevelopmental Disorders. *Frontiers in Psychiatry* (2022). URL <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8835076/>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- [34] Areej Alabdulkareem, et al. 2022. A Systematic Review of Research on Robot-Assisted Autism Therapy (RAAT). *Sensors* 22, 3 (2022). URL <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8840582/>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- [35] Pui-Wan Leung, et al. 2021. Effectiveness of Using Mobile Technology to Improve Social Communication in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *JMIR Mental Health* 8, 9 (2021). URL <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34506759/>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- [36] Sofia Kotsi, et al. 2025. A Review of Artificial Intelligence Interventions for Students with Autism Spectrum Disorder: Trends and Opportunities. *AI* 5, 1 (2025). URL <https://www.mdpi.com/2673-7272/5/1/7>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- [37] Andrew J. Elliot and Markus A. Maier. 2014. Color psychology: Effects of perceiving color on psychological functioning in humans. *Annual Review of Psychology* 65 (2014), 95–120. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115035>.
- [38] Valdez, P., and Mehrabian, A. 1994. Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology: General* 123, 4 (1994), 394–409. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.123.4.394>.
- [39] Winnie Dunn. 2007. Supporting children to participate successfully in everyday life by using sensory processing knowledge. *Infants & Young Children* 20, 2 (2007), 84–101. <https://doi.org/10.1097/01.IYC.0000264477.05076.5d>.
- [40] ISO. 2019. ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction — Human-centred design for interactive systems. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/77520.html>.
- [41] Google. 2024. *Android Developers: App architecture guide*. URL <https://developer.android.com/topic/architecture>.
- [42] Google. 2024. *Guide to app architecture (MVVM)*. Android Developers. URL <https://developer.android.com/topic/architecture/ui-layer>.
- [43] Google. 2024. *Room persistence library*. Android Developers. URL <https://developer.android.com/training/data-storage/room>.
- [44] Pete Warden and Daniel Situnayake. 2019. *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Microcontrollers*. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, USA.
- [45] TensorFlow. 2024. *TensorFlow Lite: On-device machine learning*. URL <https://www.tensorflow.org/lite>.
- [46] World Health Organization. 2019. *International Classification of Diseases 11th Revision (ICD-11)*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. URL <https://icd.who.int/en>.