

TRANSFORMAÇÕES DIGITAIS NO AUTISMO ATRAVÉS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COGNITIVA

DIGITAL TRANSFORMATIONS IN AUTISM THROUGH COGNITIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

TRANSFORMACIONES DIGITALES EN EL AUTISMO A TRAVÉS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COGNITIVA

Myrella Caroline Francisco Semensato¹
Rafael Antônio Amafaldo²
João Emmanuel D Alkmin Neves³

Artigo recebido em fevereiro de 2025
Artigo aceito em maio de 2025

DOI: 10.26853/Refas_ISSN-2359-182X_v11n05_02

RESUMO

Este artigo, propõe o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis, direcionado a indivíduos que possuem o Transtorno do Espectro Autista, durante a infância o desenvolvimento humano é influenciado por uma variedade de fatores, sociais, históricos, individuais, que impactam em habilidades cognitivas e emocionais. A partir de pesquisas bibliográficas realizadas, um aplicativo que fornece um ambiente interativo, e funcionalidades altamente personalizáveis como a comunicação aumentativa e alternativa, o calendário com programação de tarefas, jogos educativos e um dos pontos especiais, sendo o feedback emocional que poderá permitir que as intervenções sejam adaptadas às especificidades e às particularidades de cada usuário, visando o maior desenvolvimento da autonomia e da inclusão social, mostrou a viabilidade técnica e o potencial de mais uma solução para contribuir na qualidade de vida da pessoa com Transtorno do Espectro Autista, sendo de importante destaque que a análise da pesquisas bibliográficas existentes e com base na aplicação de conceitos teóricos para a construção do aplicativo, o mesmo não possui participação direta de usuários e responsáveis.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista; Aplicativo; Acessibilidade; Agentes inteligentes.

¹ Técnica em Comunicação visual pela Escola Técnica Estadual Polivalente de Americana. E-mail: myrella.francisco@fatec.sp.gov.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8117006694312516>. OrcId: 0009-0004-7781-6558.

² Egresso da Escola Estadual Coronel Oscar Prados. E-mail: rafael.amafaldo@fatec.sp.gov.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3135046109395353>. OrcId: 0009-0007-9087-4201.

³ Doutor em Tecnologia pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Tecnologia pela Universidade Estadual de Campinas. Docente do ensino superior na Fatec Americana. E-mail: joao.neves11@fatec.sp.gov.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4815333898210629>. OrcId: 0000-0002-9472-9753.

ABSTRACT

This article proposes the development of a mobile application aimed at individuals with Autism Spectrum Disorder. During childhood, human development is influenced by a variety of social, historical, and individual factors that impact cognitive and emotional skills. Based on bibliographical research, the feasibility of an application that provides an interactive environment with highly customizable features has been analyzed. These features include augmentative and alternative communication, a calendar for task scheduling, educational games, and, notably, an emotional feedback system that allows interventions to be adapted to the specific needs of each user. The goal is to enhance autonomy and social inclusion. It is important to highlight that this study is based on the analysis of existing bibliographical research and the application of theoretical concepts for the development of the application, without the direct participation of users and their guardians.

Keywords: Autism Spectrum Disorder; Application, Accessibility; Intelligent Agents.

RESUMEN

Este artículo propone el desarrollo de una aplicación móvil dirigida a personas con Trastorno del Espectro Autista. Durante la infancia, el desarrollo humano está influenciado por una variedad de factores sociales, históricos e individuales que impactan las habilidades cognitivas y emocionales. Basado en la investigación bibliográfica realizada, se analizó la viabilidad de una aplicación que proporciona un entorno interactivo con características altamente personalizables. Estas características incluyen comunicación aumentativa y alternativa, un calendario para la programación de tareas, juegos educativos y, notablemente, un sistema de retroalimentación emocional que permite adaptar las intervenciones a las necesidades específicas de cada usuario. El objetivo es fomentar la autonomía y la inclusión social. Es importante destacar que este estudio se basa en el análisis de investigaciones bibliográficas existentes y en la aplicación de conceptos teóricos para el desarrollo de la aplicación, sin la participación directa de los usuarios y sus tutores.

Palabras clave: Trastorno del Espectro Autista; Aplicación, Accesibilidad; Agentes Inteligentes.

INTRODUÇÃO

A interação entre fatores históricos, sociais e individuais exerce um papel fundamental no desenvolvimento infantil, influenciando aspectos cognitivos, emocionais e sociais. O contexto histórico-cultural estabelece normas que orientam esse processo, enquanto as interações sociais desempenham um papel central na formação de competências.

Em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), o desenvolvimento pode apresentar comprometimentos, especialmente nas áreas de comunicação, interação social e comportamento, exigindo estratégias específicas para fomentar avanços nesses domínios. A dificuldade na construção de relações interpessoais e na adaptação a normas sociais é uma característica central do TEA, tornando indispensável a adoção de abordagens individualizadas.

Devido à heterogeneidade do espectro, cada indivíduo com TEA exige estratégias que promovam a inclusão social, o desenvolvimento socioemocional e incentivem a autonomia, respeitando suas particularidades. Nesse contexto, este estudo busca responder à seguinte questão: como podem as intervenções digitais ser estruturadas para atender à diversidade de perfis e necessidades de indivíduos com TEA, aprimorando suas habilidades sociais, fomentando sua independência e promovendo a inclusão social?

A hipótese é que aplicativos móveis personalizáveis, com recursos interativos e adaptações baseadas em Inteligência Artificial (IA), podem ser eficazes no desenvolvimento de habilidades sociais e comunicativas em indivíduos com TEA. A IA permite ajustes dinâmicos conforme o comportamento do usuário, tornando as ferramentas mais adequadas às necessidades individuais e ajudando na organização de pensamentos e emoções, melhorando a qualidade de vida.

O objetivo geral deste estudo é identificar e analisar aplicativos móveis personalizados que utilizem Inteligência Artificial para fomentar o desenvolvimento de habilidades sociais em indivíduos com TEA. Busca-se compreender de que maneira a personalização desses aplicativos, adaptada às necessidades e características individuais dos usuários, pode impactar sua autonomia, comunicação e inclusão social.

A relevância desta pesquisa se justifica pela crescente importância dos aplicativos móveis, aliados a tecnologias de Inteligência Artificial, no suporte a pessoas com TEA, uma vez que essas ferramentas criam ambientes de aprendizagem adaptáveis e estimulantes, favorecendo o desenvolvimento de habilidades comunicativas e de autonomia. A mobilidade desses dispositivos, associada às capacidades analíticas da IA, permite sua utilização em diferentes contextos sociais, ampliando as oportunidades de inclusão no cotidiano.

Além disso, tais aplicativos possibilitam a coleta contínua de dados e o monitoramento do progresso do usuário, permitindo o ajuste das intervenções conforme necessário, com base em análises preditivas proporcionadas pela Inteligência Artificial. A avaliação da eficácia desses recursos é essencial para compreender seu impacto na vida de indivíduos com TEA e suas famílias, contribuindo para a promoção da inclusão social e da qualidade de vida.

Este estudo fundamenta-se exclusivamente em revisão bibliográfica de literatura científica existente, com a aplicação prática de conceitos teóricos voltados ao desenvolvimento de um aplicativo direcionado às necessidades de indivíduos com TEA. Cabe ressaltar que esta pesquisa não envolve a participação direta de usuários, pais ou cuidadores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Inicia-se o referencial teórico pela Inteligência Artificial (IA).

2.1 Inteligência artificial

A IA é um campo interdisciplinar da ciência da computação que desenvolve sistemas capazes de emular comportamentos humanos, como aprendizado e tomada de decisões (Russell & Norvig, 2020). A IA incorpora avanços como aprendizado de máquina e redes neurais, permitindo a execução autônoma de tarefas e adaptação contínua ao ambiente (Neves, 2024). Além disso, evolui para soluções dinâmicas que se ajustam conforme novos dados, melhorando continuamente o desempenho e a precisão (Moura & D'Alkmin Neves, 2021).

Esse paradigma de IA, centrado no desenvolvimento de sistemas responsivos e adaptativos, fundamenta diversas aplicações em áreas críticas, tais como saúde, educação e serviços personalizados. No campo educacional e no suporte ao desenvolvimento de indivíduos

com TEA, a IA, particularmente a Inteligência Artificial Cognitiva (IAC), tem se destacado na implementação de tecnologias assistivas (Santos & Neves, 2023).

A IAC representa um subcampo da IA que visa replicar processos cognitivos humanos, incluindo percepção, raciocínio, memória e tomada de decisões. Diferentemente das abordagens tradicionais, a IAC se concentra na simulação do funcionamento da cognição humana, permitindo que os sistemas aprendam e se ajustem ao contexto de maneira progressiva (Garcia & Martinez, 2022). Por meio de técnicas avançadas, como aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, a IAC possibilita a criação de agentes autônomos que não apenas executam tarefas, mas também refinam continuamente suas capacidades de interação e interpretação do ambiente (Neves et al., 2023).

A adoção da IAC configura uma inovação no campo da inteligência artificial, pois permite o desenvolvimento de sistemas que operam de maneira autônoma e adaptativa em ambientes complexos, ajustando seu comportamento com base em interações e experiências adquiridas ao longo do tempo (Pires & Neves, 2023).

As intervenções tecnológicas para o TEA têm avançado com o uso de IA e outras tecnologias inovadoras, promovendo o desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e cognitivas, além de fomentar a independência e inclusão dos indivíduos com TEA (Garcia & Martinez, 2022). O uso de aplicativos interativos, realidade aumentada e dispositivos móveis personalizados com IA, especialmente com IAC, cria ambientes de aprendizagem dinâmicos que favorecem a autonomia e a comunicação (Russell & Norvig, 2020).

Ferramentas como sistemas de comunicação aumentativa se ajustam ao progresso individual, oferecendo suporte contínuo e personalizado, enquanto a IAC adapta interações com base nas respostas do usuário, o que é crucial para indivíduos com TEA que enfrentam dificuldades na expressão emocional (Brown & Smith, 2022).

Evidências científicas indicam que essas tecnologias são eficazes na promoção da autonomia e da inclusão social, além de fortalecerem habilidades comunicativas e emocionais, demonstrando um potencial significativo para a melhoria do bem-estar e da qualidade de vida de indivíduos com TEA (Gomes, 2023).

2.2 Personalização de usuário em aplicativos para TEA

A personalização desempenha um papel central na aplicação da IAC para o suporte ao desenvolvimento de indivíduos com TEA, sendo a modelagem de usuário uma técnica essencial para a eficácia desse processo. Esse modelo permite a construção de perfis detalhados que refletem as particularidades de cada usuário, considerando suas preferências, comportamentos e necessidades específicas. Dessa forma, o conteúdo e as estratégias pedagógicas podem ser ajustados dinamicamente, proporcionando uma experiência de aprendizagem altamente personalizada e eficiente (Lee & Johnson, 2023).

A população com TEA apresenta ampla heterogeneidade em termos de habilidades e preferências sensoriais e cognitivas. Nesse contexto, a modelagem de usuário configura-se como um diferencial ao permitir uma abordagem individualizada, em contraposição aos modelos pedagógicos tradicionais, que frequentemente se baseiam na padronização de estratégias de ensino. Esse processo possibilita que o sistema se ajuste, em tempo real, às interações do usuário, considerando variações de comportamento e níveis de habilidade demonstrados (Gomes, 2023). A personalização pode influenciar o conteúdo, o nível de complexidade e o formato da apresentação das informações, respeitando as preferências sensoriais do indivíduo. Esse ajuste contínuo tem demonstrado ser um fator determinante para

umentar o engajamento e promover um aprendizado mais eficaz e alinhado às necessidades do usuário, conforme evidenciado em pesquisas anteriores (Kim et al., 2021).

A personalização adaptativa, possibilitada por algoritmos de aprendizado de máquina, é crucial no contexto do TEA, pois permite monitorar o progresso do usuário e ajustar automaticamente a complexidade das atividades e a frequência dos estímulos (Silva & Nascimento, 2021). Esse ajuste dinâmico assegura que o aprendizado ocorra no ritmo individual, melhorando a fluidez da experiência e contribuindo para maior autonomia, autoconfiança e consolidação de habilidades. Estudos mostram que essa abordagem não só aprimora a interação de indivíduos com TEA com tecnologias educacionais, mas também promove uma aprendizagem mais eficaz e centrada no aluno, respeitando seu tempo e estilo cognitivo (Kim et al., 2021).

Assim, a personalização adaptativa, mediada pela IAC, configura-se como um avanço significativo no campo das metodologias pedagógicas aplicadas ao TEA, promovendo uma educação mais inclusiva, acessível e eficiente, ao mesmo tempo que amplia a autonomia do aprendiz (Silva & Nascimento, 2021).

2.3 Tecnologias móveis e o desenvolvimento socioemocional

O emprego de tecnologias móveis no contexto do desenvolvimento socioemocional tem se mostrado um recurso relevante, uma vez que estímulos visuais e auditivos podem influenciar significativamente a aquisição de habilidades emocionais e sociais (Almeida & Torres, 2023). A aplicação de IA em ambientes educacionais voltados para indivíduos com TEA pode contribuir para o aprimoramento dessas habilidades, utilizando algoritmos para identificar padrões comportamentais e ajustar as atividades conforme necessário (Lee & Johnson, 2023).

As tecnologias móveis possibilitam a criação de ferramentas que favorecem a comunicação e a compreensão emocional, por meio de estímulos personalizados (Santos, Schwanke & Machado, 2023). A IA aplicada a essas tecnologias viabiliza intervenções educacionais mais eficazes, adaptando-se às demandas específicas de aprendizagem e interação social. O monitoramento contínuo do progresso do aluno com TEA possibilita que educadores obtenham dados em tempo real, permitindo ajustes dinâmicos no processo de ensino para melhor atender às necessidades socioemocionais do indivíduo (Lee & Johnson, 2023).

Aplicações interativas apresentam-se como ferramentas eficazes para o suporte ao desenvolvimento socioemocional de indivíduos com TEA, ao proporcionarem ambientes controlados e seguros para a prática de habilidades sociais. A interatividade das tecnologias digitais possibilita que indivíduos com TEA simulem diferentes cenários sociais, contribuindo para o reconhecimento e a resposta adequada a emoções e situações do cotidiano (Silva & Nascimento, 2021).

2.4 Benefícios e limitações da iac para pessoas com TEA

A IA permite personalizar a experiência de aprendizagem para alunos com TEA, ajustando as atividades de acordo com suas respostas e padrões comportamentais, o que pode facilitar a aquisição de habilidades socioemocionais (Lee; Johnson, 2023).

A modelagem de usuários com IA em sistemas adaptativos permite ajustes em tempo real nas atividades, facilitando o progresso no desenvolvimento de habilidades socioemocionais de indivíduos com TEA (Garcia; Martinez, 2022).

Embora as tecnologias interativas possam promover o desenvolvimento socioemocional de indivíduos com TEA, o excesso de estímulos sensoriais pode ser uma limitação, necessitando de ajustes para respeitar a diversidade sensorial dos usuários (Silva; Nascimento, 2021).

Embora a IA ofereça personalização, é crucial monitorar a carga cognitiva imposta às pessoas com TEA, pois a introdução de múltiplos estímulos podem ser desafiadora e contraproducente (Lee; Johnson, 2023).

A integração de tecnologias adaptativas exige um profundo entendimento das interações sociais de indivíduos com TEA, sendo um desafio técnico garantir que a IA favoreça essas interações de forma natural e eficaz” (Garcia; Martinez, 2022).

A utilização de tecnologias assistivas móveis em ambientes educativos e terapêuticos se mostra efetiva no aprimoramento das habilidades sociais e da comunicação em sujeitos com TEA. Aplicativos que fazem uso de reconhecimento de voz, da análise de emoções e de estímulos visuais e auditivos são ferramentas indispensáveis. Por meio desse tipo de app, o feedback é obtido, as respostas do usuário são registradas, e atendem às suas respostas, o que faz a aprendizagem mais interessante e adaptada às necessidades individuais (Silva; Nascimento, 2021). Com relação a auxílios visuais e sonoros, são muito apropriados para os TEA, uma vez que ajudam a direcionar a atenção da pessoa, o que em uma comunicação ajuda no amadurecimento emocional (Almeida; Torres, 2023).

Segundo Fernandes e Carvalho (2022) e Silva e Nascimento (2021), a utilização da IAC tem se mostrado uma ferramenta promissora no apoio ao desenvolvimento de pessoas com TEA, apresentando diversos benefícios. Entre os principais, destacam-se:

- a) **Autonomia:** A IAC possibilita que os usuários aprendam de forma autodirigida, respeitando seu ritmo individual. Esse processo promove uma sensação de controle sobre o próprio aprendizado, estimulando a independência e a autonomia, aspectos fundamentais para o desenvolvimento pessoal e social das pessoas com TEA.
- b) **Melhora na Comunicação:** Ferramentas baseadas em IAC têm demonstrado eficácia na promoção de habilidades linguísticas e de comunicação. As interações adaptativas e personalizadas favorecem o aprimoramento da comunicação verbal e não verbal, aspectos frequentemente desafiadores para indivíduos com TEA, contribuindo para um maior engajamento social e emocional.
- c) **Inclusão Social:** A ênfase das tecnologias cognitivas no desenvolvimento de habilidades socioemocionais é um dos principais fatores para a inclusão social de pessoas com TEA. Tais habilidades, que envolvem empatia, autorregulação e reconhecimento de emoções, são essenciais para a integração social, além de promoverem um aumento na autoconfiança dos indivíduos.

Apesar dos benefícios mencionados, a aplicação da IAC no desenvolvimento de pessoas com TEA enfrenta desafios técnicos e éticos que merecem atenção. Conforme apontado por Gomes (2023), destacam-se os seguintes aspectos:

- a) **Complexidade na Personalização:** A adaptação dos sistemas de IA para atender às diversas e particulares necessidades de indivíduos com TEA representa um desafio significativo, tanto no aspecto técnico quanto econômico. A criação de plataformas personalizadas exige um alto grau de sofisticação nas tecnologias utilizadas, além de recursos financeiros consideráveis, o que pode limitar sua disseminação e acessibilidade.

- b) **Dependência Tecnológica:** A dependência excessiva das ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento de habilidades pode gerar um impacto negativo nas interações sociais sem o uso da tecnologia. Isso pode levar à redução da capacidade de comunicação e socialização em contextos naturais, nos quais os dispositivos tecnológicos não estão presentes, limitando, assim, a eficácia do processo de aprendizagem e integração social.
- c) **Privacidade e Ética:** O uso de IAC requer a coleta e processamento de dados sensíveis, incluindo informações pessoais e comportamentais. Garantir a privacidade e adotar protocolos éticos rigorosos é essencial para mitigar riscos de uso indevido ou vazamento de dados, protegendo os direitos dos indivíduos com TEA e prevenindo a exploração de suas informações.

3 MÉTODO

Este tópico tem como objetivo detalhar os métodos estabelecidos para a realização do levantamento do suporte teórico e o desenvolvimento da arquitetura funcional de um aplicativo projetado para auxiliar indivíduos com TEA e seus cuidadores. A pesquisa foi estruturada em três etapas principais: a primeira consistiu na realização de uma revisão bibliográfica; a segunda envolveu a seleção de ferramentas tecnológicas; e, por fim, a terceira etapa concentrou-se no desenvolvimento da arquitetura do aplicativo.

3.1 Pesquisa bibliográfica

O intuito da pesquisa bibliográfica foi localizar trabalhos e teorias pertinentes ao TEA e à utilização de IAC em intervenções digitais. Esses saberes foram a base para a construção do aplicativo, centrado na acessibilidade e no desenvolvimento das habilidades socioemocionais.

A fim de garantir uma base teórica robusta, foram utilizados artigos científicos indexados nas bases de dados IEEE Xplore, Scopus e PubMed, com prioridade para publicações a partir de 2020. Os critérios de inclusão exigem que os artigos sejam relevantes para o desenvolvimento de ferramentas digitais com personalização assistida por IAC para pessoas com TEA, com ênfase no desenvolvimento socioemocional. O Quadro 1 apresenta as principais informações sobre as bases de dados consultadas, os termos de busca, os filtros utilizados e a quantidade de resultados encontrados.

Quadro 1 - Resumo da Busca Literária

Base de Dados	Termos de Busca	Filtros Utilizados	Quantidade
IEEE Xplore X, Scopus	"Inteligência Artificial Cognitiva", "Agentes Inteligentes"	Artigos dos últimos 5 anos.	2

PePSIC, SciELO	"Acessibilidade Digital", "Transtorno do Espectro Autista"	Artigos em português, últimos 5 anos.	4
Revistas Especializadas	"Tecnologias Assistivas", "Comunicação Alternativa"	Revisões sistemáticas dos últimos 5 anos.	2
PePSIC	"Emoções no TEA", "Comportamento e Autismo"	Artigos dos últimos 5 anos.	1

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

3.2 Ferramentas

O sistema utiliza uma arquitetura escalável e modular composta por quatro camadas principais: Interface de Usuário, Backend, Módulo de IAC e Banco de Dados, cada uma com funções específicas para garantir usabilidade, desempenho e acessibilidade. O Quadro 2 destaca as tecnologias usadas no desenvolvimento do frontend e suas funções no projeto.

Quadro 2 - Resumo de Ferramentas Front End

Tecnologia	Função
React.js	Framework para desenvolvimento de interfaces responsivas e acessíveis.
Material-UI	Biblioteca de componentes para design inclusivo e personalizável.
APIs RESTful (HTTPS)	Comunicação com o backend, garantindo segurança no transporte de dados.
Progressive Web App (PWA)	Permite acesso em dispositivos móveis e desktops, melhorando a experiência do usuário.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

O backend da aplicação foi desenvolvido com uma arquitetura voltada para escalabilidade e eficiência na comunicação entre módulos. As tecnologias empregadas garantem robustez e flexibilidade na implementação. O framework Spring Boot foi utilizado para criar microsserviços escaláveis, enquanto o API Gateway, como Kong ou AWS API, centraliza o gerenciamento de autenticação, autorização e roteamento de requisições. Além disso, o padrão REST + JSON foi adotado para assegurar uma comunicação simples, facilitando a integração entre as diversas camadas do sistema (Quadro 3).

Quadro 3 - Resumo de Ferramentas Backend

Tecnologia	Função
React.js Spring Boot (Java)	Framework robusto para desenvolvimento de microsserviços escaláveis.
API Gateway (Kong ou AWS API)	Gerenciamento centralizado de autenticação, autorização e roteamento de requisições.
REST + JSON	Padrão de comunicação simples e interoperável entre módulos do sistema.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

As tecnologias utilizadas foram TensorFlow e PyTorch para treinamento de modelos, enquanto Transformers da Hugging Face foram aplicados em tarefas de NLP. Google Cloud AI e AWS SageMaker permitiram a personalização em escala, e gRPC e APIs REST garantiram comunicação eficiente, desempenho e interoperabilidade (Quadro 4).

Quadro 4 - Resumo de Ferramentas Inteligência Artificial

Tecnologia	Função
TensorFlow e PyTorch	Frameworks para treinamento e implementação de modelos de aprendizado de máquina.
Transformers (Hugging Face)	Modelos de NLP para análise emocional e reconhecimento de emoções.
Google Cloud AI / AWS SageMaker	Plataformas para personalização dinâmica com aprendizado de máquina.
gRPC e APIs REST	Comunicação eficiente com o backend.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

A camada de banco de dados foi projetada com PostgreSQL para armazenar informações estruturadas, como perfis de usuários, e MongoDB para dados não estruturados, como históricos emocionais. JDBC e APIs nativas foram usadas para garantir conexões eficientes e confiáveis entre a aplicação e os bancos de dados (Quadro 5)

Quadro 5 - Resumo de Ferramentas Banco de dados

Tecnologia	Função
PostgreSQL	Armazenamento de informações estruturadas.
MongoDB	Armazenamento de dados não estruturados.
JDBC + APIs nativas	Conexão com bancos de dados relacionais e não relacionais.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

A arquitetura do sistema incorpora ferramentas robustas para autenticação, monitoramento e análise, assegurando segurança e eficiência na operação. O protocolo OAuth2, implementado com Keycloak, gerencia a autenticação e a autorização, protegendo o acesso aos recursos do sistema. Para o monitoramento em tempo real, foram adotados Prometheus e Grafana, que fornecem visualizações detalhadas e relatórios sobre o desempenho do sistema. Além disso, a ELK Stack (Elasticsearch, Logstash e Kibana) foi utilizada para análise de logs, facilitando auditorias, diagnóstico de falhas e resolução de problemas de forma ágil e confiável (Quadro 6).

Quadro 6 - Resumo de Ferramentas Banco de dados

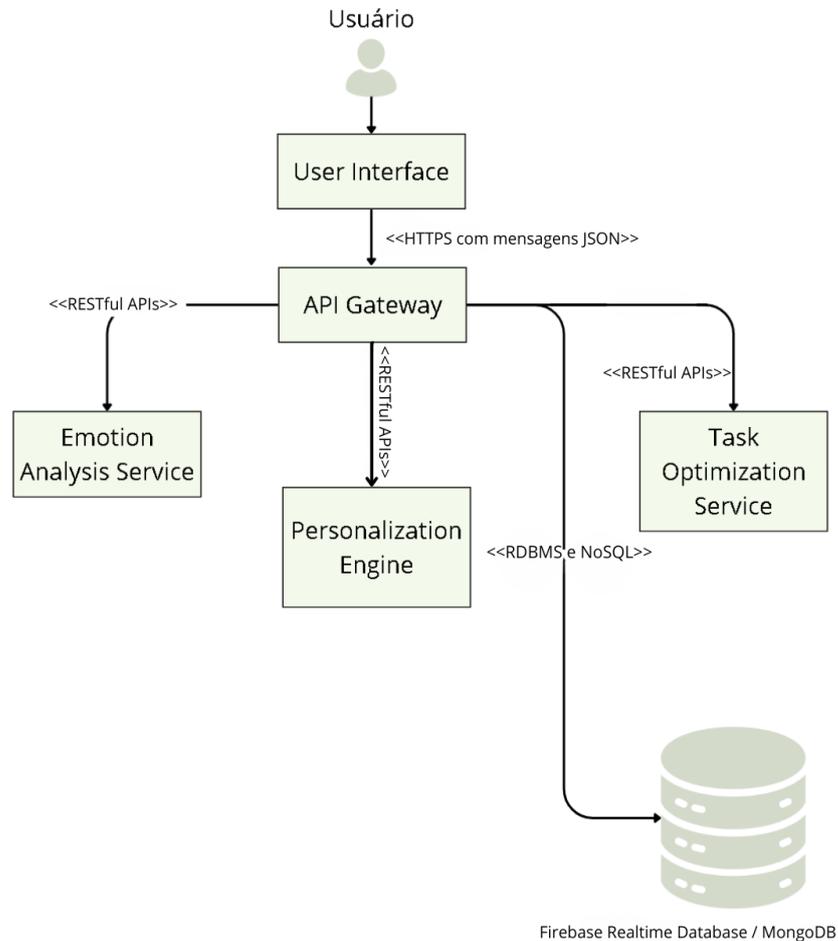
Tecnologia	Função
OAuth2 / Keycloak	Controle de autenticação e autorização de acesso.
Prometheus e Grafana	Monitoramento em tempo real e relatórios detalhados do sistema.
ELK Stack	Análise de logs para auditoria e resolução de problemas.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

3.3 Fluxograma de operação

O usuário interage com a Interface de Usuário (Frontend), realizando ações como consultas de rotinas ou registros de emoções. O Backend, por meio do API Gateway, recebe essas requisições, gerenciando a autenticação e autorização das operações. Em seguida, o Módulo de IAC processa os dados coletados, fornecendo análises personalizadas e feedbacks adaptados às necessidades do usuário. O Banco de Dados é responsável por armazenar e recuperar tanto informações estruturadas quanto não estruturadas, garantindo que o sistema atenda de forma eficiente às solicitações apresentadas na figura a seguir. A Figura 1 ilustra o processo descrito, detalhando a interação entre o usuário, os módulos do sistema e o armazenamento de dados.

Figura 1 - Representação do fluxograma de operação



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este projeto destinou-se a atender as necessidades específicas de pessoas com TEA, oferecendo funcionalidades voltadas para comunicação, rotina, monitoramento emocional, desenvolvimento cognitivo e personalização com inteligência artificial cognitiva. A seguir são descritas as funcionalidades do aplicativo, enfatizando como elas visam promover a qualidade de vida e integração social dos usuários que se encontram dentro do espectro.

4.1 Interface e navegação do aplicativo

A interface inicial do aplicativo funciona como o centro de acesso para todos os principais recursos da aplicação. O design visa garantir uma navegação simples e acessível, com opções de personalização voltadas ao público-alvo. O painel de controle fornece um resumo das tarefas e compromissos do dia do usuário, auxiliando na organização e previsibilidade no dia a dia do usuário.

Conforme apresentado na Figura 2, a tela de inicialização do aplicativo foi projetada com um fundo principal na cor #181818 (Cinza na escala RGB), selecionada para proporcionar um visual que minimize o desconforto ocular. Além disso, foram utilizadas as cores #78C3B5 (verde), #F9DB8A (amarelo), #578EC0 (azul) e #E3769B (rosa), cuja escolha foi fundamentada na Teoria das Cores. O tom azul foi integrado com o objetivo de promover bem-estar, transmitindo sensações de tranquilidade e leveza, características benéficas especialmente para indivíduos no espectro do autismo. Já as tonalidades de amarelo, rosa e verde, por sua proximidade cromática, foram selecionadas por seu potencial de estímulo social, frequentemente associadas à promoção de alegria e bom humor.

Figura 2 - Tela de inicialização do aplicativo

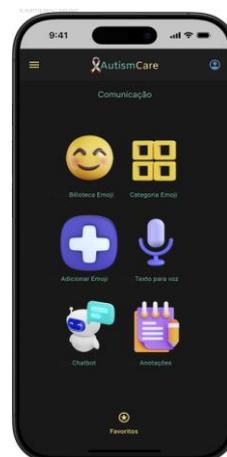


Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

4.2 Comunicação aumentativa e alternativa

O recurso de CAA permite que os usuários se comuniquem através de pictogramas, símbolos e textos para voz, atendendo a necessidade de comunicação alternativas. Essa funcionalidade foi criada para ajudar na socialização e facilitará a comunicação de usuários com dificuldade de fala e constituiu uma experiência inclusiva e adaptada (Figura 3).

Figura 3 - Tela de comunicação aumentativa e alternativa (CAA)



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

4.3 Agendamento de tarefas

O módulo de agendamento foi projetado para auxiliar os usuários a organizarem suas atividades diárias, ajudando na criação de uma rotina previsível, estruturada. A funcionalidade auxilia no planejamento e organização, com alertas visuais intuitivos que promovem um gerenciamento facilitado das tarefas diárias do usuário (Figura 4).

Figura 4 - Tela de calendário e tarefas



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

4.4 Jogos educativos e desenvolvimento cognitivo

Os jogos educativos incluídos no aplicativo foram desenvolvidos para estimular o desenvolvimento cognitivo e social dos usuários. Os jogos utilizam atividades interativas com habilidades sociais e de raciocínio, fornecendo uma experiência lúdica e enriquecedora (Figura 5).

Figura 5 - Tela de Jogos



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

4.5 Feedback emocional e monitoramento de emoções

O feedback emocional permite ao usuário registrar e monitorar suas emoções ao longo do tempo. A interface simples com ícones de emoções permite o monitoramento diário do estado emocional. A inteligência artificial cognitiva processa estes dados para customizar o conteúdo às necessidades emocionais do usuário, o que torna a interação mais eficaz e personalizada (Figura 6).

Figura 6 - Tela de registro emocional



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

]

4.6 Personalização e acessibilidade

A personalização é central neste aplicativo, com a IAC permitindo ajustes na interface e conteúdo conforme padrões de uso e preferências do usuário. Essa flexibilidade destaca-se frente a outros aplicativos, promovendo uma experiência personalizada e adaptada às necessidades individuais (Quadro 7).

Quadro 7 - Personalização com IAC x Outros Aplicativos

Funcionalidade	Aplicativo com IAC	Aplicativos Tradicionais
Personalização Dinâmica	Ajustes automáticos baseados em emoções e comportamento.	Ajustes limitados ou ausentes.
Acessibilidade Avançada	Configurações específicas para necessidades, como TEA.	Configurações genéricas.
Adaptação de Conteúdo	Recomendação baseada em aprendizado de máquina.	Foco em conteúdo fixo ou menos relevante.
Interatividade Inteligente	Respostas adaptadas em tempo real.	Interatividade limitada e pré-programada.

Interface Personalizável	Layout e elementos ajustáveis.	Padrões rígidos.
Aprendizado Contínuo	Melhora com o uso contínuo.	Não há aprendizado contínuo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo científico investigou o potencial de um aplicativo móvel assistido por Inteligência Artificial Cognitiva para promover habilidades sociais e comunicação em pessoas com TEA. Com base na revisão de literatura e no desenvolvimento do aplicativo, foi possível observar que tecnologias assistivas móveis desempenham um papel crucial na inclusão social e autonomia de indivíduos com TEA, particularmente quando adaptadas às necessidades específicas do usuário.

O aplicativo desenvolvido, por meio de funcionalidades como o feedback emocional, a CAA, e a personalização baseada em IA, demonstrou ser uma ferramenta promissora para atender a essas necessidades, facilitando a comunicação, o agendamento de tarefas e o monitoramento emocional. A integração da IAC permitiu um nível elevado de personalização e adaptação em tempo real, que se alinha com as particularidades e desafios do espectro autista, promovendo um uso intuitivo e acessível para o público-alvo.

Contudo, o desenvolvimento do aplicativo também enfrentou algumas limitações, como a complexidade de personalização contínua e as questões éticas relacionadas à coleta e ao tratamento de dados sensíveis. Além disso, devido à natureza teórica do estudo, ainda são necessários testes empíricos para avaliar a eficácia do aplicativo em contextos reais de uso, envolvendo tanto os usuários quanto os responsáveis e cuidadores. Sugere-se, portanto, a realização de estudos futuros que explorem a aplicabilidade prática e a viabilidade desse tipo de ferramenta em cenários cotidianos e com acompanhamento profissional.

Em suma, este estudo contribui para o campo das tecnologias assistivas ao destacar como a IAC pode aprimorar a usabilidade e a relevância de aplicativos para pessoas com TEA. A pesquisa ressalta a importância de soluções tecnológicas acessíveis e adaptativas, que respeitem a individualidade de cada usuário e promovam sua autonomia e inclusão social.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S.; GIORDANI, J. P.; YATES, D. B.; TRENTINI, C. M. **Avaliação de aspectos emocionais e comportamentais de crianças com Transtorno do Espectro Autista**. *Aletheia*, v. 54, n. 1, p. 85-95, 2021. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-03942021000100010.

ALMEIDA, P.; TORRES, M. **Estímulos visuais e auditivos no aprendizado socioemocional**. *Revista Brasileira de Psicologia Cognitiva*, 2023.

BROWN, J.; SMITH, R. **Cognitive Artificial Intelligence and Human Interaction. Journal of AI and Cognitive Science**, 2022.

FERNANDES, L.; CARVALHO, T. **IA Cognitiva e Autonomia em Pessoas com TEA. Revista de Inclusão e Tecnologia Assistiva**, 2022.

FERNANDES, M.; NOHAMA, P. **Jogos Digitais para Pessoas com Transtornos do Espectro do Autismo (TEA): Uma Revisão Sistemática.** Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa y Educación Tecnológica, La Plata, n. 26, p. 72-80, set. 2020. Disponível em: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592020000200009&lng=es&nrm=iso.

GARCIA, A.; MARTINEZ, D. **User Modeling in Adaptive Learning Systems. Journal of Applied Artificial Intelligence**, 2022.

GOMES, C. **Ética e Privacidade na IA Cognitiva para TEA. Revista de Ética e Inteligência Artificial**, 2023.

KIM, H. et al. **Adaptive Personalization in Learning Systems for Autism Spectrum Disorders. International Journal of Technology in Education and Learning**, 2021.

LEE, J.; JOHNSON, K. **AI Technologies in Educational Interventions for TEA. Educational Technology Research Journal**, 2023.

MACHADO RASMUSSEN, F. S.; DA COSTA SILVA, R.; NEIX, C. S. V. **O ensino e a atividade estruturada para a aprendizagem de pessoas com transtorno do espectro autista.** Revista Construção Psicopedagógica, São Paulo, v. 30, n. 31, p. 101-112, 2021. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/cp/v30n31/10.pdf>.

NASCIMENTO, F. C.; CHAGAS, G. S.; CHAGAS, F. S. **As tecnologias assistivas como forma de comunicação alternativa para pessoas com transtorno do espectro autista.** Revista Educação Pública, v. 21, n. 16, 4 maio 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/16/as-tecnologias-assistivas-como-forma-de-comunicacao-alternativa-para-pessoas-com-transtorno-do-espectro-autista>.

NEVES, J. E. D. A.; PEDRO, P. S. M.; HERNANDEZ, M. F. G.; FABRI JUNIOR, L. A. **Simulation of the Implementation of Domestic Solar Systems Using Multi-agent Systems from Web Scraping. Smart Innovation, Systems and Technologies.** Springer International Publishing, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-04435-9_8.

OLIVEIRA, S. M.; LIMA, R. A. **Rotina na Inclusão de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) na Educação Infantil: O que dizem os professores?** Universidade Federal de Pernambuco, 2016. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/39399/2404730/OLIVEIRA%3B+LIMA+-+2016.1.pdf/c3ede42c-9e93-4246-97c3-c7faef3f9cb4>.

PEREIRA, E. T. et al. **Comunicação alternativa e aumentativa no transtorno do espectro do autismo: impactos na comunicação.** CoDAS, São Paulo, v. 32, n. 6, p. e20190167, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/QxhXpZ3jckz6K3dyCdbVhXq/#ModalTutors>.

PIRES, E. F. M.; NEVES, J. E. D. **Os Benefícios do ChatGPT: Uma Abordagem para Potencializar Técnicas de Hardening.** 13º CONCISTEC - Congresso Científico da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IFSP, 2023. Disponível em: https://drive.ifsp.edu.br/s/e4nk2YzbHtCHaq6/download?path=%2F&files=41_OS%20BENEFICIOS%20DO%20CHAT%20GPT_%20UMA%20ABORDAGEM%20PARA%20POTENCIALIZAR%20T%C3%89CNICAS%20DE%20HARDENING.pdf.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Pearson, 2020.

SANTOS, P. K.; SCHWANKE, C.; WEBER MACHADO, K. G. **Tecnologias digitais na educação: possibilidades para o desenvolvimento da educação para a cidadania global**. Educação Por Escrito, v. 8, n. 1, p. 129-145, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2017.1.27674>.

SCOTINI, C. Y.; ORSATI, F. T.; MACEDO, E. C. **Levantamento e avaliação da acessibilidade de aplicativos para apoio ao aprendizado de crianças com diagnóstico de transtorno do espectro autista**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2021. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/cpdd/v21n1/v21n1a04.pdf>.

SILVA, M.; NASCIMENTO, J. **Aplicações Interativas para Desenvolvimento Socioemocional em TEA**. Revista de Educação e Tecnologia, 2021.