

# ALCATEA - Aplicativo para automatização de aplicação de testes de Transtorno do Espectro Autista

Alan Bendasoli Pavan<sup>1</sup>, Gustavo da Gama Souza<sup>1</sup>, Pâmella Andrade Moura do Carmo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física e Química – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)  
Caixa Postal 50 – 37.500-903 – Itajubá – MG – Brazil,

<sup>2</sup>APAE - Associação de Pais e Amigos do Excepcionais  
37.500-002 - Itajubá - MG - Brazil.

{alan,gustavogama}@unifei.edu.br, psicpamella@gmail.com

**Abstract.** *The recent expansion of the number of tools for the early diagnosis of Autism Spectrum Disorder (ASD) has been essential to offer adequate follow-up to each person according to their needs. From this perspective, computational tools play a fundamental role in promoting greater agility and systematization of these processes. In this way, the ALCATEA mobile app was developed with the objective of automating ASD scales and making a more systematized data collection. The mobile app allows the application of three different scales (ABC, ATA and M-CHAT) providing the diagnostic indicator and storing the results in a database cloud.*

**Resumo.** *A ampliação da quantidade de ferramentas desenvolvidas para o rastreio diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista (TEA) de forma precoce tem sido essencial para oferecer acompanhamento adequado a cada indivíduo. Sob tal perspectiva, ferramentas computacionais assumem um papel fundamental para promover maior agilidade e sistematização a esses processos avaliativos. Desta forma, o aplicativo ALCATEA foi desenvolvido com os objetivos de automatizar testes do TEA e de fazer uma coleta de dados mais sistematizada. O aplicativo permite a aplicação de três escalas diferentes (ABC, ATA e M-CHAT) fornecendo o indicativo de diagnóstico e armazenando os resultados em um banco de dados na nuvem.*

## 1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição de neurodesenvolvimento comum e muitas vezes altamente debilitante, cujas principais características de comportamento estão relacionadas a processos neurocognitivos bloqueados. Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO,2023) 1 em cada 100 crianças têm autismo. A possibilidade de se detectar precocemente o autismo é de extrema importância, pois apenas com um tratamento adequado e intensivo, a criança será estimulada a se desenvolver e não ficará tão comprometida pelo transtorno (FONSECA, 2015). Muitas vezes, por falta de capacitação dos profissionais, seja nos consultórios, nas escolas e nas instituições ou pela falta de informação da família juntamente com os aspectos sociais, diagnósticos de TEA são realizados tardiamente. Estudos de acompanhamento de longo prazo também mostram que os resultados de desenvolvimento de indivíduos autistas são

altamente variáveis, afetando a precisão dos resultados (PELLICANO, 2012). Então, a partir do diagnóstico completo e cauteloso, intervenções podem ser traçadas e ajudar no desenvolvimento do indivíduo.

Um conjunto de ferramentas, tais como testes psicológicos, testes genéticos ou, mais recentemente, testes digitais é, geralmente, utilizado para diagnosticar o transtorno. Dentre essas ferramentas citadas as escalas são as mais populares e acessíveis.

As escalas *Autism Behavior Checklist (ABC)*, *Modified Checklist For Autism in Toddlers (M-CHAT)* e Escalas de Traços Autísticos (ATA) são amplamente utilizadas para estudos e diagnósticos, sendo aplicadas principalmente em crianças. Elas possuem grande relevância no que se refere aos estudos e aplicações acadêmicas por serem de acesso aberto e de simples execução. Suas aplicações são dadas a partir de um formulário de questões, a qual o aplicador avalia o paciente com base em suas respostas ou nas respostas dos familiares e resultam em um escore que caracteriza a probabilidade da presença do transtorno.

Apesar dos testes psicológicos serem uma maneira eficaz de diagnosticar o TEA, infelizmente existem poucas escalas. Disponibilizar mais categorias e escalas aos aplicadores é de extrema importância para gerar diagnósticos mais precisos e que envolvam todos os bloqueios neurocognitivos. Um mapeamento completo do indivíduo diagnosticado além de auxiliar em seu desenvolvimento social, pode ser uma alternativa eficaz para evitar “falsos positivos” e garantir precisão nos resultados (OSTEEN, 2007).

Outro aspecto importante nesse assunto é a base de dados utilizada para a validação de testes e escalas. Em geral, essas bases são construídas com informações obtidas em outros países (europeus, norte americanos e asiáticos) cujas características, ambientais, socioeconômicas e genéticas são bastante diversas daquelas da população brasileira. Além disso, as dimensões continentais do Brasil e sua miscigenação tornaram sua população bastante singular.

Por isso, o desenvolvimento de dispositivos capazes de coletar, armazenar e organizar dados sobre TEA no Brasil é fundamental para o desenvolvimento de pesquisas sobre o assunto hoje e no futuro.

Nessa direção buscar a parceria de entidades, clínicas e profissionais que prestam atendimento às pessoas com TEA é central para se ter uma base de dados mais ampla, diversa e representativa. Dentre as entidades referências nesse atendimento podem ser apontadas a Associações de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), Associação dos Amigos dos Autistas (AMA), entre outras.

Pelo seu protagonismo no atendimento a crianças e jovens com TEA no Sul de Minas, optou-se buscar a APAE-Itajubá como parceira no levantamento da demanda e do desenho de uma solução digital. A instituição nos recebeu prontamente e depois de algumas reuniões foram definidas as seguintes demandas: agilização no processo de aplicação e obtenção dos scores de testes psicológicos; possibilidade de escolha da escala a ser aplicada sendo elas, ATA, ABC e M-CHAT que são as mais usadas na instituição; planilhamento e armazenamento automático dos resultados.

Desta forma foi proposta uma solução na forma de um aplicativo para celulares. O ALCATEA (Aplicativo para Automatização de Aplicação de Testes de Transtorno do Espectro Autista) é uma ferramenta capaz de aplicar testes psicológicos, fornecendo ao aplicador resultados em tempo real com gráficos e diferentes classificações de acordo com a escala selecionada. A ferramenta também armazena os resultados em um banco

de dados em uma plataforma *Firebase* na nuvem. É utilizado nativamente em sua base de códigos modelos das escalas ATA, M-CHAT e ABC, focando principalmente no diagnóstico do TEA em crianças. O aplicativo fornece ao fim de cada teste realizado um arquivo PDF com as informações do aplicador, data e hora da finalização do teste, observações e estatísticas.

## **2. O ALCATEA**

O aplicativo ALCATEA foi desenvolvido usando as linguagens *Kotlin* e *Java*, exclusivamente para aparelhos com sistema operacional Android de qualquer versão e possui capacidade de suportar todos os tamanhos de telas e densidades de pixel. A ferramenta possui a capacidade de armazenar até 1 gigabyte de informação em arquivos e 5 gigabytes em funções computacionais. O arquivo gerado ao fim de cada teste realizado é compactado, otimizando ainda mais o espaço de armazenamento disponível. Sua funcionalidade, além da capacidade de armazenamento de dados de pacientes, consiste em aprimorar e dar eficiência nas aplicações de testes psicológicos. Seu fluxo de execução foi revisado por aplicadores, proporcionando uma melhor usabilidade. O aplicativo também possui um sistema de autenticação para uso, tornando o conteúdo do banco de dados confiável e não manipulável.

Na fase de execução dos testes, o aplicador deve seguir a estrutura esquemática de cada escala. No exemplo da escala ATA, apresentada no vídeo de demonstração, o aplicador deve selecionar características sociais e comportamentais do paciente. De acordo com a quantidade de características selecionadas, é atribuída uma pontuação que, ao fim dos 23 itens apresentados na escala, é somada com os outros resultados, apresentando então uma pontuação final. As escalas utilizadas no desenvolvimento da aplicação possuem um método de pontuação distinta uma da outra. Enquanto na escala ATA é atribuída uma pontuação para quantidade de características selecionadas para um determinado item, a escala ABC contabiliza de acordo com a intensidade apresentada de cada item. Já na escala M-CHAT as perguntas são objetivas, com uma pontuação de 1 ou 0, referente a apresentação de comportamento ou não.

O registro das informações da aplicação é estruturado para que possa ser usado, futuramente, como entrada de dados em ferramentas de análise que usam aprendizado de máquina e as informações pessoais do paciente são descartadas após o processo de geração do arquivo em pdf. Para testes objetivos - respostas com “sim” ou “não” - pode ser utilizada a classificação binária no processo de aprendizado de máquina. Enquanto testes de escolhas múltiplas, pode ser utilizada uma classificação multiclases.

Nesse contexto, o ALCATEA busca promover uma maior precisão nos testes e fazer possíveis levantamentos de outras relações capazes de indicar um possível diagnóstico positivo.

## 2.1 Estrutura de funcionamento do aplicativo

O sistema do ALCATEA foi organizado em três etapas principais e uma etapa final de armazenamento.

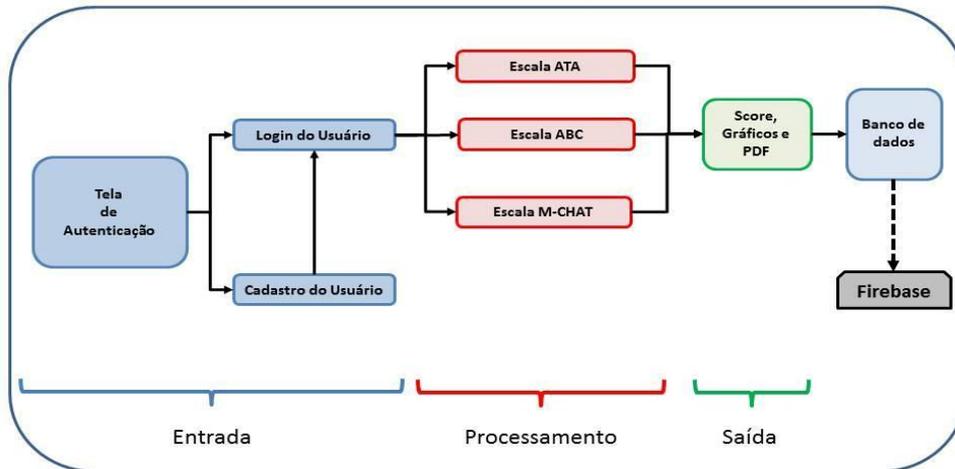


Figura 1. Fluxograma do funcionamento do aplicativo

O fluxograma completo do funcionamento do aplicativo é apresentado na Figura 1. A primeira etapa consiste na entrada de dados do usuário do aplicativo. Na tela de autenticação (Figura 2, esquerda) o usuário pode realizar seu cadastro ou fazer o login se já for cadastrado. Em seguida ele passa para a segunda etapa quando escolhe o teste a ser aplicado e executa sua aplicação.

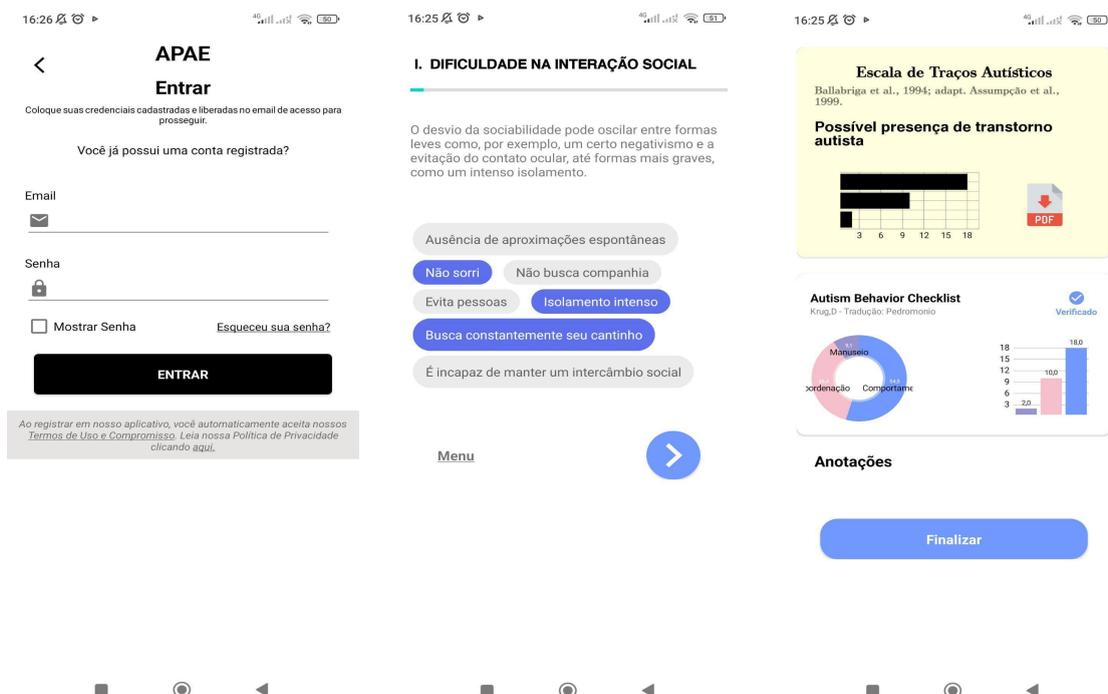


Figura 2. Telas de autenticação, da aplicação da escala ATA e do score obtido

Uma questão presente na escala ATA ilustra o funcionamento dos botões (Figura 2, central). Após o processamento da aplicação do teste um conjunto de informações são apresentadas ao aplicador como um arquivo de saída de dados e alguns elementos gráficos. Na terceira etapa os dados de saída são organizados em um arquivo PDF, em gráficos dos pontos obtidos no teste e um score com o diagnóstico (Figura 2, direita) relacionado ao teste. Na etapa final os dados são enviados a uma plataforma de armazenamento na nuvem e são organizados na forma de um banco de dados.

## 2.2 Funcionalidades do aplicativo

- Visualização de gráficos e estatística em tempo real: Apresenta gráficos e pontos críticos após finalizar qualquer um dos testes disponíveis. Não necessita de rede para finalizar uma aplicação e receber os resultados finais. O resultado é apresentado em formato simples e sistematizado por testes relevantes já existentes.
- Fluxo de aplicação ordenado: Possui uma navegação prática e um fluxo de aplicação contínuo. Estruturado com o intuito de manter a praticidade ao aplicador. Três testes são disponibilizados com categorias diferentes e com faixas etárias específicas.
- Armazenamento do resultado em arquivos compactados: Geração automática de arquivos em PDF, contendo todas as informações relevantes (estatísticas, observações, respostas obtidas e gráficos). Não possui demanda de memória interna por ser pré compactado. Possui campo de observações para anotações e é registrado com hora e data após a finalização.
- Banco de dados: Armazenagem de dados não manipuláveis e organizados em linhas de códigos, para serem facilmente exportadas em formatos próprios para importar em softwares de aprendizado de máquina. Possui compatibilidade em exportar para o formato .XDF.
- Compatibilidade de dispositivos: Possui compatibilidade com inúmeros tipos de dispositivos, capaz de suportar diferentes formatos de telas, densidades de pixel e versões do android.
- Interação entre API's: Capaz de suportar troca de informações entre diferentes dispositivos móveis.

## 2.3. Descrição de demonstração

A apresentação das funcionalidades e uma demonstração do funcionamento do aplicativo encontra-se no vídeo hospedado no endereço eletrônico apresentado a seguir: <https://www.youtube.com/watch?v=Wz5ayld1PzM>.

No vídeo é apresentado o processo de autenticação, cadastro e login do usuário. Em seguida é apresentada a página com a opção de escolha entre as três escalas implementadas. Um exemplo da aplicação da escala ATA é demonstrado gerando o *score* final, os gráficos de pontuação e o arquivo PDF com as respostas do teste. Por

fim, é demonstrado o armazenamento dos dados obtidos na plataforma *Firebase* e como pode ser obtida uma planilha com extensão CSV dos dados armazenados.

### **3 Conclusões e Perspectivas**

O desenvolvimento de ferramentas computacionais aplicadas à área da saúde, física ou mental tem sido um fator de extrema relevância na ampliação da eficiência e eficácia de tratamentos e principalmente diagnósticos.

A solução aqui apresentada na forma de um aplicativo (ALCATEA) pode contribuir significativamente no aumento da frequência de investigação de TEA e no armazenamento de dados promovidos pela unidade da APAE-Itajubá. Uma rodada de teste de usabilidade e funcionamento do aplicativo foi realizada por uma funcionária da APAE simulando a situação de atendimento a três pacientes fictícios. Segundo seu relato, o aplicativo mostrou-se amigável ao usuário e gerou os resultados esperados para o que foi programado. Uma tomada de dados está programada para o próximo semestre. Para tal, o projeto será submetido a um comitê de ética e será implementado um mecanismo para anonimização dos dados e respeito à LGPD.

Futuramente, no intuito de fornecer maior precisão e amplitude nos diagnósticos indicados pelo ALCATEA, pretende-se realizar a adição de mais escalas ampliando a capacidade de análise de outros fatores motores e psicológicos bem como de outras faixas etárias. Além disso, a incorporação de um questionário socioeconômico no aplicativo pode lançar mais luz na influência das questões sociais nos diagnósticos.

Análises mais expressivas e detalhadas podem ser obtidas por meio do uso de ferramentas de inteligência artificial embarcadas ou não, desde que o banco de dados usado seja apropriado. Isso pode ser obtido estendendo o uso do aplicativo para outras unidades das APAE'S no estado Minas Gerais e possivelmente no Brasil. Isso forneceria um retrato mais fiel e preciso da distribuição e características das pessoas com TEA no país fornecendo dados e fatos para o adequado desenvolvimento de políticas públicas.

### **4 Referências Bibliográficas**

WHO - World Healthy Organization, Disponível em:

<<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>>. Acesso em: 08 de Abr de 2023,

Fonseca P. ; Cristina B. ; "Transtornos do Espectro Autista", Importância e Dificuldade do Diagnóstico Precoce. p. 4, (2016).

Pellicano E. "The Development of Executive Function in Autism", *Autism Res Treat* 2012; 2012:146132. doi: 10.1155/2012/146132. Epub 2012 Jul 5.

Osteen M. , "Autism and Representation", *A Comprehensive Introduction*. ed. 1st, p. 48, (2007).