

# Desenvolvimento Interdisciplinar de um Jogo Digital Para Aprimorar Cognição Social em Adolescentes com TEA

Valéria Farinazzo Martins, André Andriotti, Carlos de Oliveira, Rafael J. Pezeiro, Claudionor Domingues, Leonardo Veríssimo, Natália Becker

**Resumo**— O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por dificuldades nas interações sociais e comunicação, bem como pela presença de comportamentos restritos ou repetitivos. Ao atingir a adolescência, indivíduos com TEA muitas vezes enfrentam um ambiente mais amplo e relações mais complexas. É importante, portanto, encontrar maneiras de desenvolver e aprimorar as habilidades de cognição social desses indivíduos. Descrevemos aqui o processo de desenvolvimento de um jogo digital chamado TEACOG para o treinamento da cognição social em adolescentes com TEA. Este projeto foi realizado por uma equipe interdisciplinar de sete pessoas das áreas de ciência da computação e psicologia, além de estudantes de graduação e pós-graduação e uma pessoa com autismo.

**Index Terms**— Serious Game, Digital Game, ASD, Autism, Social Cognition, Adolescence.

## I. INTRODUCTION

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um transtorno do neurodesenvolvimento que afeta as habilidades sociais relacionadas à interação e comunicação social, incluindo reciprocidade emocional, comunicação não-verbal e a capacidade de manter relacionamentos saudáveis [1]. Profissionais de múltiplas áreas da saúde têm buscado desenvolver diferentes ferramentas e intervenções para ajudar indivíduos com TEA a desenvolver ou aprimorar essas habilidades. Uma das intervenções frequentemente adotadas em ambientes educacionais e terapêuticos são os jogos sérios. Esses jogos visam simular experiências da vida real para proporcionar aprendizado prático ao indivíduo e podem ser jogados presencialmente ou por meio de jogos digitais [2]. Essa abordagem é amplamente utilizada no tratamento de pacientes com transtornos do neurodesenvolvimento, especialmente aqueles dentro do TEA. Como indivíduos com TEA tendem a se envolver de maneira eficaz com a tecnologia [3], o uso de uma abordagem com o uso de jogos sérios digitais têm sido recomendado para treinar indivíduos com TEA a melhorar suas habilidades sociais.

Em relação às habilidades sociais e ao TEA, a literatura aborda principalmente as habilidades de cognição social, um conjunto de habilidades relacionadas ao processamento de informações emocionais e sociais [4]. Embora haja sejam crescentes as pesquisas apresentando evidências da eficácia do treinamento de habilidades de cognição social em crianças e adolescentes com

TEA [5][6], terapeutas e educadores frequentemente assumem que eles não desejam interação social e, portanto, não fornecem treinamentos baseados em evidências para melhorar essas habilidades [7].

Assim, o foco deste estudo é o desenvolvimento de um jogo sério digital para treinar habilidades de cognição social em adolescentes com TEA em contextos clínicos ou educacionais. Este estudo está organizado da seguinte forma: Seção I Introdução, Seção II descreve a fundamentação teórica dos conceitos de TEA e cognição social; Seção III descreve o desenvolvimento do jogo e as diferentes etapas necessárias para atingir o objetivo da pesquisa; Seção IV apresenta os resultados e a avaliação de especialistas do jogo; e a Seção V contém algumas considerações finais e direções futuras em relação ao trabalho.

## II. THEORETICAL FOUNDATION

### A. Transtorno do Espectro Autista

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por comprometimentos sociais e comportamentais em relação à comunicação verbal e não-verbal e ao funcionamento social, bem como padrões de comportamento ou interesse restritos e repetitivos [1]. Em 2023, 1 em 36 crianças de oito anos nos Estados Unidos foram relatadas como tendo TEA, sendo 3,8 vezes mais comum em meninos [8]. Isso representa um aumento de 22% em comparação com um estudo anterior que relatou que 1 em 44 crianças da mesma idade tinham TEA [9].

Além dos sintomas principais, indivíduos com TEA frequentemente exibem uma gama de condições médicas, comportamentais ou psiquiátricas concorrentes que exercem efeitos adicionais sobre seu funcionamento diário e qualidade de vida geral [10]. É notável que muitas dessas condições comórbidas perduram ao longo da vida.

Em indivíduos com desenvolvimento típico, o surgimento de desafios específicos da adolescência, como formar relacionamentos de apoio com pares, tomar decisões independentes e ganhar autonomia dos pais, desempenha um papel preditivo em seu funcionamento adaptativo na idade adulta, incluindo áreas como competência no trabalho e nos relacionamentos românticos [10]. Por outro lado, para indivíduos com TEA, os comprometimentos sociais podem se intensificar durante a adolescência, com a crescente complexidade das demandas sociais. A exposição a situações interpessoais desafiadoras e redes de pares pode dificultar

interações sociais significativas e o desenvolvimento de habilidades sociais cruciais. A maioria dessas dificuldades em relação a situações interpessoais para adolescentes com TEA decorre dos domínios da cognição social, um construto complexo que envolve habilidades relacionadas ao processamento de informações emocionais e sociais.

Esses problemas são exacerbados pela falta de instalações de reabilitação locais e nacionais adequadas, pela escassez de profissionais treinados com base em evidências e pelas disparidades nos níveis de treinamento de reabilitação oferecidos a crianças e adolescentes com TEA [11]. Consequentemente, há uma necessidade crítica de explorar métodos de intervenção alternativos que ofereçam maior conveniência e acessibilidade, particularmente em relação ao treinamento da cognição social durante a adolescência.

### *B. Cognição Social*

A cognição social é um construto relacionado a um mecanismo sutilmente ajustado para discernir e analisar pistas socialmente relevantes. Ela integra continuamente essas pistas com o estado fisiológico interno do indivíduo, dando origem a uma resposta comportamental sutil às demandas específicas da situação atual [12]. É importante que esse processo cognitivo tenha dinamismo e flexibilidade, pois o contexto social muda continuamente e é atualizado com novas informações. A cognição social também é útil na codificação e interpretação de pistas sociais, gerando comportamentos e reações que são apropriados ao contexto, à pessoa e ao estado mental [13]. A cognição social é considerada um construto multidimensional dividido em quatro domínios com sobreposição parcial: processamento emocional, percepção social, teoria da mente/atribuição de estado mental e estilo/viés de atribuição [14].

A cognição social está presente na vida humana desde o nascimento. Naturalmente, no início, ela é rudimentar, mas rapidamente se torna mais complexa juntamente com o desenvolvimento neurobiológico das crianças e sua exposição à estimulação ambiental. Deficiências dentro ou entre os domínios da cognição social, à medida que os indivíduos navegam pelas complexidades de um mundo social complexo, podem impactar significativamente o funcionamento e a qualidade de vida a longo prazo daqueles com TEA. Esses domínios são exercitados com diferentes graus de funcionalidade em indivíduos com TEA, dependendo do treinamento e das habilidades desenvolvidas. Eles podem ser considerados funcionais quando esses domínios produzem um ambiente acolhedor, saudável e produtivo, com interações em evolução [7] [15].

Consequentemente, há um crescente interesse em intervenções que visam esses aspectos da cognição social. No entanto, o desenvolvimento de intervenções de cognição social para adolescentes com TEA não acompanhou o ritmo dos tratamentos para crianças mais novas e adultos. Embora alguns estudos tenham incluído participantes na faixa etária adolescente [16][17][18], há uma falta de intervenções especificamente voltadas para adolescentes.

### *C. Visão Geral dos Jogos Digitais para Autismo*

Um dos maiores problemas nos estudos de jogos digitais desenvolvidos para aumentar as habilidades de adolescentes com autismo é a falta de dados suficientes para comprovar o impacto benéfico do jogo no indivíduo. Hourcade et al. [19] analisaram os impactos sociais de vários jogos em crianças com TEA e os resultados foram positivos. No entanto, os pequenos tamanhos das amostras envolvidas enfraqueceram a validade da avaliação, dificultando a extrapolação dos resultados de forma mais geral. Os autores da análise recomendam que estudos futuros utilizem amostras maiores para garantir a eficiência de tais jogos.

Em uma revisão da literatura [20], os autores analisaram estudos em relação a 31 jogos destinados a beneficiar pessoas autistas e destacaram os pequenos tamanhos das amostras utilizadas, indicando que este era um problema geral que dificultava a comprovação da eficácia desses jogos.

O problema também afeta estudos focados em adolescentes com TEA. Em um estudo de [21], os autores apontaram a necessidade de mais pesquisas sobre adolescentes e adultos autistas, enfatizando a importância de continuar o trabalho nesta área para encontrar a melhor maneira de apoiar essa população à medida que avançam para a idade adulta. Apesar dessas descobertas descritas acima, é geralmente aceito que jogos digitais bem projetados, adaptados ao jogador autista, podem ter um impacto positivo como ferramenta terapêutica. Isso foi reforçado no estudo de [20], no qual os autores apontaram a importância de prestar atenção ao design do jogo e a necessidade de desenvolver uma estrutura específica para garantir uma boa experiência do usuário.

Kagohara et al. [22] demonstraram que jogos digitais tiveram resultados positivos no tratamento de transtornos do desenvolvimento usando dispositivos móveis, o que permite a um público maior de pessoas com TEA acessar esses jogos, dada a ampla utilização de celulares, permitindo que pessoas autistas pratiquem habilidades sociais sempre que desejarem.

### *D. Reconhecimento de Voz*

A conversa é a principal forma de comunicação e a maneira mais eficiente de troca de informações entre seres humanos [23]. A Associação Americana de Psiquiatria lista dificuldades na fala como um dos déficits de comunicação de pessoas autistas, o que pode comprometer a vida social do indivíduo. Portanto, recomenda-se que pessoas diagnosticadas com TEA busquem um terapeuta especializado em fala para desenvolver esse aspecto [24]. Estudos realizados por [25] apresentaram uma visão otimista em relação ao uso da tecnologia, argumentando que o uso do reconhecimento de voz para ajudar pessoas autistas a melhorar suas habilidades de comunicação tem grande potencial.

O processo de reconhecimento de voz deve seguir etapas para capturar a fala do usuário com a maior precisão possível. Esse processo envolve detectar o início e o fim da fala, transformar a forma de onda em fonemas e entender a linguagem natural. Como ilustrado na Figura 1, o reconhecimento de fala consiste em uma série de módulos projetados para capturar a entrada de voz (emitida pelo

usuário), entender o que foi capturado, executar as transações ou tarefas computacionais e responder adequadamente [26].



Figura 1. Módulos de reconhecimento de fala [26].

O ponto final detecta o início e o fim da fala capturando o silêncio e determina a forma de onda. A onda é empacotada e enviada para o módulo de extração de características, que transforma a demarcação do que foi ditado em fonemas e cada um deles é atribuído a um número chamado vetores de características. Em seguida, o módulo reconhecedor usa a sequência de vetores de características para determinar as palavras que o usuário disse. O módulo de compreensão de linguagem natural atribui significado às palavras faladas por meio de um conjunto de blocos de valor. Um bloco é definido para cada peça de informação relevante para a aplicação: chamados de palavras-chave. Assim, o módulo de gerenciamento de diálogo começa. O gerenciador de diálogo determina as ações do sistema entre as várias possibilidades, como acessar o banco de dados ou executar uma transação [27].

#### E. Trabalhos Relacionados

Alguns estudos focados no treinamento de cognição social em adolescentes foram identificados na literatura. Um estudo realizado por pesquisadores nos Estados Unidos buscou mapear como pessoas autistas e suas famílias utilizavam seu tempo livre. O estudo relatou que a maioria do grupo analisado (um total de 103 participantes que atendiam aos critérios de pesquisa) passava o tempo assistindo TV ou usando o computador e geralmente eram acompanhados pelas mães ou ficavam sozinhos. Houve poucas evidências de outras interações sociais, com fatores como renda familiar e localização geográfica (áreas classificadas como perigosas) reduzindo marcadamente essa interação social [28].

Diante dessa situação, algumas iniciativas foram desenvolvidas para treinar uma gama de habilidades em pessoas com TEA. Um desses recursos foi o programa Tratamento e Educação de Crianças Autistas e com Deficiências de Comunicação Relacionadas (TEACCH), que incluía estratégias para ensinar habilidades sociais usando métodos como dramatização e uso de atividades sociais estruturadas, bem como treinar os indivíduos a interpretar pistas sociais e interagir com outros em diferentes contextos. Uma meta-análise de 13 estudos, na qual 172 indivíduos foram expostos ao TEACCH, encontrou um efeito pequeno ou negligível nas habilidades motoras, verbais, cognitivas, de comunicação e nas habilidades diárias. Os ganhos em relação ao comportamento social e ao comportamento inadequado foram maiores, mas o estudo reconheceu que suas descobertas deveriam ser consideradas exploratórias, pois eram baseadas em dados limitados [29].

Dois outros estudos importantes, ambos produzidos na Suécia, buscaram avaliar o treinamento de habilidades sociais (SST) aplicado por um curto período [30] e por um longo período [31]. Os resultados do primeiro estudo indicaram que o treinamento de

curto prazo produziu aprendizado, mas que não foi retido a longo prazo, enquanto o segundo estudo relatou que as habilidades ensinadas por um longo período foram mantidas. No entanto, embora o segundo estudo tenha relatado os resultados mais promissores, os autores concluíram que a eficácia do treinamento não foi estatisticamente significativa.

Outra estratégia usada no treinamento da cognição social é a realidade virtual. Em um estudo realizado com um grupo de pessoas autistas em transição para a idade adulta, os participantes obtiveram uma aquisição considerável da Teoria da Mente (ToM), aumento no reconhecimento de emoções e melhorias no funcionamento social e ocupacional na vida cotidiana, e esses efeitos foram duradouros [32].

Uma revisão sistemática da literatura brasileira encontrou que as estratégias mais comuns usadas para ensinar cognição social em adolescentes e adultos autistas são o Ensino por Tentativa Discreta (DTT) ou ensino naturalista. O modelo DTT remonta ao final da década de 1980 e é baseado em uma intervenção "um a um" com apenas o terapeuta e o paciente. Nesse método, instruções, recursos e treinamentos são realizados para, posteriormente, generalizar o comportamento. Os resultados apresentados na revisão demonstraram a eficácia do treinamento, com ênfase na aquisição de maior autonomia pelos pacientes [33].

Constain et al. [34] apresentaram um framework chamado FRIDA para o desenvolvimento ágil de software acessível para usuários com TEA, a fim de fortalecer habilidades emocionais e sociais em intervenções com pessoas autistas. No projeto, foram aplicados modelos colaborativos de design thinking e metodologias ágeis de design de software, focando em três grupos: desenvolvedores de software, terapeutas e familiares de pessoas com TEA.

Existem poucos instrumentos que visam especificamente o treinamento de cognição social para pessoas autistas, às vezes pela dificuldade de criar situações realistas do cotidiano e, às vezes, pela discordância em relação aos critérios baseados em evidências para comprovar a eficácia do treinamento. O modelo mencionado anteriormente que usava realidade virtual apresentou boas evidências de aprendizado. O treinamento era na forma de interação entre dois personagens em múltiplos ambientes (um prédio de escritórios, uma sala de sinuca, um restaurante fast-food, uma loja de tecnologia, um apartamento, uma cafeteria, uma loja outlet, uma escola, um acampamento e um parque). Em cada cenário, um treinamento específico era realizado com base em habilidades pré-determinadas. Após o treinamento, os participantes apresentaram pontuações aumentadas em testes que avaliavam cognição social [32].

Este estudo se alinha ao de [32], pois utiliza uma série de cenários do cotidiano enfrentados por pessoas autistas para fornecer treinamento em cognição social; no entanto, em vez de realidade virtual, foi usado um jogo baseado em perguntas e respostas com reconhecimento de voz.

### III. DESENVOLVIMENTO DO JOGO

Este projeto está em desenvolvimento desde agosto de 2022 e envolve uma equipe composta por quatro alunos do curso de Ciência da Computação da universidade, como parte de seu

curso de graduação, um pesquisador em computação (mais especificamente em interação humano-computador), um psicólogo do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Desenvolvimento Humano e Distúrbios, completando seu mestrado, e um pesquisador na área de psicologia - ambos os pesquisadores são do mesmo programa de pós-graduação, dando ao projeto um caráter interdisciplinar.

Para alcançar o objetivo geral deste projeto – o desenvolvimento de um jogo para treinar adolescentes com TEA em cognição social, usando cenários nos quais ocorrem interações sociais – foram realizadas as seguintes etapas:

- Uma revisão bibliográfica dos tópicos envolvidos, focando em TEA e nas principais habilidades necessárias para adolescentes autistas.
- Um estudo das tecnologias relacionadas ao reconhecimento de voz e as linguagens de programação necessárias para a construção do jogo digital.
- Reuniões frequentes da equipe interdisciplinar para que as etapas do desenvolvimento da aplicação pudessem ser discutidas e validadas.
- A concepção e desenvolvimento (análise, design e implementação) de um jogo para treinar as habilidades sociais de pessoas autistas capturando áudio e sons.
- Testes da aplicação pelos pesquisadores para atingir os requisitos mínimos estabelecidos.
- Avaliação da usabilidade do jogo desenvolvido, realizada por especialistas, incluindo profissionais que pesquisam ou assistem pessoas com TEA e profissionais especializados em usabilidade.

O projeto consiste no desenvolvimento de um jogo para dispositivos móveis, voltado para adolescentes autistas, que lhes dá acesso a situações do cotidiano para que possam aprender a lidar com essas situações de maneira divertida e prática, com o objetivo de melhorar as habilidades de interação com o mundo. Para alcançar isso, vários cenários e situações são apresentados, nos quais o jogador deve interagir verbalmente através do reconhecimento de voz, obtendo feedback para cada resposta escolhida. Um menu de "dicas" também foi desenvolvido, sempre disponível para o usuário acessar e ler sobre como se comportar adequadamente em cada cenário do jogo. Além disso, o nome do jogador e o e-mail do terapeuta são registrados no início do jogo, para que o profissional possa acompanhar o progresso do paciente e desenvolver estratégias de intervenção adequadas.

Os cenários são os ambientes cotidianos vivenciados pelos adolescentes e refletem aspectos práticos da vida, como ir a um restaurante (lancheonete), ir a uma festa de aniversário, uma interação online, uma interação em sala de aula e uma ida às compras.

As principais habilidades que são praticadas (e que são descritas com mais detalhes abaixo) são: habilidades de negociação, assertividade, motivação social, empatia, comunicação social, reconhecimento de estados emocionais, atenção compartilhada, habilidades de civilidade, interpretação

de metáforas, autorregulação e comunicação não-verbal.

A metodologia para o desenvolvimento deste jogo é baseada em uma abordagem iterativa de desenvolvimento de sistemas de software, combinando características de desenvolvimento de cima para baixo e de baixo para cima. Isso gera versões (ou protótipos) que são refinadas sucessivamente até que um nível de maturidade seja alcançado que atenda aos requisitos inicialmente identificados [35]. Nesse tipo de abordagem, o sucesso do projeto depende do conhecimento dos designers sobre quem são seus usuários, do trabalho conjunto da equipe e da criação e teste rápido das várias versões do jogo. As etapas do desenvolvimento do jogo são apresentadas a seguir.

#### A. *Requirements Analysis*

A análise de requisitos determina a funcionalidade e as restrições necessárias no sistema antes de começar a desenvolvê-lo. Dessa forma, a fase de implementação tem objetivos claros para determinar onde começar a construção do software, pois essa etapa também determina a prioridade de cada requisito. Entre os requisitos funcionais determinados pelos desenvolvedores junto com os especialistas, estavam:

- O profissional de psicologia deve poder acompanhar o progresso do paciente no jogo.
- O jogo deve ter um avatar representando a pessoa que interage com o jogador.
- No jogo, o avatar deve se comunicar com o jogador por meio de uma voz pré-processada.
- O jogador deve responder às perguntas usando sua voz, embora haja opções para respostas escritas na tela.
- O jogador deve poder pressionar um botão (em relação a uma das possíveis respostas) após três tentativas falhadas de reconhecimento de voz.
- Se o jogador selecionar uma resposta incorreta, o jogo deve fornecer um feedback apropriado e motivador e permitir que o jogador tente novamente.
- O jogo deve manter um histórico das respostas do jogador.
- O jogo deve fornecer um relatório de respostas ao especialista em psicologia.

Os requisitos não funcionais para o jogo eram:

- O jogo deve ser desenvolvido de maneira a garantir a melhor experiência do usuário para alguém com Transtorno do Espectro Autista.
- O grupo deve decidir sobre a identidade visual do jogo.
- O jogo deve suportar reconhecimento de voz.
- O jogo será desenvolvido para dispositivos móveis.
- O jogo requer acesso à internet.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, foram realizadas reuniões quinzenais entre todos os membros, com o objetivo de compartilhar o progresso do trabalho, discutir eventuais problemas e decidir os próximos passos a serem tomados.

### B. Design

Levando em consideração os resultados da análise de requisitos e a ordem em que cada funcionalidade precisava ser implementada, iniciou-se a fase de design, na qual foram definidas as ferramentas, plataformas e equipes adequadas para garantir a eficiência e eficácia em relação ao desenvolvimento do produto. À luz disso, foi decidido que o projeto deveria ser desenvolvido na plataforma de desenvolvimento de jogos Unity Engine, usando as linguagens de programação C# e SQLite; um algoritmo de detecção de voz também foi desenvolvido usando as bibliotecas fornecidas pela própria linguagem para implementar tal funcionalidade. Para isso, o pacote “*Mobile Speech Recognizer*” foi integrado ao protótipo [36], o que permite que o reconhecimento de voz funcione com dispositivos móveis de maneira simples. Em resumo, essa ferramenta usa o mecanismo de reconhecimento de voz do sistema operacional do dispositivo e se comunica por meio de *scripts Unity*, enviando objetos do tipo de dados *string*.

A seguir, o grupo de desenvolvimento foi dividido em duas equipes com dois membros cada: a equipe de design e a equipe de desenvolvimento. A primeira foi responsável por planejar e construir telas usando a ferramenta Figma [37] para cada recurso do jogo, enquanto a segunda foi encarregada de implementá-los usando a plataforma Unity.

As Figuras 2 e 3 abaixo mostram alguns dos modelos de tela projetados para a aplicação. Eles foram concebidos em colaboração com os especialistas para validar os componentes visuais em um dispositivo móvel.

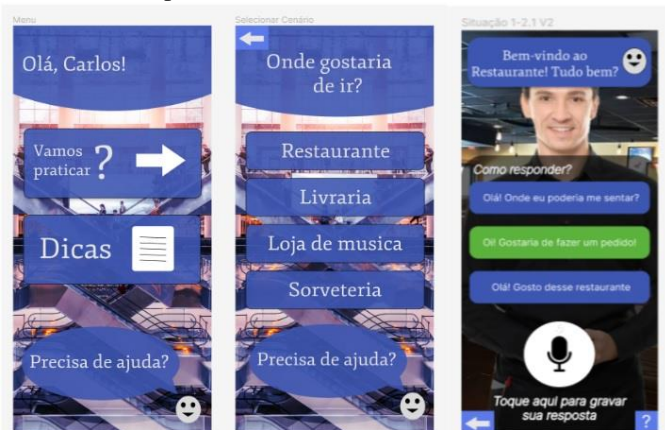


Figura 2. Modelos de telas do menu e da seleção de cenário.



Figura 3. Modelos de telas de feedback e dicas.

As decisões sobre o estilo gráfico da aplicação, a paleta de cores dos menus, as opções disponíveis e os cenários foram tomadas por consenso em reuniões da equipe, dado seu papel essencial no engajamento do usuário. A cor azul foi escolhida como a principal, pois é uma cor “amigável” que geralmente é usada para representar o TEA. Ela foi escolhida entre nove exemplos gerados pela inteligência artificial DALLE-E 2 [38], por meio de reuniões e uma votação online. O jogo pode gerar imagens únicas com base em um tipo escolhido pelo usuário. Usando o mesmo processo, foi escolhido um “mascote” oficial para o projeto, ilustrado na Figura 4.

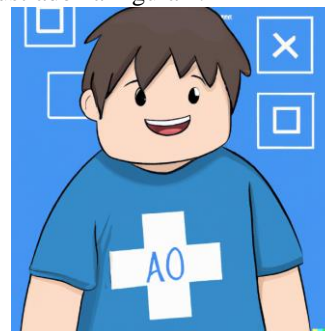


Figura 4. Imagem base do mascote gerada pelo DALLE E 2 [38].

### C. Implementação

Reuniões periódicas com especialistas foram necessárias para realizar a fase de implementação, definir os requisitos obrigatórios para o desenvolvimento do jogo e planejar o *design* final do produto, que foi utilizado como base durante a implementação para garantir um jogo com uma boa experiência para o usuário final.

Durante esta fase do projeto, várias funcionalidades foram implementadas para garantir o desenvolvimento de um produto que atendesse aos requisitos definidos e cumprisse o objetivo final de forma satisfatória:

- A definição e teste do algoritmo de reconhecimento de voz: o reconhecimento de voz é uma parte importante do projeto, portanto, recebeu grande atenção desde o início. Para capturar o que o jogador diz, foi utilizado um asset de reconhecimento de fala móvel, disponível para uso na Unity Engine [36], que reconhece o que foi dito e compara com as opções

mostradas na tela. Se a comparação resultar em 70% ou mais de compatibilidade, o algoritmo define isso como a opção escolhida pelo usuário.

- A criação de um mecanismo a ser aplicado em caso de falha no reconhecimento de voz: por vários motivos, o reconhecimento de voz pode não entender corretamente o que o jogador está dizendo ou não encontrar compatibilidade com uma das opções. Assim, foi criado um mecanismo que permite ao usuário acessar botões para selecionar uma resposta se o reconhecimento de voz não tiver sucesso após três tentativas.
- O cenário "Restaurante" foi desenvolvido de acordo com o roteiro proposto. A intenção é criar vários cenários diferentes; no entanto, para esta versão base do jogo, apenas este cenário foi desenvolvido.
- A criação da primeira versão do jogo, baseada nas funcionalidades descritas acima, para testar se os recursos básicos estavam funcionando conforme o esperado, para que, após serem validados pelos especialistas, pudessem ser usados como uma versão base para continuar o restante do desenvolvimento. Neste ponto, o jogo tinha apenas a tela "Situação" funcionando para realizar testes de reconhecimento de voz e situações avançadas.
- Configuração do banco de dados local: um banco de dados SQLite local foi utilizado para armazenar dados pessoais (nome e e-mail do profissional de psicologia) e informações sobre o progresso do jogador, como onde ele está em um determinado cenário. O banco de dados é essencial para a funcionalidade da aplicação, pois toda a lógica de progresso do jogador no cenário está sendo registrada e recuperada usando as tabelas definidas neste banco de dados. Ele é configurado localmente no dispositivo do usuário para evitar longos tempos de carregamento durante o jogo. Não ocupa muito espaço de armazenamento no dispositivo móvel, pois armazena apenas informações que exigem pouca memória.
- Envio do relatório por e-mail: a ideia do jogo é servir como uma ferramenta durante o período de tratamento do paciente com um profissional de psicologia, então foi desenvolvido um mecanismo que permite o envio de um relatório para o e-mail do psicólogo (definido na tela de "Cadastro"), para que ele tenha um registro das opções escolhidas pelo paciente. Isso ajuda a entender quais pontos focar no processo terapêutico. O relatório é montado a partir das informações coletadas no banco de dados local e o psicólogo pode ver qual opção foi escolhida em qual cenário e quantas tentativas foram necessárias, além de saber qual opção foi escolhida em cada tentativa. O relatório é enviado quando um cenário é concluído.
- Desenvolvimento da versão final do projeto: após

implementar todos os pontos descritos acima, a última etapa foi criar a versão final do jogo, que foi realizada com base no design definido a partir de reuniões entre os especialistas e ideias propostas pela equipe de design. Portanto, foi projetada uma versão do jogo para que o usuário final tenha a melhor experiência ao usar a aplicação.

Um ponto importante na fase de implementação foram os testes realizados para garantir que as novas funcionalidades não apresentassem problemas e que seu desenvolvimento não afetasse outras funcionalidades já implementadas. Foram realizados diferentes testes para atingir esse objetivo, desde testes isolados da nova funcionalidade até testes navegando por toda a aplicação para garantir que tudo estava em ordem.

#### *D. Validation and Testing with Usability and ASD Experts*

Durante a fase de desenvolvimento, foi essencial validar o jogo com especialistas para garantir que ele atendesse às especificações do público-alvo. Para esse fim, foram realizadas reuniões de alinhamento e suporte para revisar e melhorar os textos presentes no jogo. Todas as implementações foram estritamente seguidas sob diretrizes estabelecidas, demonstrando um compromisso com a qualidade necessária e cuidado nos detalhes.

Para avaliar a experiência do usuário, foram contatados dois especialistas em usabilidade e outro em TEA para avaliar o jogo. Esse processo permitiu uma análise minuciosa do sistema e a identificação dos pontos que precisavam ser melhorados. Ao final dos testes de usabilidade e TEA, foi aplicado um questionário (Tabelas 1 e 2) a cada um dos especialistas com base no método de avaliação HEDEG [39] e no trabalho de [40].

Tabela 1. Questionário para especialistas em usabilidade.

#	Questões
1	Os elementos do jogo (áudio e imagens) são consistentes e padronizados?
2	Os elementos do jogo são claros o suficiente para o usuário jogar sem recorrer a tutoriais ou outras ajudas?
3	Há elementos suficientes no jogo para que os usuários alcancem seus objetivos sem confundi-los?
4	O jogo possui elementos que ajudam os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de seus erros?
5	O jogo fornece elementos que permitem aos usuários reconhecer seu progresso ao longo do processo de aprendizado?
6	O jogo possui características de adaptabilidade, em que os pontos fortes e fracos do usuário são reconhecidos e os elementos do jogo se adaptam a eles?
7	O jogo oferece feedback sobre o conhecimento que está sendo construído?
8	O conteúdo educacional é apresentado implicitamente ao usuário por meio dos elementos do jogo?
9	O jogo contém informações suficientes para que o usuário comece a jogar?
10	Os elementos do jogo, como desafios, frustram os usuários do jogo?
11	A qualidade dos elementos multimídia (imagens e áudio) utilizados é suficiente para que os usuários entendam seu propósito (objetivo)?

12	Os elementos multimídia do jogo (imagens e áudio) contribuem para a apresentação do conteúdo de aprendizado, tornando-o mais atraente?
13	Comente sobre o que você acha que são os pontos fortes do jogo.
14	Faça sugestões para melhorar o jogo, se tiver alguma.

Tabela 2. Questionário para especialistas em TEA.

#	Questões
1	Você acha que o jogo é motivador para adolescentes no espectro autista?
2	O design proposto pelo jogo (cores, botões, linguagem, etc.) é adequado para adolescentes autistas?
3	O uso de imagens e áudio ajudaria no tratamento dos usuários do jogo?
4	O jogo é fácil e intuitivo para um adolescente com autismo?
5	O jogo é divertido considerando o público-alvo?
6	O jogo fornece aspectos educacionais úteis com base no público-alvo?
7	O jogo fornece aspectos educacionais úteis com base no público-alvo?
8	Se possível, explique mais detalhadamente os pontos que você observou que o levaram a dar a resposta anterior (Tópico 7).

#### IV. RESULTADOS FINAIS

##### A. O Jogo TEACOG

Completion A conclusão do processo de desenvolvimento do projeto foi marcada pela implementação das principais funcionalidades do produto listadas abaixo:

- Integração de um asset de reconhecimento de voz da Unity Engine [36].
- Um algoritmo para comparar frases para validar a fala reconhecida.
- Configuração e integração do banco de dados local no jogo usando SQLite.
- Implementação de um dos cenários e suas respectivas situações.
- Aplicação responsiva para dispositivos móveis.
- Capacidade de registrar o nome do paciente e o e-mail do terapeuta na plataforma.
- Capacidade de enviar o progresso do paciente para o terapeuta por e-mail.
- Um menu de dicas para os jogadores acessarem sempre que precisarem de ajuda para lembrar as escolhas mais apropriadas para cada cenário.
- Botões de ajuda para o usuário, incluindo um botão para repetir a narração da situação, ligar e desligar a música e um botão de ajuda.

Para garantir que o jogo esteja sujeito a um processo de melhoria contínua durante o período de desenvolvimento, reuniões periódicas são realizadas com os especialistas para validar certos aspectos do projeto. Dessa forma, foi desenvolvida a versão final da aplicação, conforme ilustrado nas Figuras 5, 6 e 7 abaixo.



Figura 5. Telas de Registro e Seleção de Cenário da versão final do jogo.

No início do jogo, há uma tela de registro para que o terapeuta possa registrar seu e-mail (para receber relatórios sobre o progresso do jogador) e o nome do paciente. Quando concluído, avança para a tela de menu, onde o usuário pode escolher entre começar a jogar, acessar um menu de dicas de comunicação social ou alterar seu registro. Além disso, o usuário pode ativar ou desativar a música de fundo ou clicar no botão de ajuda para que o mascote explique cada uma das opções.

Selecionando o botão "Praticar", o usuário pode avançar para a tela de Seleção de Cenário, onde é possível escolher um cenário ou acessar o botão de ajuda.

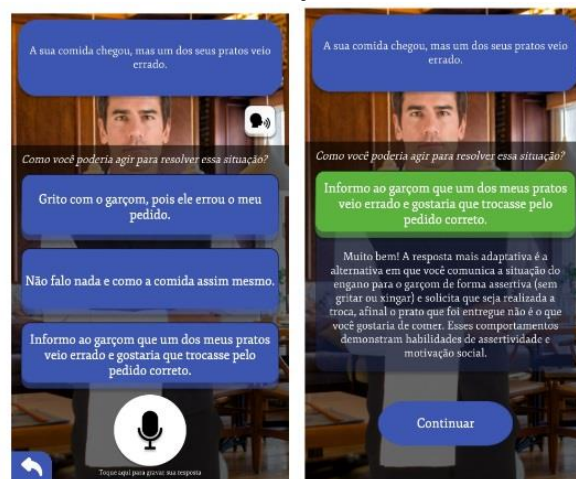


Figura 6. Telas de Status e Feedback da versão final do jogo.

Depois que o jogador seleciona um cenário, ele deve interagir verbalmente (ou por toque se o reconhecimento de voz falhar) respondendo a três possíveis respostas para cada situação. Após escolher uma das opções, o feedback é retornado ao usuário para que ele possa aprender com suas decisões.

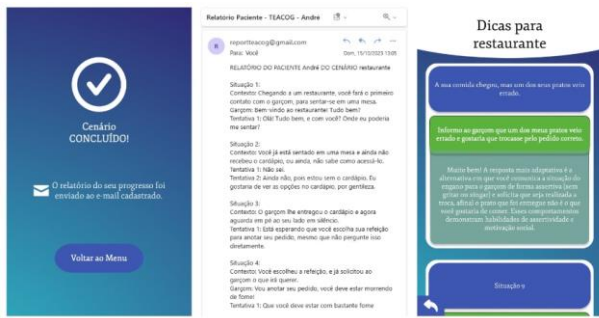


Figura 7. Tela de confirmação de envio de relatório/fim de cenário.

Finalmente, após completar todas as situações em um cenário, o jogador recebe uma mensagem do sistema informando que um relatório de progresso foi enviado para o e-mail registrado, contendo informações sobre todas as situações selecionadas pelo jogador e as escolhas feitas em cada cenário. Usando a tela de Dicas, o jogador pode acessar feedback sobre as situações e as escolhas mais apropriadas para cada cenário para ajudá-lo a lembrar como se comunicar em contextos sociais do dia a dia.

**B. Tests Results**

Após a realização dos testes com os especialistas em TEA e usabilidade, eles preencheram diferentes questionários (Tabelas 1 e 2 acima) para fornecer feedback. Essa abordagem enriqueceu consideravelmente o processo de melhoria do jogo. Os resultados dos questionários são mostrados na Figura 8 e nas Tabelas 3 e 4 abaixo.

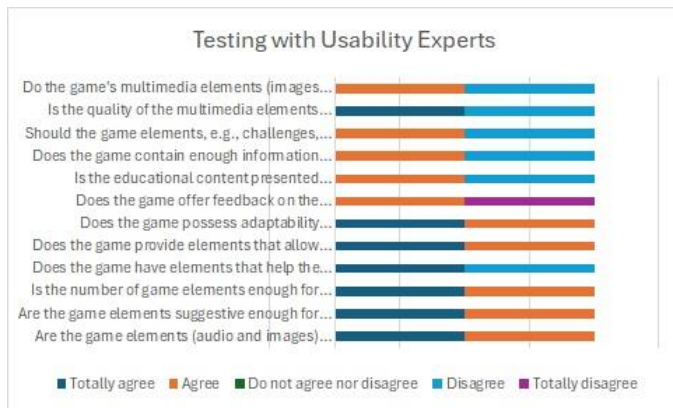


Figura 8. Resultados do questionário respondido pelos especialistas em usabilidade.

Tabela 3. Respostas às perguntas discursivas dos especialistas em usabilidade

#	Especialista 1	Especialista 2
13	Boa interface. Pode ser usado por pessoas sem TEA.	Interessante apresentar conteúdo em diferentes mídias. Interesting to give feedback for each answer.
14	Avaliar usabilidade. Adaptar respostas para diferentes cenários.	Ser capaz de desligar ou controlar o volume do som. Há ainda espaço para melhorar

	o layout. Talvez apresentar graficamente as diferentes situações.
--	---

Tabela 4. Resultados do questionário respondido pelo especialista em TEA

Questão	Especialista em TEA
Você acha que o jogo é motivador para adolescentes no espectro autista?	Concordo
O design proposto pelo jogo (cores, botões, linguagem, etc.) é adequado para adolescentes autistas?	Concordo totalmente
O uso de imagens e áudio ajudaria no tratamento dos usuários do jogo?	Concordo totalmente
O jogo é fácil e intuitivo para um adolescente com autismo?	Nem concordo, nem discordo
O jogo é divertido considerando o público-alvo?	Concordo
O jogo fornece aspectos educacionais úteis com base no público-alvo?	Concordo totalmente
O jogo fornece aspectos educacionais úteis com base no público-alvo?	Concordo totalmente

Em relação à pergunta 8, o especialista disse: "*Quanto à intuitividade, seria interessante adicionar um tutorial antes de começar o jogo para esclarecer como usar as dicas e como elas funcionam.*"

Considerando os resultados dos especialistas em usabilidade (Figura 8), houve falta de convergência em suas respostas. Ambos os avaliadores tiveram uma visão positiva (concordaram ou concordaram totalmente) em apenas 5 das 12 perguntas (41,6%). Cada pergunta pontua de 1 a 5 usando a escala Likert. A soma das pontuações dividida pelo número de perguntas dá a pontuação média. Assim, a pontuação média para o primeiro especialista foi 4,58 (de 5), enquanto para o segundo especialista foi 2,75 (de 5), com uma média geral de 3,67. No entanto, quando o especialista 2 é perguntado sobre melhorias na aplicação (Tabela 3, pergunta 14), poucos pontos são apresentados, o que pode sugerir uma opinião negativa do avaliador 2.

Assim, os dados dos especialistas foram inconclusivos e precisam ser esclarecidos com a aplicação dos testes e questionários a outros especialistas. Quanto à avaliação do especialista em autismo, a pontuação foi bastante alta (4,43 de 5), o que implica que ele considerou o jogo apropriado para uso em intervenções com adolescentes autistas..

**V. CONCLUSÕES**

O projeto focou no desenvolvimento de um jogo eletrônico projetado para ajudar adolescentes com TEA a lidar com situações sociais. Após um longo período de pesquisa bibliográfica, planejamento, input de especialistas e validação, foi produzida uma ferramenta que utilizava reconhecimento de



voz para permitir que o jogador interagisse verbalmente em diferentes cenários. A integração de um banco de dados local permitiu que os dados sobre o progresso do jogador fossem registrados e enviados aos profissionais responsáveis pelo tratamento.

As avaliações dos especialistas indicaram que o jogo tem grande potencial para auxiliar profissionais de psicologia na terapia de adolescentes com TEA e proporcionar uma boa experiência ao usuário. A escalabilidade do jogo significa que ele pode ser expandido para produzir diferentes versões.

No entanto, o jogo apresenta algumas limitações que devem ser observadas:

- Para enviar o relatório, o dispositivo deve estar conectado à internet.
- O jogo não possui um mecanismo de validação dos dados registrados para determinar se são respostas reais ou não.
- O dispositivo móvel deve suportar reconhecimento de voz para que o jogo funcione.
- Os dados dos cenários e imagens são salvos localmente, o que pode ocupar muito espaço de memória se o jogo for expandido para incluir mais cenários.

Essas limitações e os pontos levantados pelos especialistas em suas avaliações precisam ser considerados para produzir uma versão aprimorada do jogo, a fim de ajudar adolescentes autistas a aprender como se comportar em certas situações sociais, proporcionando uma boa e envolvente experiência de jogo para o usuário. As principais melhorias identificadas que devem ser incluídas em futuras versões da aplicação são:

- A criação de um tutorial para ensinar o usuário como o jogo funciona.
- A inclusão de uma opção para o usuário retornar à tela de seleção de cenário para que o psicólogo possa discutir melhor as opções com o paciente.
- A criação de gráficos ou tabelas para apresentar os resultados de forma mais intuitiva.
- Habilitar a aplicação para permitir que o jogador controle o volume dos diferentes sons da maneira que preferir.
- A representação gráfica do que está acontecendo na situação para garantir melhor imersão no jogo. Por exemplo, se os usuários pediram comida, representar a comida chegando até eles.
- A adaptação dos cenários para terem diferentes situações a cada vez, pois muitas coisas diferentes podem acontecer em ambientes sociais.
- Adaptar o jogo para enviar o relatório em outro momento, se não houver acesso à internet.

Essas melhorias podem ajudar a garantir que o jogo se torne uma ferramenta ainda mais completa e eficaz no auxílio ao tratamento de adolescentes autistas, ajudando-os a desenvolver habilidades sociais e superar as dificuldades encontradas no cotidiano. Além dessas melhorias, o jogo precisa ser amplamente testado com adolescentes autistas para determinar sua usabilidade, jogabilidade e eficácia com o público-alvo

proposto, e identificar mais pontos para melhoria. A aplicação também pode ser usada em estudos longitudinais para verificar sua eficácia a longo prazo.

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Programa de Excelência - Proex Auxílio N° 2017/2023, Processo N° 88881.910035/2023-01.

#### REFERENCES

- [1] American Psychiatric Association, **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – Revised Edition**, 5th ed., Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2022.
- [2] R. V. Rocha, I. I. Bittencourt, e S. Isotani, “Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades,” *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, p. 692, 2015. [Online]. Available: <https://repositorio.usp.br/item/002727834>.
- [3] H. M. Zakari, M. Ma, e D. Simmons, “A review of serious games for children with autism spectrum disorders (ASD),” in **International Conference on Serious Games Development and Applications**, Springer, Cham, 2014, pp. 93-106. [Online]. Available: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-11623-5\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-11623-5_9).
- [4] A. Tseng, B. Biagianti, S. M. Francis, C. A. Conelea, e S. Jacob, “Social Cognitive Interventions for Adolescents with Autism Spectrum Disorders: A Systematic Review,” **Journal of Affective Disorders**, vol. 274, pp. 199-204, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.134>.
- [5] G. M. Silva, J. J. S. Souto, T. P. Fernandes, I. Bolis, e N. A. Santos, “Interventions with Serious Games and Entertainment Games in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review,” **Developmental Neuropsychology**, vol. 46, no. 7, pp. 463-485, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/87565641.2021.1981905>.
- [6] P. Kokol et al., “Serious Game-based Intervention for Children with Developmental Disabilities,” **Current Pediatric Reviews**, vol. 16, no. 1, pp. 26–32, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.2174/1573396315666190808115238>.
- [7] T. Figueiredo, F. Gikovate, D. A. M. Gagliotti, e C. Gikovate, *Tratado de cognição social: uma abordagem multidimensional*. Belo Horizonte, MG: Editora Ampla, 2022. [Online]. Available: <https://isbnsearch.org/isbn/9786584793088>.
- [8] Centers for Disease Control and Prevention (CDC), “Autism Prevalence Higher, According to Data from 11 ADDM Communities,” 2023. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/media/releases/2023/p0323-autism.html>.
- [9] M. J. Maenner et al., “Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2018,” **Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries**, vol. 70, no. 11, pp. 1–16, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7011a1>.
- [10] C. Lord, M. Elsabbagh, G. Baird, e J. Veenstra-Vanderweele, “Autism spectrum disorder,” **Lancet**, vol. 392, no. 10146, pp. 508–520, 2018. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31129-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31129-2).
- [11] B. Araripe et al., “Profile of Service Use and Barriers to Access to Care among Brazilian Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorders,” **Brain Sciences**, vol. 12, no. 10, p. 1421, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/brainsci12101421>.
- [12] M. Fernández, I. Mollinedo-Gajate, e O. Peñagarikano, “Neural Circuits for Social Cognition: Implications for Autism,” **Neuroscience**, vol. 370, pp. 148–162, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.07.013>.
- [13] T. P. Mecca, N. M. Dias, e A. A. Berberian, *Cognição social*. São Paulo: Memnon, 2016.

- [14] A. E. Pinkham, D. L. Penn, M. F. Green, B. Buck, K. Healey, e P. D. Harvey, "The social cognition psychometric evaluation study: results of the expert survey and RAND panel," *Schizophrenia Bulletin*, vol. 40, no. 4, pp. 813-823, 2014, doi: 10.1093/schbul/sbt081
- [15] Shaw, G. S. L. (2021). Relação entre família, escola, especialistas e o desenvolvimento de pessoas autistas. *Perspectivas em Diálogo: Revista de educação e sociedade*, 8(16), 183-201.
- [16] C. Fage et al., "Tablet Apps to Support First School Inclusion of Children With Autism Spectrum Disorders (ASD) in Mainstream Classrooms: A Pilot Study," *Frontiers in Psychology*, vol. 9, p. 2020, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02020>.
- [17] N. L. Matthews et al., "Exploring the Effectiveness of a Peer-Mediated Model of the PEERS Curriculum: A Pilot Randomized Control Trial," *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 48, no. 7, pp. 2458-2475, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3510-2>.
- [18] D. C. Strickland, C. D. Coles, e L. B. Southern, "JobTIPS: a transition to employment program for individuals with autism spectrum disorders," *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 43, no. 10, pp. 2472-2483, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1800-4>.
- [19] J. P. Hourcade, S. R. Williams, E. A. Miller, K. E. Huebner, e L. J. Liang, "Evaluation of tablet apps to encourage social interaction in children with autism spectrum disorders," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Apr. 2013, pp. 3197-3206. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2470654.2466438>.
- [20] C. Grossard et al., "Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (ASD)," *Computers & Education*, vol. 113, pp. 195-211, May 2017. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131517301070>.
- [21] A. Levy e A. Perry, "Outcomes in adolescents and adults with autism: A review of the literature," *Research in Autism Spectrum Disorders*, vol. 5, no. 4, pp. 1271-1282, Mar. 2011. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1750946711000298>.
- [22] D. M. Kagohara et al., "Using iPods® and iPads® in teaching programs for individuals with developmental disabilities: A systematic review," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 34, no. 1, pp. 147-156, Jan. 2013. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891422212001941>.
- [23] S. Gupta, A. Pathak, e A. Saraf, "A Study on Speech Recognition System: A Literature Review," *Semantic Scholar*, Aug. 2014. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-STUDY-ON-SPEECH-RECOGNITION-SYSTEM%3A-A-LITERATURE-Gupta-Pathak/971c365338b84594ed9148f3b0bb278c4b20e625>.
- [24] American Psychological Association, "What Is Autism Spectrum Disorder?," Aug. 2021. [Online]. Available: <https://www.psychiatry.org/patients-families/autism/what-is-autism-spectrum-disorder>.
- [25] A. L. Wainer e B. R. Ingersoll, "The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders," *Research in Autism Spectrum Disorders*, vol. 5, no. 1, pp. 96-107, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.08.002>.
- [26] M. H. Cohen, J. P. Giangola, e J. Balogh, *Voice User Interface Design*, Addison Wesley, ISBN 0-321-18576-5, Mar. 2004, pp. 368.
- [27] A. B. Da Silva, L. F. Da S. Fernandes, e V. F. Martins, "Interface do usuário baseada em voz como ferramenta para promover o ensino/aprendizagem de língua estrangeira," *Anais do Computer on the Beach*, pp. 81-90, 2012. [Online]. Available: <https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/6553>.
- [28] G. I. Orsmond e H.-Y. Kuo, "The daily lives of adolescents with an autism spectrum disorder: Discretionary time use and activity partners," *Autism*, vol. 15, no. 5, pp. 579-599, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/1362361310386503>.
- [29] J. Virues-Ortega, F. M. Julio, e R. Pastor-Barriso, "The TEACCH program for children and adults with autism: A meta-analysis of intervention studies," *Clinical Psychology Review*, vol. 33, no. 8, pp. 940-953, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.07.005>.
- [30] N. C. Olsson, O. Flygare, C. Coco, et al., "Social Skills Training for Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder: A Randomized Controlled Trial," *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, vol. 56, no. 7, pp. 585-592, 2017. doi: 10.1016/j.jaac.2017.05.001.
- [31] C. R. Johnson, K. Brown, S. L. Hyman, M. M. Brooks, C. Aponte, L. Levato, ..., e T. Smith, "Parent training for feeding problems in children with autism spectrum disorder: Initial randomized trial," *Journal of Pediatric Psychology*, vol. 44, no. 2, pp. 164-175, 2019.
- [32] M. R. Kandalaft, N. Didehban, D. C. Krawczyk, T. T. Allen, e S. B. Chapman, "Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism," *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 43, no. 1, pp. 34-44, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1544-6>.
- [33] T. R. Carmo, T. E. M. Martins, Álvaro J. Melo E Silva, e R. Da S. Barros, "Intervenção analítico-comportamental em adolescentes e adultos diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista: uma revisão sistemática," *Perspectivas em Análise do Comportamento*, vol. 12, no. 2, pp. 487-501, 2022. [Online]. Available: <https://www.revistaperspectivas.org/perspectivas/article/view/826>.
- [34] G. E. Constain Moreno, C. A. Collazos, S. Bautista, e F. Moreira, "FRIDA, a framework for software design, applied in the treatment of children with autistic disorder," *Sustainability*, vol. 14, no. 21, p. 14560, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su142114560>.
- [35] I. Sommerville, *Software Engineering*, 9th ed., Boston: Pearson Education Inc., 2011.
- [36] P. Zmudzinski, "Mobile Speech Recognizer," Unity Asset Store, Oct. 2016. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/audio/mobile-speech-recognizer-73036>.
- [37] Figma, "Figma, Inc. Versão 3.0," Nov. 2016. [Online]. Available: <https://www.figma.com/>.
- [38] OpenAI (2022) "DALL-E 2", <https://openai.com/product/dall-e-2>.
- [39] P. H. D. Valle, R. Vilela, P. Afonso, e A. C. G. Inocêncio, "HEDEG - Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais," presented at the *XVIII Conferência Internacional sobre Informática na Educação*, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Nov. 2013. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/267035397\\_HEDEG\\_-\\_Heurísticas\\_para\\_Avaliacao\\_de\\_Jogos\\_Educacionais\\_Digitais](https://www.researchgate.net/publication/267035397_HEDEG_-_Heurísticas_para_Avaliacao_de_Jogos_Educacionais_Digitais).
- [40] Oikawa, V., Amato, C. A. De La H. e Martins, V. F. (2021) "Proposal for a Serious Game to Assist in the Daily Care of Children with ASD Before Covid-19", Ruiz, P.H., Agredo-Delgado, V., Kawamoto, A.L.S. (eds) *Human-Computer Interaction. HCI-COLLAB 2021, Communications in Computer and Information Science*, vol 1478, Springer, Cham, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92325-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92325-9_13).