

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Jogos Digitais
Área de Concentração: Engenharia e Design de Jogos Digitais
Linha de Pesquisa: Design e Conteúdo para Jogos Digitais

Fala comigo: uma proposta para
desenvolvimento da linguagem verbal de
pessoas com transtorno do espectro autista.

Cristina Vasto Madureira

São Paulo

2020

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Jogos Digitais
Área de Concentração: Engenharia e Design de Jogos Digitais
Linha de Pesquisa: Design e Conteúdo para Jogos Digitais

Fala comigo: uma proposta para
desenvolvimento da linguagem verbal de
pessoas com transtorno do espectro autista.

Cristina Vasto Madureira

Trabalho final apresentado à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE PROFISSIONAL em Desenvolvimento de jogos digitais, área de concentração Engenharia e Design de Jogos Digitais, sob a orientação do Prof. Dr. Hermes Renato Hildebrand.

São Paulo

2020

Madureira, Cristina Vasto.

Fala Comigo: Uma proposta para desenvolvimento da linguagem verbal de pessoas com transtorno do espectro autista.

Registro: 2020

Orientador: Hermes Renato Hildebrand.

Dissertação de Conclusão de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

MADUREIRA, Cristina Vasto. **Fala Comigo: Uma proposta para desenvolvimento da linguagem verbal de pessoas com transtorno do espectro autista.** Dissertação. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Mestrado em Desenvolvimento de Jogos Digitais, redigida sob a orientação do professor Dr. Hermes Renato Hildebrand.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Hermes Renato Hildebrand
PUC – SP Orientador

Prof. Dra. Cibelle Higuera Amato
MACKENZIE – SP Coorientadora

Agradecimentos

Agradeço à minha família, pelo incentivo e por todo o apoio.

E em especial ao meu marido, Marcelo, pelo apoio, paciência e por estar sempre ao meu lado.

Ao meu orientador Hermes Renato Hildebrand pela atenção e responsabilidade com que me conduziu durante todo o meu mestrado.

Aos meus professores da Pós-Graduação em Desenvolvimento de Jogos Digitais, que contribuíram para o meu aprendizado.

À Cibelle Albuquerque de la Higuera Amato pela co-orientação do meu trabalho.

Aos membros da Banca, por aceitarem o convite.

E a todos, que direta ou indiretamente cooperaram para este resultado.

"Meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre, mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da História, mas seu sujeito igualmente. No mundo da História, da cultura, da política, constato não para me adaptar, mas para mudar. Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. É por isso também que não me parece possível nem aceitável a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra de quem estuda, seja o físico, o biólogo, o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação. Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra. Não posso estar no mundo de luvas nas mãos constatando apenas. A acomodação em mim é apenas caminho para a inserção, que implica decisão, escolha, intervenção na realidade. Há perguntas a serem feitas insistentemente por todos nós e que nos fazem ver a impossibilidade de estudar por estudar. De estudar descomprometidamente como se misteriosamente, de repente, nada tivéssemos que ver com o mundo, um lá fora e distante mundo, alheado de nós e nós dele."

Paulo Freire

Resumo

O autismo, ou Transtorno do Espectro Autista (TEA), é um conjunto de atrasos e distúrbios do desenvolvimento, caracterizados por dificuldades nas habilidades sociais, comportamentais e verbais receptiva e expressiva. Cerca de 1/3 das pessoas com TEA usam pouca ou nenhuma linguagem expressiva verbal e cerca de 30% não aprendem a falar mais do que algumas palavras. Pesquisas estão sendo realizadas tentando minimizar essa dificuldade, e a inteligência artificial parece ser uma tecnologia promissora. Muitos estudos comprovam ganhos na linguagem receptiva, mas não na expressiva verbal. No presente estudo pretende-se descrever, analisar e propor o desenvolvimento de um aplicativo para celular e *tablet* que tenha como elemento de entrada de dados (input) a fala da criança com a interface adaptada, e levantar uma discussão com o objetivo de avaliar a possibilidade de obter ganhos na comunicação expressiva verbal desse público. Espera-se que a criança com TEA tenha interesse pelo aplicativo a ponto de querer falar com a personagem, conseguindo desenvolver um pequeno diálogo por meio da interface. Se o projeto mostrar que possui potencial de fazer surgir e/ou desenvolver a fala de indivíduos com TEA, pretende-se planejar o desenvolvimento e testes de sua efetividade. Ao melhorar sua expressão verbal, pode-se ter uma significativa melhora em todos os ambientes de seu convívio social e de aprendizado. Algumas pessoas com TEA não têm dificuldades na linguagem expressiva (aspergers), a sugestão de aplicativo descrita nesse estudo não se aplica a eles. Espera-se que pesquisas posteriores possam customizar a sensibilidade do sistema de reconhecimento de voz e verificar se pessoas com TEA melhoram sua linguagem verbal ao responder perguntas feitas pelo personagem.

Palavras-chave: Jogos para crianças com TEA, Aprendizagem baseada em jogos digitais; Jogos digitais na educação; Game Design; Inteligência Artificial; Reconhecimento de voz; Assistente virtual; Assistente de Voz; Serious game.

Abstract

Autism, or autism spectrum disorder (ASD), is a set of developmental delays and disorders, characterized by difficulties in receptive and expressive social, behavioral and verbal skills. About 1/3 of people with ASD use little or no verbal expressive language and about 30% do not learn to speak more than a few words. Research is being carried out trying to minimize this difficulty, and artificial intelligence appears to be a promising technology. Many studies show gains in receptive language, but not in verbal expression. The present study intends to describe, analyze and propose the development of a mobile and tablet application that uses the child's speech with the adapted interface as an input element, and to raise a discussion with the objective of evaluating the possibility of obtaining gains in the expressive verbal communication of this audience. It is expected that the child with ASD will be interested in the application to the point of wanting to talk to the character, managing to develop a small dialogue through the interface. If the project shows that it has the potential to raise and / or develop the speech of individuals with ASD, it is intended to plan the development and tests of its effectiveness. By improving your verbal expression, you can have a significant improvement in all environments of your social life and learning. It is hoped that further research will be able to customize the sensitivity of the voice recognition system and check whether people with ASD improve their verbal language by answering questions asked by the character.

Keywords: Games for autistic children, Learning based on digital games; Digital games in education; Game Design; artificial intelligence; Voice recognition; Virtual assistant; voice assistant; Serious game.

Índice de Figuras

FIG. 1 - OS DÉFICITS E DEFICIÊNCIAS CRIAM UMA LONGA LISTA DE POSSÍVEIS COMPROMETIMENTO DE HABILIDADES (RASCHE, 2012)	15
FIG. 2 - EXEMPLOS DE SCRIPTS DE HIGIENE E COTIDIANO	19
FIG. 3 - EXEMPLO DE SCRIPT SOCIAL PARA CONTAR SOBRE AS FÉRIAS	20
FIG. 4 - EXEMPLOS DE SCRIPTS DE CONTEXTO ESCOLAR E DE COMPORTAMENTO	20
FIG. 5 - SCRIPT PARA INICIAR UMA CONVERSA E DE COMO PEDIR PARA PARTICIPAR DE UMA BRINCADEIRA ..	21
FIG. 6 - PRANCHA DE COMUNICAÇÃO SIMPLES E PRANCHA DE COMUNICAÇÃO ALFABÉTICA (LIEGEL, 2008)	21
FIG. 7 - PAINEL DE ROTINA EM SALA DE AULA	22
FIG. 8 - SENTENÇA FORMADA UTILIZANDO PECS, UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO POR TROCA DE IMAGENS .	23
FIG. 9 - SEIS FASES QUE COMPÕEM O TREINAMENTO DO MÉTODO PECS	25
FIG. 10 - 1:EXEMPLO DE FIGURAS DE PECS / 2:PASTA DE COMUNICAÇÃO / 3:TIRA DE SENTENÇA	26
FIG. 11 - LISTA DE CATEGORIAS DO APP TOUCHAUTISM	33
FIG. 12 – PRANCHAS DINÂMICAS EM TABLETS FIG. 13- PECS IV	36
FIG. 14 - ATIVANDO O ACESSO GUIADO	45
FIG. 15 - IMAGEM DA PERSONAGEM AJ	54
FIG. 16 - IMAGEM DA PERSONAGEM CLAIRE	54
FIG. 17 - QUANTAS CORES TEM ESSE ARCO-ÍRIS?	55
FIG. 18 - QUE COR É ESSA? AZUL	55
FIG. 19 - QUE COR É ESSA? AMARELA	55
FIG. 20 - QUE COR É ESSA? ROSA	56
FIG. 212 – FLUXOGRAMA: INTERAÇÃO DA COR AZUL	75
FIG. 22 – FLUXOGRAMA: INTERAÇÃO DA COR AMARELA	76
FIG. 234 – FLUXOGRAMA: INTERAÇÃO DA COR ROSA	77

Índice de Tabelas

TABELA 1 - NÍVEL 1: PALAVRAS COM FONEMAS CUSTOMIZADOS	58
TABELA 2 - NÍVEL 2	58

Lista de Abreviaturas e Siglas

CID – CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS

DSM – MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICA DE TRANSTORNOS MENTAIS

IA – INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

PCD – PESSOA COM DEFICIÊNCIA

PECS – PICTURE EXCHANGE COMMUNICATION SYSTEM

PUC – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

TEA – TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PRINCIPAL QUESTÃO DA PESQUISA	4
1.2 LOCALIZAÇÃO DA REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES NO TEMPO E NO ESPAÇO	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.4 JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA DA PESQUISA	5
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	7
3. REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 DESCRIÇÃO DO TEA – TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	9
3.2 O APRENDIZADO DA PESSOA COM TEA	13
3.2.1 <i>Déficits cognitivos</i>	14
3.2.2 <i>Déficits nas habilidades sociais e linguísticas</i>	15
3.2.3 <i>Hiperfoco</i>	16
3.2.4 <i>Ecolalia</i>	17
3.3 FERRAMENTAS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA	18
3.3.1 <i>Scripts</i>	18
3.3.2 <i>Modelagem em vídeo</i>	23
3.3.3 <i>PECS - Picture Exchange Communication System</i>	25
3.3.4 <i>Estudos com aplicativos de CAA</i>	27
3.3.5 <i>Aplicativos vocalizadores para pessoas com TEA “não verbais”</i>	31
3.3.6 <i>O uso do Reconhecimento de Voz como Tecnologia Assistiva</i>	37
3.4 DESIGN DE APLICATIVO BASEADO EM EVIDÊNCIAS	43
4. PROTÓTIPO DESENVOLVIDO: FALA COMIGO! - AUTISMO	49
4.1 OBJETIVO	49
4.2 DESCRIÇÃO	49
4.3 RECONHECIMENTO DE VOZ ADAPTADO	51
4.4 PERSONAS	53
4.5 PERSONAGENS	54
4.6 PERGUNTAS PROPOSTAS	54
4.7 POSSÍVEIS RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS PROPOSTAS	56
4.8 NÍVEIS DE DIFICULDADE	57
4.8.1 <i>Nível 1</i>	57
4.8.2 <i>Nível 2</i>	58
4.9 RELATÓRIOS E ALTERAÇÕES	59

5. CONSIDERAÇÕES	61
6. CONFORMIDADE COM OS PADRÕES ÉTICOS	63
7. REFERÊNCIAS	65
8. APÊNDICE	73
8.1 FLUXOGRAMAS.....	73
8.1.1 <i>Início do aplicativo</i>	74
8.1.2 <i>Cor Azul</i>	75
8.1.3 <i>Cor Amarela</i>	76
8.1.4 <i>Cor Rosa</i>	77

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um transtorno invasivo do neurodesenvolvimento, que têm início antes dos 3 anos de idade (SENA, 2014). O TEA afeta principalmente três áreas distintas e essenciais para o aprendizado do indivíduo: socialização, comunicação e comportamental, acarretando diversos prejuízos com variados níveis de comprometimento, por isso é considerado um espectro, que vai do leve até o severo (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS, 1993). Uma em cada 59 crianças com 8 anos de idade foram diagnosticadas com TEA (CDC - *Centers for Disease Control and Prevention* - BAIO, 2014). Ocorre mais frequentemente no sexo masculino, na proporção de 4:1 (ELOISA; ANTINO, 2013). No mundo, são mais de 70 milhões de pessoas autistas e, no Brasil, de acordo com a proporção do CDC, são aproximadamente 2 milhões de pessoas autistas, sendo que, em torno de 90% dos autistas não foram diagnosticados (BAIO, 2014). Não há cura para o autismo, e as causas ainda são investigadas. A abordagem atual é fornecer terapias para reduzir comportamentos inadequados e apoiar o desenvolvimento de cada criança com TEA.

De acordo com a lei federal 12.764, a pessoa com TEA é considerada – Pessoa com Deficiência-PCD (BRASIL, 2012), e as metas educacionais para esses alunos geralmente precisam abordar conteúdos adaptados a respeito da linguagem e socialização (KLIN, 2006). A comunicação de pessoas com TEA possui muitas particularidades que diferem do processo de aquisição da comunicação em crianças sem a síndrome (DE LA HIGUERA AMATO; FERNANDES, 2010). Um exemplo é a ecolalia, uma repetição da fala oriunda de outras pessoas, aparelhos de tv, rádio, celulares, brinquedos sonoros e tablets (MERGL; ALVES; AZONI, 2015), que se direcionada adequadamente, pode vir a se tornar funcional. Entre 70 a 80% das pessoas com TEA não se comunicam verbalmente ou fazem uso da fala funcional (HALABI *et al.*, 2017). Essa dificuldade extrema causa uma grande frustração nesses indivíduos, que sentem sua falha (COWAN e ALLEN, 2007 *apud* MIZAEL; AIELLO, 2013). A comunicação funcional é essencial para se relacionar com outras pessoas, de forma que métodos alternativos de ensino da linguagem são extremamente importantes para esse público (NUNES, 2009 *apud* MIZAEL; AIELLO, 2013).

Indivíduos com TEA e com pouco ou nenhum desenvolvimento da fala são considerados bons candidatos para desenvolverem um aprendizado por meio da comunicação visual, pois essa é uma via importante para esse público (BONDY; FROST, 2002), sendo, por esse motivo, chamados de *aprendizes visuais*. Dessa forma, o uso de aplicativos com interfaces gráficas adequadas é um fator importante para conseguir promover o aprendizado de maneira eficiente (RAYNER; DENHOLM; SIGAFOOS, 2009). De modo geral, crianças possuem grande interesse por personagens animados, interfaces eletrônicas, sons e cores, e para as pessoas com TEA esse interesse é ainda maior (MAZUREK *et al.*, 2012; MERGL; ALVES; AZONI, 2015; WAINER; INGERSOLL, 2011). Ao desenvolver ferramentas que utilizam esses artifícios, e ao criar cenários de interações específicos para esses usuários, talvez seja possível estabelecer um canal de comunicação eficiente, caso a atenção delas se intensifique.

Acredita-se que de maneira geral, para serem úteis às pessoas com TEA, os aplicativos devem possuir pelo menos três características: (i) recursos visuais com poucas informações, para garantir que a informação importante não seja confundida com outra sem importância; (ii) narrativas e design do game devem ser planejadas considerando que pessoas com TEA pensam, principalmente, de forma lógica e concreta e (iii) estímulos sonoros e visuais atrativos apenas quando o usuário acertar o que o aplicativo pede. Esta terceira característica é muito importante, pois indivíduos com TEA tendem a fixar seu interesse por certos sons e movimentos, que normalmente não seriam interessantes para uma pessoa típica (WAINER; INGERSOLL, 2011). Posteriormente, costumam ficar repetindo continuamente esses estímulos, de tal forma, que passam a utilizar o aplicativo de modo completamente diferente das suas propostas e objetivos. Por exemplo, se a personagem do aplicativo pedir para a criança dizer qual é a cor que está sendo mostrada, e a criança não disser nada ou der um grito e o personagem dizer, por exemplo: *“Isso está errado!”*, há grandes chances de a criança querer gritar novamente várias vezes, só para ouvir o boneco ficar repetindo: *“Isso está errado!”*, perdendo, dessa forma, o foco no que realmente é importante. Por isso, os estímulos sonoros e visuais só devem existir nas situações que devam se repetir, ou seja, quando a criança falar a resposta correta. Quando ela ficar em silêncio ou responder errado, propõe-se que não haja *feedback*

algum do aplicativo para o usuário informando que errou, a fim de não reforçar essa situação e que ela não volte a acontecer.

Por esses motivos, acredita-se que a grande maioria dos aplicativos destinados ao aprendizado infantil não são úteis para a maior parte das crianças com TEA, pois esses têm grandes dificuldades em entender o que deve ser feito (WAINER; INGERSOLL, 2011). Quanto aos aplicativos especificamente elaborados para o público com TEA, têm-se, por exemplo, os aplicativos de histórias sociais, pequenos cenários escritos ou adaptados para indivíduos com TEA para ajudá-los a entender e se comportar adequadamente em situações sociais pelas quais irão passar, e dessa forma eles podem controlar melhor sua ansiedade. Outra série de aplicativos de comunicação aumentativa e alternativa utilizando *text to speech* (conversão de texto em fala vocalizada digitalmente), contribui muito para a comunicação dos não verbais, pois o aplicativo vocaliza a sentença que a pessoa com TEA escreve ou indica em seu dispositivo. Na plataforma Apple, encontra-se o aplicativo *Autism Apps*, que apresenta uma lista de diversos aplicativos destinados a pessoas com TEA, agrupados por categorias pesquisáveis.

Com o advento das tecnologias assistivas e da inteligência artificial, e considerando o grande interesse que crianças com TEA possuem em dispositivos eletrônicos (MAZUREK *et al.*, 2012), parece lógica a utilização de reconhecimento de voz na tentativa de fazer indivíduos com TEA interagirem verbalmente com as interfaces, no entanto, nenhum estudo que tivesse esse propósito foi encontrado. O motivo de estudos a respeito não terem sido localizados, provavelmente, se deve ao fato de a fala desse público costumar ser imperfeita, não sendo possível, naturalmente, ser entendida pelo sistema de reconhecimento de voz. Porém, é possível customizar dicionários de fonemas, de forma que o sistema de reconhecimento de voz seja adaptado, passando a reconhecer palavras imperfeitas. Partindo disto, este trabalho tem o objetivo de levantar discussões e possibilidades para ser desenvolvido um aplicativo com esse fim, e, futuramente, testar sua eficácia com crianças com TEA. Inicialmente, foi desenvolvido um protótipo, chamado “Fala comigo! – autismo” que depende da fala para funcionar, desenvolvido na plataforma Android e disponibilizado na loja do Google Play.

Para o aplicativo ser efetivo, é preciso algumas modificações específicas, relatadas neste estudo. Se pesquisas posteriores demonstrarem que a ferramenta pode ser vantajosa, os possíveis ganhos da aquisição da comunicação irão refletir nos diversos contextos de convivência do autista, principalmente nos ambientes familiares, escolares e terapêuticos, facilitando novos entendimentos e aprendizados.

Muitos autistas não-verbais não têm suas capacidades reconhecidas, e, portanto, não receberão o suporte pedagógico necessário para seu desenvolvimento pleno. Porém, se forem expostos a um estímulo de grande interesse, talvez consigam verbalizar um fonema que pode, em dado momento, vir a se tornar uma palavra, podendo, então, futuramente, ser possível estabelecer uma comunicação verbal. Quando a pessoa com TEA percebe que sua fala é compreendida, ela experimenta um sentimento de recompensa que contrasta com a frustração de não ser atendida e entendida em seus desejos. Muitos comportamentos de ansiedade e agressividade da pessoa com TEA têm essa frustração como seus causadores diretos (SIMION, 2014).

1.1 Principal questão da pesquisa

Essa pesquisa busca responder à seguinte questão: pessoas com TEA podem desenvolver sua oralidade usando aplicativos com reconhecimento de voz que dependam exclusivamente da fala para funcionar?

1.2 Localização da revisão de estudos anteriores no tempo e no espaço

Na revisão de estudos anteriores considerou-se artigos entre 1977 e 2020. Foram considerados artigos científicos, dissertações e livros, nas línguas inglesa e portuguesa, principalmente nas bases da Capes e Google Scholar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo dessa pesquisa é identificar aplicativos e desenvolver um protótipo de aplicativo para tablets e celulares que se utiliza do reconhecimento de voz para auxiliar o desenvolvimento da fala de crianças com TEA - Transtorno do Espectro Autista.

1.3.2 Objetivos específicos

Por meio de uma revisão de literatura, pretende-se:

- (i) fazer uma revisão na literatura e observar as características dos aplicativos existentes que possibilitem obter informações sobre quais as características do TEA que permitam direcionar o desenvolvimento de um aplicativo para reconhecimento de voz de crianças com TEA;
- (ii) identificar as possibilidades e limitações tecnológicas existentes em sistemas de reconhecimento de voz para produção de uma adaptação que permita a criação de um aplicativo adequado para determinar padrões de reconhecimento de voz para crianças com TEA;

E finalmente, desenvolver um protótipo de aplicativo para reconhecimento de voz para crianças com TEA, a fim de identificar as dificuldades de construção de uma interface com essas características e finalidade

1.4 Justificativas e relevância da pesquisa

Estudos afirmam que quanto mais cedo surgir uma comunicação verbal funcional em um indivíduo, mais cedo essa pessoa conseguirá desenvolver suas funções psicológicas superiores¹: atenção, percepção, memória, pensamento, consciência, fala, vontade, formação de conceitos e emoção (SOUZA; ANDRADA, 2013; MIZAEL; AIELLO, 2013). No mundo, são mais de 70 milhões de pessoas com TEA (BAIO, 2014), e cerca de 70 a 80% delas não se comunicam verbalmente ou fazem uso da fala funcional (HALABI *et al.*, 2017). No Brasil há escassez de terapias

¹ funções psíquicas geneticamente mais complexas e mais abrangentes que as biológicas (SILVA ; DAVIS, 2004).

adequadas disponibilizadas a esse grupo (PASSOS-BUENO *et al.*, 2015). É urgente desenvolver a comunicação verbal nesses indivíduos, com o intuito de minimizar as dificuldades que ele e seus familiares terão durante sua vida, e possibilitar melhores perspectivas em todos os sentidos, melhorando seu convívio social, seu aprendizado e trazendo mais qualidade de vida.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Primeiro buscou-se localizar artigos que tivessem testado o foco dessa pesquisa, ou seja, desenvolvimento da fala em pessoas com TEA através de reconhecimento de voz. Para isso foi feita uma busca sistematizada na base de dados ISI (*Institute for Scientific Information - Web of Science*), digitando os termos “*speech recognition*” e “*autism*”, na opção de busca *Tópicos*, porém não foram encontrados estudos pertinentes. Ampliou-se a busca, procurando na opção *Todos os Campos*, e então foram obtidos alguns estudos que analisaram apenas a comunicação expressiva não verbal.

Na busca de pesquisas que são estudadas nesta revisão, e que são relacionadas ao nosso tema, foram usados operadores booleanos para conjugar palavras-chave como “*autism*”, “*serious game*”, “*voice recognition*” e “*learning*”. Foram pesquisadas fontes de algumas notícias na comunidade TEA virtual, que possuía links de alguns dos artigos mencionados. Buscou-se também no *Google Scholar*, colocando as palavras chave entre ponto e vírgula.

O período de publicação não foi especificado durante as buscas, mas foi dada prioridade a artigos mais recentes. Após leitura dos artigos obtidos, foram pesquisados alguns artigos das referências neles citadas. Além disso, buscou-se artigos mais atuais e relevantes analisando artigos que citavam aqueles obtidos na busca inicial. Incluiu-se nesta revisão textos que relataram por exemplo: experimentos com jogos digitais; reconhecimento de voz; estratégias para desenvolvimento da fala e aprendizado e comportamento de pessoas com TEA. A busca foi feita de 01/04/2019 a 01/09/2019. No entanto, novos artigos foram incluídos depois da pesquisa durante a escrita desse trabalho.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Descrição do TEA – transtorno do espectro autista

Nos primeiros meses de vida é possível identificar se o bebê possui TEA. Prematuramente, pode-se realizar um diagnóstico que, em muitos casos, apresentam alguma característica preponderante do espectro. Por volta dos 18 meses, essas características tornam-se mais evidentes, e em cerca de 30% dos afetados pode-se perceber mais claramente a regressão do desenvolvimento. Os atendimentos médicos e terapêuticos devem ser iniciados logo nos primeiros sinais de identificação do transtorno, pois o tratamento precoce é essencial, visto que é a fase em que os resultados são, significativamente, melhores do que nas crianças que iniciam as terapias mais tarde (ELOISA; ANTINO, 2013).

Seu diagnóstico é essencialmente clínico, através da observação da criança e conversa detalhada com os responsáveis e/ou cuidadores (CASS; SEKARAN; BAIRD, 2006). De acordo com o *DSM IV – Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (APA - *American Psychiatric Association*, 1994), algumas das características mais frequentemente encontradas são: (i) usar a mão de outras pessoas como ferramenta, ao invés de apontar ou falar o que quer; (ii) resistência a mudanças de rotinas; (iii) não interagir com outras crianças, preferindo o isolamento; (iv) não responder quando é chamado pelo nome; (v) fazer movimentos repetitivos; (vi) falar de forma repetida ou estereotipada.

Até maio de 2013 o DSM-IV incluía cinco diagnósticos diferentes: síndrome de Asperger, transtorno invasivo do desenvolvimento não especificado, transtorno autístico, síndrome desintegrativa da infância e síndrome de Rett. Tais diagnósticos eram confusos, por serem difíceis de se definir, então diferentes profissionais davam diagnósticos diferentes ao mesmo paciente. Usavam termos leve, grave e alto funcionamento sem utilizar critérios, tendo, cada profissional sua própria ideia do que esses graus significavam. Em maio de 2013 foi publicada a 5ª versão do DSM (SENA, 2014), que denomina apenas o distúrbio do espectro autista, ou transtorno do espectro autista, e incluiu 3 níveis funcionais, definidos com base na quantidade de apoio que cada pessoa irá precisar. Os especificadores são: interação / comunicação social e

comportamento restritivo / repetitivo. Os níveis dividem-se em: Nível 1 (necessita de suporte); Nível 2 (necessita de suporte substancial) e Nível 3 (necessita de suporte muito substancial). Há outros especificadores, como prejuízo intelectual e da linguagem; condição médica ou genética conhecida; outras desordens do neurodesenvolvimento, mental ou comportamental; e catatonia².

Os termos relacionados ao autismo ajudam a descrever, mas nem sempre são muito úteis, porque cada pessoa com TEA é única, com pontos fortes e fracos que variam muito de uma pessoa para outra, podendo incluir pessoas com QI alto ou até mesmo com retardo mental. Alguns podem ser excessivamente organizados e metódicos, outros podem ser opostos a isso. Alguns podem falar muito e outros não falarem absolutamente nada. Uns podem gostar muito de contato físico e outros evitarem totalmente. Por isso é um “distúrbio do espectro”, pois são muitos subtipos, causados pela genética e fatores ambientais, acompanhados ou não de questões médicas, como ansiedade, depressão, déficit de atenção e hiperatividade, alterações no sono, distúrbios gastrointestinais e convulsões.

O difundido termo *Asperger*, descrito pelo DSM-IV, é popularmente chamado de “autismo de alto funcionamento”³, e se enquadra no nível 1 da nova versão do DSM (SENA, 2014). O termo *Asperger*, embora descontinuado na versão DSM-5, vem sendo utilizado informalmente até hoje, descrevendo um tipo extremo muito específico de pessoas com TEA, bem mais funcional que as demais, pois possui inteligência preservada ou acima do normal, não possui alterações verbais, porém tem certa dificuldade na comunicação social. Muitos têm alterações sensoriais. A sugestão do aplicativo descrita nesse estudo não se aplica a esse grupo, por eles não possuírem limitações na fala.

O transtorno pode envolver causas multifatoriais, sendo comum ter mais de uma condição médica associada. É também possível o indivíduo ter comportamento autista decorrente de outras questões graves, como paralisia cerebral e alergias

² alternância entre períodos de passividade e de negativismo e períodos de súbita excitação. Fonte: dicionário Aurélio

³ O *autismo de alto funcionamento* não é uma nomenclatura oficial, mas um termo comumente utilizado na comunidade autista para se referir a pessoas com autonomia nas tarefas diárias, precisando de bem pouca ou nenhuma ajuda para executá-las.

severas. Com grande frequência estão presentes, também, uma variedade de condições concorrentes, como problemas gastrointestinais, alterações no sono, epilepsia e anormalidades imunológicas. O histórico familiar de doença autoimune tem sido apontado como um fator importante (COURY *et al.*, 2012; GOTTFRIED *et al.*, 2015; LEVY *et al.*, 2010; SIMONOFF *et al.*, 2008; VEATCH; MAXWELL-HORN; MALOW, 2015), pois o TEA está fortemente ligado à genética, porém sua origem é muito variada e complexa, podendo vir, inclusive, da soma dos fatores genéticos com os ambientais. É possível detectar o autismo (i) em alguns exames genéticos, como Síndrome do X-Frágil, Cariótipo, Microarray genômico e Sequenciamento de DNA; (ii) em exames como Teste Ampliado do Pezinho; (iii) algumas sorologias; (iv) avaliação auditiva (OMS, 1993).

É comum a pessoa com TEA desenvolver alterações sensoriais, que é uma hipersensibilidade dos sentidos. Barulhos, odores, a oscilação das luzes, certos tecidos de roupas, etiquetas e até alimentos podem causar incômodos, relatado por muitos como uma desordem sensorial ou até dor física, sendo um momento em que alguns casos de agressividade podem ocorrer, pelo fato de não conseguirem comunicar tais situações (MOMO, *et. al.*, 2012).

Encontrar a causa do TEA em geral não trará benefício para o indivíduo. O benefício principal seria no aconselhamento genético, no caso de um planejamento familiar⁴. Não existe uma cura para o TEA, mas um conjunto de diversos tratamentos médicos e terapêuticos que irão amenizar os sintomas e ajudarão o indivíduo a se desenvolver.

Inúmeros serão os desafios que o indivíduo com Transtorno do Espectro Autista e sua família terão que enfrentar. Tais desafios acompanharão o indivíduo por toda sua vida, podendo se tornar ainda mais graves, à medida que a criança for ficando mais velha (KRASNY *et al.*, 2003), estudos recentes indicam que 85 a 90% das crianças que participaram de programas de estímulo contínuo e precoce puderam desenvolver a fala, desde que a intervenção ocorra nos anos pré-escolares (COURY *et al.*, 2012; GOTTFRIED *et al.*, 2015). A indicação é que deve-se iniciar a intervenção

⁴ Disponível em: https://genoma.ib.usp.br/sites/default/files/artigo_testesgeneticos_0.pdf. Acesso em 25 Fev. 2020.

o mais rápido possível para amenizar os sintomas, porém a intervenção precoce deve ser de alta qualidade, envolvendo diversas especialidades médicas, como psiquiatras e neuropediatras, atendimento terapêutico multidisciplinar com fonoterapia, psicoterapia, terapia ocupacional, musicoterapia, equoterapia, hidroterapia, entre outros (SIMION, 2014; BRASIL, 2008). Na escola, será preciso que a equipe de coordenação, professores de sala e especializados, e psicopedagogos estejam alinhados com as equipes médicas e terapêuticas, a fim de juntos, estudarem os pontos fortes e os pontos fracos a serem trabalhados com esse aluno, definir qual a melhor abordagem para ele, as metas a serem alcançadas, planejar as ações a serem realizadas para atingir as metas definidas, enfim, a equipe pedagógica deve conseguir elaborar os conteúdos e materiais adaptados necessários (ELOISA; ANTINO, 2013).

Dos males humanos, nenhum se defronta com tanto preconceito e estigma, tanta desinformação, fantasia e absurdos como as doenças ditas psiquiátricas (...) e delas, a meu ver, a mais trágica, a que causa maior perplexidade e gera o maior tumulto emocional é o autismo (GAUDERER, 1993, p. 82 *apud* ELOISA; ANTINO, 2013).

Há um impacto negativo nos familiares das pessoas com autismo, pois frequentemente, sentem-se culpados, pela sociedade, por não conseguirem controlar as atitudes de seus filhos em seus comportamentos atípicos (FERNÁNDEZ; ARCIA, 2004). É frequente também acontecer um recolhimento social, a fim de evitar constrangimentos e discriminações. Porém, tal isolamento torna a família ainda mais estigmatizada, por ser um elemento estressor adicional (DEPAPE; LINDSAY, 2015). Suas rotinas dentro e fora de casa são muito modificadas, e o autismo leva o contexto familiar a interromper suas atividades sociais normais, transformando o clima emocional no qual vive. A família se une à disfunção da criança, sendo que tal fator é determinante no início da adaptação familiar (SPROVIERI; ASSUMPÇÃO, 2001). A síndrome atinge os grupos étnicos e socioeconômicos indistintamente, porém grupos minoritários tendem a ser diagnosticados mais tarde e com menos frequência (DURKIN *et al.*, 2010; MANDELL *et al.*, 2009).

Além de serem diagnosticados mais tarde, esse grupo minoritário, caracterizado por possuir enormes desvantagens sociais, é maioria na sociedade brasileira. Raríssimas crianças com TEA possuem acesso gratuito a terapias de alta qualidade e na quantidade adequada de forma precoce, uma vez que não há

suficientes centros de referência para autistas no Brasil (PASSOS-BUENO *et al.*, 2015). Profissionais, como médicos psiquiatras infantis que atuam com pessoas com TEA, também são poucos no Brasil e no mundo, principalmente nas regiões menos desenvolvidas do país, pois grande parte deles atendem nos grandes centros. Além disso, a maioria dos médicos atende na rede privada, ficando reduzido o atendimento na rede pública (DE MORAES *et al.*, 2008; KIM *et al.*, 2018).

Para o dimensionamento correto e aperfeiçoamento das políticas públicas voltadas para autistas é preciso saber quantos cidadãos necessitarão desse serviço específico, porém o Brasil não possui dados oficiais a respeito. Os censos demográficos são executados a cada dez anos, nos anos de finais zero, e até o último, realizado no Brasil, em 2010, perguntas sobre autismo não fizeram parte dos estudos do IBGE. Em 18 de julho de 2019 foi aprovada a Lei nº 13.861, que obriga a coleta desses dados (BRASIL, 2019).

A pessoa com TEA que receber uma intervenção precoce adequada e de alta qualidade, terá uma amenização parcial dos sintomas (LOVAAS, 1987) com muitos ganhos para o aprendizado, inclusive diminuição da necessidade de suporte de materiais adaptados e de profissionais especializados durante sua vida escolar (ESTES *et al.*, 2015), porém essa pessoa sempre estará no espectro.

Suas habilidades de comunicação podem melhorar significativamente e seus comportamentos repetitivos podem diminuir com a idade. No entanto, suas dificuldades sociais frequentemente permanecem e podem, eventualmente, impedi-los de terem sucesso acadêmico e vocacional ao longo de sua vida (KRASNY *et al.*, 2003, p. 01).

3.2 O aprendizado da pessoa com TEA

A inclusão escolar é um grande desafio não só para a criança, como também para os pais, professores e terapeutas, pois estes, antes de iniciarem o ensino do conteúdo pedagógico, precisam ensinar, a criança com TEA, alguns pré-requisitos fundamentais para a aquisição do aprendizado, habilidades essas que de modo geral são aprendidas naturalmente por crianças sem a síndrome (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001 *apud* KLIN, 2006). Como exemplos podemos citar a capacidade de perceber os pensamentos, sentimentos e intenções de outras pessoas e a curiosidade

e a capacidade de lidar com situações novas que surgem no cotidiano (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001).

As metas educacionais para esses alunos, como parte da abordagem da independência e responsabilidade social, geralmente precisam abordar as metas de linguagem, sociais e adaptativas que não fazem parte do padrão curricular (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, p. 40).

3.2.1 Déficits cognitivos

“Os déficits cognitivos do TEA construíram um enigma ao invés de uma lista explícita (RASCHE, 2012)”. Isso porque trata-se de um espectro, onde cada criança diagnosticada terá dificuldades diferentes umas das outras, de níveis variados, de diferentes capacidades. São várias as habilidades comprometidas em pessoas com TEA, como detalhado em inglês na Fig. 1. As três áreas gerais de déficits cognitivos são: teoria da mente, função executiva e coerência central:

- **Teoria da Mente** é a capacidade de se colocar no lugar do outro, interpretando pensamentos e emoções. OZONOFF *et al.*, (1994) descreve como a capacidade de entender o estado mental de si e de outros. Déficits nessa área são evidentes em crianças com TEA, que apresentam enormes dificuldades em entender a perspectiva alheia;
- **Função Executiva** é a capacidade de planejar estratégias para alcançar metas e ter flexibilidade para mudá-las, caso necessário. Déficits nessa área são observados em crianças com TEA, que possuem rígidos padrões de rotina, muitos deles sem qualquer sentido (HAPPE, 1999; OZONOFF *et al.*, 1994; PELLICANO, 2010).
- **A Coerência Central** refere-se à capacidade de processar informações e interpretá-las de forma a obter um significado coerente. Crianças com TEA demonstram habilidade excepcional no processamento de detalhes, porém possuem muitas dificuldades em interpretar seu significado (HAPPE, 1999; PELLICANO, 2010).

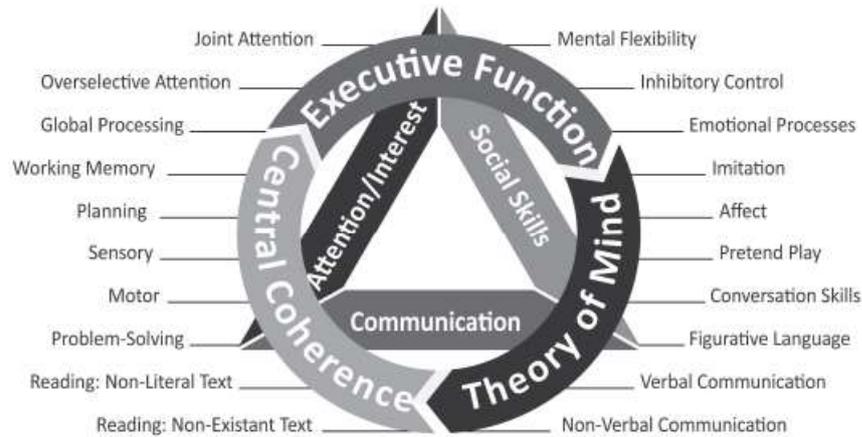


Fig. 1 - os déficits e deficiências criam uma longa lista de possíveis comprometimento de habilidades (RASCHE, 2012)

Déficits cognitivos nessas áreas causam deficiências em três habilidades, que ocorrendo simultaneamente, e dependendo da gravidade de cada uma delas, podem sugerir o diagnóstico do TEA. Os déficits cognitivos em autistas causam uma interrupção no processamento da informação, reduzindo a quantidade de informações interpretada pela memória, tornando lento o processo de tomar decisões apropriadas (RASCHE; QIAN, 2012).

3.2.2 Déficits nas habilidades sociais e linguísticas

O comportamento da pessoa com TEA apresenta-se como atípico em todas as fases do desenvolvimento, porém prejuízos na linguagem são descritos como aqueles que mais angustiam os pais e os profissionais que trabalham com o TEA (PITUCH *et al.*, 2011). Sem uma comunicação torna-se praticamente impossível compreender suas necessidades e vontades.

Parte do aprendizado de crianças que não possuem TEA ocorre a partir da observação do outro (CHARLOP *et al.*, 2010), tomando como referência sua fala, gestos, expressões faciais e outras habilidades de comunicação e interação, absorvendo informações dos ambientes nos quais transitam e utilizando-as no dia a dia. Os déficits comuns a pessoas com TEA envolvem essas áreas (APA, 1994), um exemplo são os defeitos de concentração nos rostos humanos e na percepção das emoções, que acarretam em um déficit na comunicação social (RASCHE; QIAN,

2012). Consequentemente seu progresso cognitivo estará comprometido, e seu aprendizado será muito mais lento e difícil (BEE, 2003). São marcantes a:

Falta de iniciativa para a comunicação, limitações na linguagem receptiva e expressiva, podendo incluir perseveração verbal (permanência no mesmo assunto), ecolalia (repetição de palavras ou frases), fala idiossincrática (uso peculiar de palavras ou frases vinculadas a eventos ou objetos específicos sem relação com o contexto ou com o ouvinte), pobres características prosódicas (ritmo, som e afinação), habilidades não verbais pobres (gestos, expressões faciais, etc), uma lacuna na iniciação de linguagem espontânea, atenção compartilhada e déficits nas habilidades pragmáticas (funções comunicativas e habilidades conversacionais)(BANDA *et al.*, 2010; Sena, 2014 *apud* RODRIGUES; ALMEIDA, 2017, p. 595)."

Cerca de 50% das crianças com TEA permanecerão não verbais ou funcionalmente não verbais -podem falar, mas não estabelecem diálogos- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Muitos pesquisadores vêm estudando diversas formas de melhorar o desenvolvimento das pessoas com TEA, apresentando ganhos nas habilidades sociais e repertórios verbais receptivos (ouvir), porém não há estudos que comprovem ganhos na linguagem expressiva falar estabelecendo diálogo (WAINER; INGERSOLL, 2011). Essa é a área que se pretende atuar com a proposta de um reconhecimento de voz adaptado (reconhecimento de que representa a manifestação da pessoa com TEA, mas que não representa palavras). Esse aspecto pode ser útil para se desenvolver a fala de indivíduos com TEA, que podem vir a ter uma significativa melhora em sua comunicação e em todos os ambientes de convívio social e de aprendizado (RODRIGUES; ALMEIDA, 2017).

3.2.3 Hiperfoco

Nas pessoas com TEA, as categorias de padrões comportamentais restritos e repetitivos (hiperfocos) se apresentam como um dos sintomas para o diagnóstico do transtorno. Sabemos que o cérebro de um autista funciona de maneira diferente porque é um cérebro hiperexcitado. As redes neuronais de preferência são formadas, e o hiperfoco é uma alteração comportamental (SENA, 2014) quase sempre presente nos indivíduos com TEA. É uma forma intensa de concentração em um mesmo tema, tópico ou tarefa. Que restringe muito os interesses, apresentando verdadeiras obsessões por alguns temas específicos (LEBLANC; LOSOWSKI-SULLIVAN; RILEY, 2010), por exemplo: trens, dinossauros, endereços, mapas, números de telefone ou

outros. É comum indivíduos com TEA com interesses muito restritos não prestarem atenção em outra coisa que não seja seu hiperfoco, o que compromete seu aprendizado. Eles mantêm seu interesse por períodos incomumente longos, tornando mais difícil outra pessoa chamar-lhe a atenção, inclusive ela mesma tem dificuldade em comandar sua própria atenção voluntariamente (ISOMURA *et al.*, 2015). Quando a pessoa com TEA está com seu foco em seu hiperfoco geralmente ela fica menos ansiosa e estressada, dessa forma o hiperfoco pode ser uma importante forma de se captar a atenção da pessoa com TEA, permitindo aproximação e confiança, e de forma gradativa pode-se apresentar novas possibilidades, modelando seus hábitos e introduzindo novas informações sobre outros estímulos, ampliando, dessa forma, o conhecimento e os interesses da criança. Pretende-se utilizar esse interesse por temas específicos para captar o interesse do autista e assim conseguir iniciar uma conversação, e então introduzir novos assuntos, afim de ampliar seu repertório.

3.2.4 Ecolalia

Ecolalia é uma das manifestações do comportamento repetitivo na linguagem. É uma forma de estereotipia, persistente, muito comum em pessoas com TEA (MERGL; ALVES; AZONI, 2015). Estereotipias são movimentos, a maior parte das vezes incontroláveis, que funcionam como um estímulo para algumas finalidades, sendo uma delas a de se reorganizarem sensorialmente. A ecolalia é uma vocalização através da imitação, podendo ser imediata ou tardia, de frases e sons pelos quais a pessoa com TEA se interessou (SENA, 2014). Toda pessoa com TEA verbal apresenta ou apresentou ecolalia em algum momento. É uma característica muito intrigante, e SAADATZI *et al.*, (2017) afirmam que esse tema foi pouco pesquisado. Alguns autores defendem a ecolalia como uma tentativa de socializar-se (DE FARIA SAAD; GOLDFELD, 2009). O indivíduo com TEA percebe que o outro espera uma resposta dele -porém não sabe o que falar, então apenas repete o que lhe foi dito. As vezes podem responder frases prontas, ouvidas em outra situação, mas que se aplicam àquele contexto. Essa é chamada ecolalia funcional, que se pretende tentar estimular através do aplicativo proposto, pois pessoas com TEA ecolálicas são capazes de aprender através da imitação, e passar a utilizar essa ecolalia no momento correto, fazendo com que se tornem funcionais, até que consigam generalizar a fala

para outro contexto, que se bem conduzida, pode alcançar um diálogo natural (DE FARIA SAAD; GOLDFELD, 2009).

3.3 Ferramentas de Tecnologia Assistiva

Utilizada como instrumento de acessibilidade e inclusão, a tecnologia assistiva compõe uma grande quantidade de recursos e serviços distintos, usados para ampliar, manter ou melhorar os recursos funcionais de pessoas com limitações e/ou deficiências. Uma dessas ferramentas é a comunicação alternativa e aumentativa (CAA), área da tecnologia assistiva que permite, ao usuário, se comunicar com as demais pessoas, suplementando (aumentativa) ou substituindo (alternativa) a fala (SCHLOSSER; WENDT, 2008). Os recursos e serviços empregados podem variar desde um simples painel estruturando a rotina do dia (Fig. 7), até programas computadorizados de realidade aumentada e virtual. RADABAUCH (1993) afirma que, “...para pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis (*apud* BERCH, 2008, p. 01)”.

Ferramentas de Tecnologia Assistiva são especialmente importantes para o processo de ensino e aprendizagem de pessoas com TEA, pois contribuem, dentro do possível, para a aquisição de certa independência, trazendo mais autonomia, inclusão social e pedagógica, ao ampliarem seu acesso às atividades de aprendizagem e favorecendo, conseqüentemente, o desenvolvimento cognitivo do indivíduo com TEA (SIMION, 2014; WAINER; INGERSOLL, 2011).

3.3.1 *Scripts*

Scripts são roteiros visuais adaptados para servirem de suporte ao aprendizado de pessoas com TEA. São cartões e painéis preparados, antecipadamente, para serem utilizados como apoio visual no momento oportuno, sob mediação de pais, terapeutas, professores, nas interações comuns diárias. A utilização de *scripts* auxilia pessoas com TEA a se envolverem em conversas diárias importantes para a interação social (WONG *et al.*, 2015), demonstram conceitos através das imagens, e possuem

o potencial de antecipar, de forma didática e visual, as situações que serão vivenciadas, reduzindo muito a ansiedade e favorecendo o entendimento do indivíduo com TEA. *Scripts* tem o potencial de expandir o repertório verbal e a habilidade de conversação, pois foi verificado que com o passar do tempo surgem novas falas, diferentes daquelas previstas inicialmente nos scripts (BROWN *et al.*, 2008; KRANTZ; MCCLANNAHAN, 1993; RAYNER; DENHOLM; SIGAFOOS, 2009; REAGON; HIGBEE, 2009; SAROKOFF; TAYLOR; POULSON, 2001), mostrando que o tema trabalhado foi generalizado, e sugerindo que as pessoas com TEA conseguiram aprender (CHARLOP-CHRISTY; KELSO, 2003; CHARLOP; GILMORE; CHANG, 2008; RAYNER; DENHOLM; SIGAFOOS, 2009). Indivíduos com TEA podem se comunicar de maneira não-verbal usando uma variedade de abordagens, como por exemplo:

- (i) cartões explicativos, que descrevem o passo a passo da tarefa a ser executada (Fig. 2);



Fig. 2 - Exemplos de scripts de higiene e cotidiano⁵

- (ii) cartões com perguntas e respostas que servem de roteiro para ensinar a dinâmica de uma conversa com outra pessoa (Fig. 3);

⁵ Disponível em: <http://autismoprojetointegrar.com.br/todos-os-desenhos/>. Acesso em 25 Fev. de 2020.

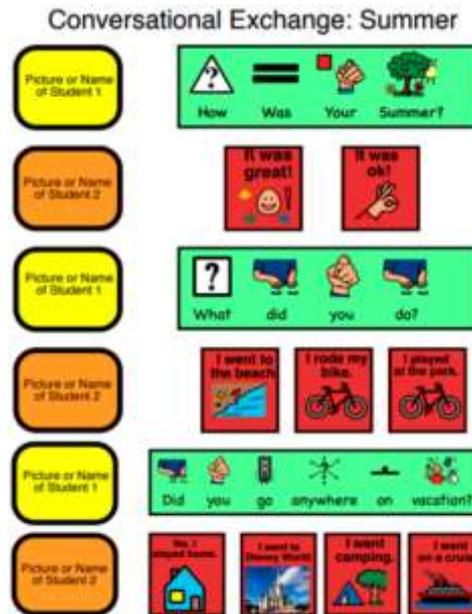


Fig. 3 - Exemplo de script social para contar sobre as férias⁶

- (iii) histórias sociais, que consistem em um sistema de modelagem de interpretação social e comportamental, capaz de dar previsibilidade do que irá acontecer em determinada situação, e de como a pessoa deveria se portar (Figs. 4 e 5);



Fig. 4 - Exemplos de scripts de contexto escolar e de comportamento⁷

⁶ Disponível em: <https://www.teacherspayteachers.com/FreeDownload/How-Was-Your-Summer-Conversational-Script-Autism-Speech-2738134>. Acesso em 25 Fev. 2020.

⁷ Disponível em: <http://autismoprojetointegrar.com.br/todos-os-desenhos/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

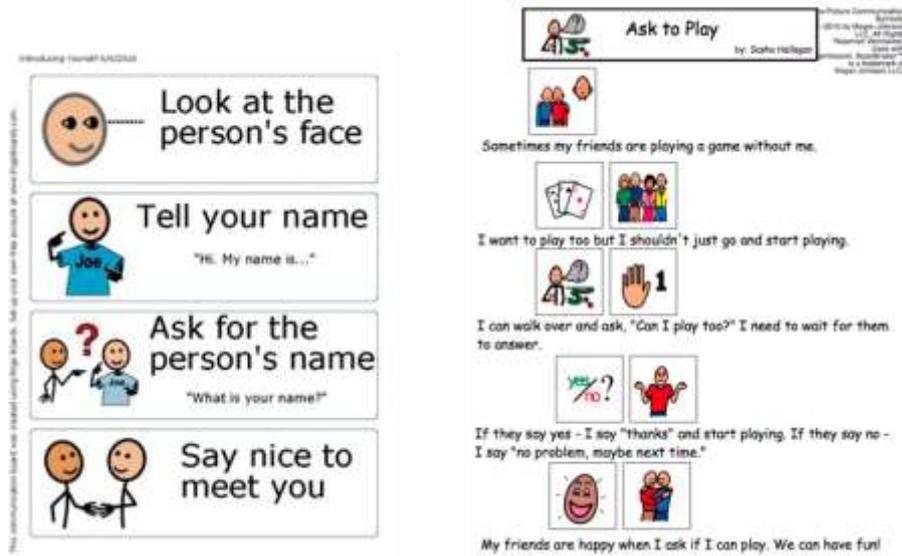


Fig. 5 - Script para iniciar uma conversa⁸ e de como pedir para participar de uma brincadeira⁹

- (iv) cartões com desenhos simples: conhecidos como pranchas de comunicação, aonde o usuário aponta para a figura que representa aquilo que ela deseja expressar; e pranchas de comunicação alfabéticas: a pessoa com TEA alfabetizada, porém incapaz de escrever com autonomia, aponta para a letra desejada¹⁰, e uma pessoa auxiliar irá anotar essas letras, até formar a palavra que se pretende (Fig. 6);

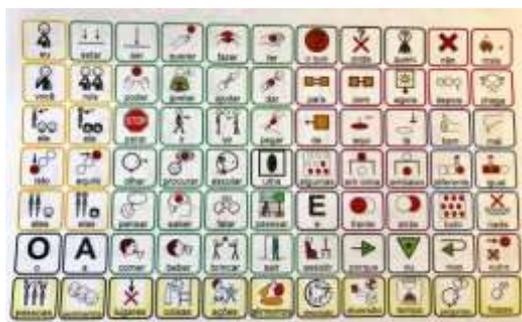


Figura 3 - Segunda proposta de layout de teclado para comunicação alternativa.

Fig. 6 - Prancha de comunicação simples e prancha de comunicação alfabética (LIEGEL, 2008)

⁸ Disponível em: <https://www.pinterest.co.kr/pin/280630620514414989/?lp=true>. Acesso em 25 Fev. 2020.

⁹ Disponível em: <https://theautismhelper.com/behavior-week-attention-maintained-behaviors/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

¹⁰ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=F_8b7PgnNQQ. Acesso em 25 Fev. 2020.

- (v) painel de rotina: a visualização da rotina do dia, nos diversos ambientes da criança: em casa, na sala de aula e consultórios terapêuticos, auxilia a previsibilidade e sequência das atividades que ocorrerão no dia. Essa previsibilidade traz mais confiança, autonomia e facilita o entendimento da atividade a ser realizada (48);



Fig. 7 - Painel de rotina em sala de aula¹¹

- (vi) ler palavras ou textos em tablet e/ou computador, -é comum que pessoas com TEA prefiram ler em meios digitais, ao invés de livros e papéis- (WILLIAMS, et. al. 2002);
- (vii) PECS - Picture Exchange Communication System: uma forma alternativa de comunicação por troca de figuras, usada há vários anos, que utiliza fichas com imagens do que se quer comunicar. As fichas são dispostas em uma pasta, de forma categorizada, com figuras que representam sua necessidade. Quando querem comunicar algo, selecionam as figuras desejadas e as colocam em uma tira de sentença (Fig. 8). Essa tira é entregue ao parceiro comunicante, que podem ser os pais, professores, terapeutas ou outra auxiliar com o qual a pessoa com TEA queira se comunicar.

¹¹ Disponível em: <http://www.blogin.com.br/2018/03/29/sugestoes-estruturar-rotina-nos-casos-tea/>. Acesso em 25 Fev. 2020.



Fig. 8 - Sentença formada utilizando PECS, um sistema de comunicação por troca de imagens¹²

3.3.2 Modelagem em vídeo

Ferramentas assistivas digitais possuem características que favorecem o aprendizado da pessoa com TEA, que experimentam desconfortos em ambientes sociais imprevisíveis (CHARLOP-CHRISTY; LE; FREEMAN, 2000). As características destas ferramentas podem variar desde uma leve perturbação até extremo desconforto e possibilitam a desorganização sensorial, que causa situações de agressões e/ou auto agressões (MOMO, et. al., 2012). Tais ferramentas possuem algumas vantagens:

- (a) são estáveis, padronizadas, portáteis, permitindo que se utilize no ambiente em que se sentir melhor;
- (b) demonstram o passo a passo da atividade, que pode ser repetido quantas vezes se achar necessário, no tempo da pessoa com TEA (GOLAN; BARON-COHEN, 2006);
- (c) facilitam a reprodução de cenários que poderiam ser difíceis de serem conseguidos em sala de aula;
- (d) profissionais de apoio têm o controle do que está sendo reproduzido (AYRES; LANGONE, 2007).
- (e) incentivam a autonomia da pessoa, que passa a ser um agente ativo em sua educação por ter a possibilidade de manipular e progredir através dos programas de intervenção (WILLIAMS et. al., 2002).

¹² Disponível em: <https://pecs-brazil.com/suporte-pecs/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

A utilização de modelagem em vídeo é uma prática baseada em evidências no aprendizado de pessoas com TEA. Esse público tem preferência, e responde melhor a intervenções de ensino através de pistas visuais (BELLINI; AKULLIAN, 2007; MASON *et al.*, 2012; MOKASHI; YAROSH; ABOWD, 2013; SHUKLA-MEHTA; MILLER; CALLAHAN, 2010). Durante muitos anos a modelagem de vídeos foi a principal tecnologia utilizada para pessoas com TEA, cumprindo bem a função de demonstrar, passo-a-passo, detalhes que normalmente não seria preciso explicar. Apesar de pessoas com TEA terem muitas dificuldades na imitação (SENA, 2014), a modelagem de vídeo é efetiva para que eles entendam conceitos que dificilmente aprenderiam no dia a dia, em situações reais (CHARLOP; GILMORE; CHANG, 2008; WAINER; INGERSOLL, 2011). Esse tipo de intervenção favorece a aquisição e o desenvolvimento de habilidades de comunicação e socialização, trabalho, desempenho acadêmico e de vida diária de indivíduos com TEA (HUANG; WHEELER, 2006). A modelagem de vídeo pode demonstrar, por exemplo, abordagens sociais, comportamentais, demonstrar um ponto de vista, como utilizar um determinado brinquedo ou objeto, entre outros^{13 14}.

Apesar da inteligência média ou superior, pode haver uma falha em apreciar sutilezas e mensagens implícitas transmitidas durante as interações. A pessoa com TEA nem sempre sabe o que é ou não apropriado para uma situação particular, eles podem não entender como se revezar em uma conversa, ou como fornecer informações sem entrar nos mínimos detalhes e como selecionar as informações relevantes. Podem ter problemas para escolher tópicos adequados ao tema da conversação e ao parceiro, mantendo os tópicos e indicando uma mudança para um novo tema (KRASNY *et al.*, 2003, p. 01).

CHARLOP *et al.*, (2008) pesquisaram sobre o uso de modelagem de vídeo para melhorar as habilidades de conversação de crianças com TEA. Basearam a pesquisa no conhecimento de que o uso de cartões de *script* haviam sido eficazes para o aprendizado das habilidades conversacionais. Seu estudo e outros demonstraram que a modelagem de vídeo foi eficaz para o desenvolvimento de habilidades sociais, de comunicação, habilidades de vida diária, trabalho e desempenho acadêmico para pessoas com TEA (HUANG; WHEELER, 2006).

¹³ Jogo de empilhar. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ve7LqDYgbQs>. Acesso em 25 Fev. 2020. Iniciar uma conversa. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QuukBPccAeE>. Acesso em 25 Fev. 2020.

¹⁴ Tirar dúvida em sala de aula. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OpdEEtRpNrI>. Acesso em 25 Fev. 2020.

Esperar sua vez. Disponível em: www.youtube.com/watch?v=aUKZ5VXyBYU. Acesso em 25 Fev. 2020.

3.3.3 PECS - Picture Exchange Communication System

O método PECS é um sistema de intervenção alternativo e aumentativo da comunicação, criado em 1985, para pessoas com TEA e outros déficits poderem se comunicar, e eventualmente desenvolver sua linguagem verbal. Inicialmente o método ensina a natureza social da comunicação, onde a criança com TEA aprende a solicitar um item desejado. Uma vez aprendido, o uso do PECS é expandido a fim de desenvolver um repertório verbal mais rico, incluindo estruturas de sentenças e funções comunicativas adicionais. As interações são motivadoras, pois trabalham objetos que interessam muito à criança com TEA. O treinamento possui 6 níveis (Fig. 9) que ensinam a pessoa a se comunicar de forma verbal ou não.

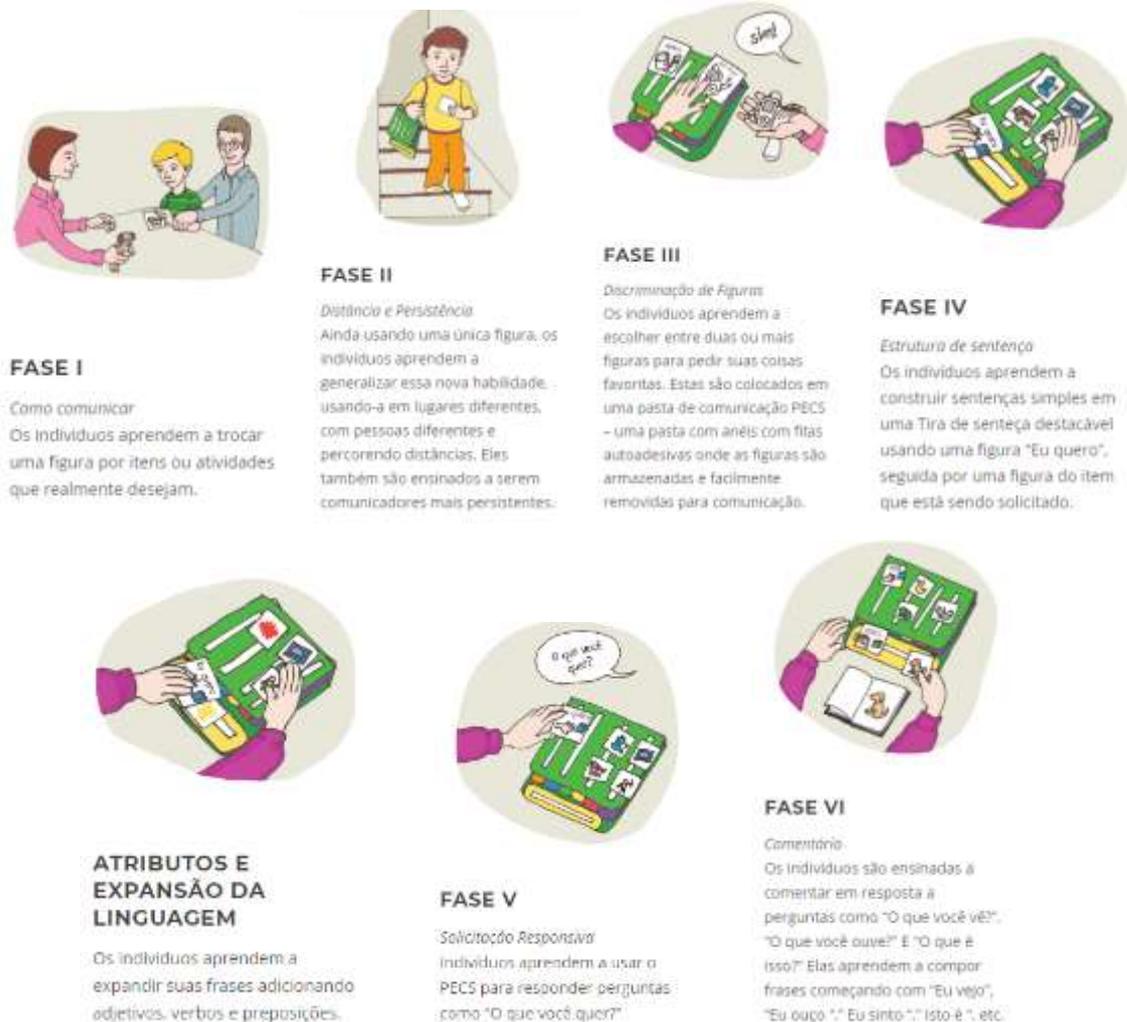


Fig. 9 - seis fases que compõem o treinamento do método PECS

A comunicação ocorre da seguinte forma: cada pessoa com TEA possui uma pasta -chamada de pasta de comunicação- (Fig. 10 imagem 2), estruturada com fichas de figuras específicas a serem utilizadas no seu dia a dia (Fig. 10 imagem 1). Eles são ensinados a levar sua pasta a todos os ambientes que frequentarem, podendo comunicar, através dela, a qualquer momento, um desejo, uma necessidade, uma contrariedade, entre outros. A pasta pode conter imagens personalizadas ou figuras padronizadas, mas sempre serão imagens simples e claras e de fácil visualização, para representar o que se quer comunicar.



Fig. 10 - 1: exemplo de figuras de PECS / 2: pasta de comunicação / 3: tira de sentença^{15 16}

Cada ficha possui um velcro colado em seu verso, e permanece fixada no outro lado do velcro, que está na pasta de comunicação (Fig. 10, imagem 2). A pasta é organizada pela própria pessoa com TEA. As fichas costumam representar verbos, pronomes, adjetivos, comidas, necessidades, vontades, brincadeiras, lugares, pessoas, entre outros. Quando quer se comunicar, o indivíduo com TEA retira as fichas com as figuras desejadas da pasta e, na fase avançada do método, as dispõe na tira de sentença, entregando-a ao parceiro comunicante (Fig. 10, imagem 3). Em todas as fases, eles são encorajados a falar, e são recompensados quando conseguem se comunicar. BONDY e FROST (2001), criadores do método, demonstram, aos 18 minutos¹⁷ do vídeo indicado, como a criança com TEA é incentivada a falar. No referido vídeo, a tira de sentença é montada, e entregue ao

¹⁵ Disponível em: <https://pecsusa.com/shop/communication-book/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

¹⁶ Disponível em: <https://pecs-brazil.com/suporte-pecs/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

¹⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rsDBJyrcyh0>. Acesso em 25 Fev. 2020.

parceiro de comunicação -o ouvinte que está aplicando o método- com a frase: **eu quero carro**. O parceiro, que recebe a tira, aponta para a sentença e diz: **eu quero...** e espera a criança completar com a última palavra, estimulando-a a falar, e dando o objeto assim que ela conseguir. Então passa a exigir duas palavras, dando a dica da primeira para iniciar a frase: **eu....** se ela conseguir falar as duas últimas palavras **quero bola**, o parceiro comunicador passará a exigir a frase completa. Dessa forma, o método proporciona que a criança com TEA entenda que falar é vantajoso, porque ela consegue, rapidamente, o objeto ou ação que está solicitando. Há pessoas com TEA que não conseguirão verbalizar, mesmo com anos de terapias adequadas.

A eficiência do método passou por questionamentos, pois alguns terapeutas e pais tinham receio de que a criança com TEA se acomodasse na comunicação através de figuras, e não sentisse necessidade de expressar verbalmente suas vontades, comprometendo, dessa forma, o desenvolvimento de sua linguagem verbal (SCHLOSSER, 2003 *apud* SCHLOSSER 2008). Porém, ocorreu o oposto. O método foi verificado por mais de 150 estudos, que forneceram evidências que trata-se de um sistema de comunicação funcional efetivo para crianças com TEA e para crianças que não estão usando ou desenvolvendo a fala de maneira funcional, comprovando ser eficiente inclusive para os quadros mais severos da síndrome (BONDY; FROST, 2001): (i) cinquenta e nove por cento das crianças de até cinco anos que utilizaram PECS, por um período maior que um ano, desenvolveram fala independente; (ii) trinta por cento falaram enquanto usavam PECS (HAWLEY, 2002).

3.3.4 Estudos com aplicativos de CAA

Na última década, vimos tecnologias digitais, especialmente telefones celulares e smartphones, transformarem o modo das pessoas agirem em todo o mundo e se comunicarem acessando informações. Aplicativos de celular têm grande potencial no estímulo do aprendizado de pessoas com TEA (VASQUEZ *et al.*, 2015). Devido à escassez de terapias adequadas disponibilizadas (PASSOS-BUENO *et al.*, 2015), verificou-se que os aplicativos direcionados a esse grupo estão rapidamente se tornando ferramentas assistivas muito promissoras.

Estudos demonstram que o uso da tela eletrônica é frequente em crianças com TEA, sendo capazes de exercer sobre eles muita atratividade (AYRES, et. al., 2013; MACPHERSON *et al.*, 2014; MAZUREK *et al.*, 2012), e que é provável que interajam melhor com esse tipo de intervenção, mantendo-os altamente motivados para iniciarem a interação e a se manterem nela. Programas computadorizados e/ou aplicativos para telefone celular têm sido muito estudados, e têm trazido grandes resultados para o aprendizado de pessoas com TEA. As telas eletrônicas, além de serem portáteis e relativamente baratas, oferecem muitas vantagens: (i) podem ser supervisionadas por professores, pais e terapeutas; (ii) são previsíveis e consistentes, trazendo conforto e segurança para indivíduos com TEA; (iii) podem ser tão ou mais socialmente aceitáveis, pois eletrônicos chamam menos atenção em treinos feitos fora das clínicas (RAMDOSS *et al.*, 2011; RAULSTON *et al.*, 2013); (iv) costumam promover a autonomia e independência da pessoa com TEA, que poderá interagir com ele quantas vezes for necessário. A repetição é importante não só para o conteúdo ser aprendido, mas também para a pessoa com TEA não perder a habilidade adquirida (RASCHE; QIAN, 2012), e então, provavelmente será mais fácil conseguir a generalização do conceito aprendido aplicando em atividades e situações reais com outras pessoas (STOKES; BAER, 1977).

Baseado na funcionalidade dos *scripts*, Grosberg demonstrou, em seu estudo de 2017 que, ao incluir 6 crianças com TEA entre 7 e 11 anos, era possível ensinar esse público a conversar por meio de mensagens de texto. Esse estudo foi feito de forma lúdica, nos ambientes naturais das crianças, e o critério para participação incluiu imitação verbal generalizada, uso de pelo menos 3 palavras inteligíveis com o objetivo de iniciar uma conversa, e ler e entender frases simples de pelo menos 3 palavras. Seus resultados sugerem que as crianças com TEA aumentaram sua conversação quando utilizaram mensagens de texto. Com o tempo, a necessidade do uso de *scripts* diminuiu, e as conversas espontâneas aumentaram. Grosberg coloca que ainda é preciso pesquisas para descobrir como desenvolver materiais de aprendizagem para serem utilizados nos celulares e qual a tecnologia mais eficaz, e que mensagens de texto que estimulem conversas parecem ser uma pesquisa apropriada para crianças com TEA (GROSBERG; CHARLOP, 2017).

MOORE e CALVERT (2000) fizeram um estudo com 14 pessoas para saber se o uso de treinamento informatizado dirigido por um professor teria alguma vantagem no aprendizado de idiomas para pessoas com TEA. Nessa pesquisa os voluntários deveriam selecionar o item solicitado pelo professor. Acertando, receberiam elogios verbais ou poderiam escolher um brinquedo. Errando, receberiam informações verbais até que acertassem. O programa informatizado forneceu reforço sensorial para obter respostas corretas, usando cores atraentes, música, animação e sons exóticos. Caso o participante acertasse três vezes consecutivas, poderia assistir a um vídeo estimulante. Os resultados demonstraram que as crianças que utilizaram o programa informatizado foram capazes de identificar mais palavras, tiveram mais interesse em participar, e tiveram mais vontade de treinar novamente, em comparação com o grupo que não utilizou esse programa. Os resultados iniciais sugerem que o uso de tecnologias para o aprendizado de indivíduos com TEA a fim de aumentar o repertório verbal são promissoras. Os resultados indicaram que as crianças do grupo de treinamento computadorizado foram capazes de identificar mais palavras do vocabulário de maneira receptiva, gastar mais tempo 'na tarefa' e demonstraram maior desejo em continuar com o programa após a conclusão do estudo, em comparação com as crianças do grupo treinado por professores.

Heimann *et al.*, (1995) investigaram se o uso de um programa para computador interativo, o Alpha, utilizando vídeo, figuras e vozes animadas, poderia ensinar habilidade básicas de leitura e comunicação a crianças com deficiência mental e com TEA. Trinta crianças participaram do estudo, com e sem deficiência, onde teriam que formar frases com imagens, e se conseguissem, uma animação referente a frase formada seria exibida na tela. Os resultados mostraram que todos os grupos tiveram ganhos. O grupo com TEA aumentou sua capacidade de leitura e ao final do programa passaram a utilizar mais linguagem e a solicitar mais ajuda aos professores. Dessa forma, os resultados sugerem que crianças com TEA podem ter ganhos significativos em suas habilidades de linguagem ao usar programas interativos computadorizados.

BOSSELER e MASSARO (2003) desenvolveram um estudo avaliando ganhos na linguagem em indivíduos com TEA. Os pesquisadores desenvolveram um programa para ensinar vocabulário e uso da linguagem funcional para oito crianças com TEA, entre 7 e 12 anos de idade. O programa consistia em um personagem

animado em 3D, áudio e texto. O resultado mostrou que os participantes, ao fim do programa, conseguiram identificar mais palavras do que no início, e conseguiram recordar 85% das novas palavras propostas um mês após o término do programa. Sete das oito crianças estiveram altamente estimuladas com o personagem. Em um segundo estudo, que avaliou o impacto do programa na linguagem infantil e na generalização de habilidades com 6 das 8 crianças do primeiro estudo, foi demonstrado que todas as crianças conseguiram identificar mais palavras e utilizar novos estímulos em outros ambientes com professores diferentes, o que sugere que as informações adquiridas foram generalizadas, posto que foram transferidas para itens e ambientes fora do contexto de treinamento direto. Dessa forma, o estudo concluiu: "programas como o estudado tem o potencial de ser um meio atraente e eficaz por meio dos quais, crianças com TEA podem desenvolver habilidades de vocabulário receptivo" (SHANE; ALBERT, 2008).

HETZRONI e TANNOUS (2004), em sua pesquisa, também avaliaram a possibilidade de desenvolver habilidades de linguagem funcionais em crianças com TEA através de um programa de computador interativo, o *I Can Word It Too*, que tem como proposta ensinar a forma, o uso e o conteúdo da linguagem através de perguntas, e as crianças devem responder formando uma sentença, selecionando figuras na tela. Uma vez respondida corretamente, a criança visualizaria uma animação e ouviria um áudio referente a sentença montada na tela. Participaram do estudo cinco crianças com TEA, com idades entre 7 e 12 anos. A análise dos dados indicou que todos os participantes apresentaram aumento no uso da linguagem funcional e redução significativa da ecolalia tardia, imediata e fala irrelevante. Fizeram mais uso da fala espontânea. Os professores perceberam uma alta motivação nos participantes, tanto durante o uso do programa como para utilizá-lo novamente (WAINER; INGERSOLL, 2011).

Outros estudos sobre aplicativos comprovaram, preliminarmente, ganhos na linguagem receptiva (WHALEN *et al.*, 2006, 2010) e nas habilidades sociais (BEAUMONT; SOFRONOFF, 2008; BERNARD-OPITZ; SRIRAM; NAKHODASAPUAN, 2001; PARSONS; MITCHELL; LEONARD, 2004). Não foram encontradas pesquisas que comprovassem ganhos na linguagem expressiva verbal. Pode-se dizer que não há aplicativos direcionados para o público TEA que comprovadamente

desenvolva a linguagem expressiva verbal. A maior parte deles entretém, desenvolve a comunicação de forma geral, contribui para melhorar a cognição, porém não desenvolve a fala.

3.3.5 Aplicativos vocalizadores para pessoas com TEA “não verbais”

Os termos *verbais* e *não verbais* não são classificações oficiais, portanto não há uma definição clara entre esses indivíduos, porém esses termos são muito utilizados por profissionais, como médicos, terapeutas e familiares de pessoas com TEA. Além disso, *não verbal* é uma expressão que pode causar certa confusão, pois pode evocar a falsa ideia de que a pessoa que não fala também não entenda as palavras. Pessoas com TEA não verbais entendem mais do que conseguem expressar. Muitas vezes se frustram, por não conseguirem se expressar, causando ansiedade, descontrole emocional e até depressão, além de comportamentos difíceis. Eles podem se comunicar de forma socialmente inaceitável, com ações agressivas, destrutivas ou autoestimulantes (SIMION, 2014). As tecnologias assistivas podem e contribuem muito para a expressão desse público. Uma das categorias de aplicativos de CAA são ferramentas de comunicação sofisticadas para pessoas com bem pouca ou nenhuma fala funcional. São aplicativos de tela sensíveis ao toque, de alta qualidade e baixo custo e muito fáceis de usar, que vocalizam a necessidade das pessoas com TEA nos diversos locais de seu cotidiano, através de frases pré-gravadas ou da tecnologia TTS (*text-to-speech*), que converte texto em voz digitalizada. Esses aplicativos TTS estão sendo largamente utilizados para ampliar, efetivamente, habilidades de comunicação de pessoas com TEA (BLISCHAK; LOMBARDINO; DYSON, 2003; FLORES *et al.*, 2012; KING *et al.*, 2014).

O número de pessoas com TEA que não utilizam a fala, chega próximo a um terço (WODKA; MATHY; KALB, 2013) do total de pessoas com TEA. Mesmo não utilizando a linguagem falada, alguns conseguem se comunicar, utilizando diferentes suportes. Muitos desses indivíduos provavelmente conseguirão falar um dia, conforme um estudo que pesquisou qual a porcentagem das crianças com TEA que poderiam

vir a adquirir a fala fluente¹⁸. Para tanto, utilizaram uma grande amostra de 535 crianças entre 8 e 17 anos, diagnosticados com um severo atraso de linguagem aos 4 anos de idade, caracterizado por não conseguir juntar palavras em frases significativas. A pesquisa concluiu que 47% das crianças adquiriram linguagem fluente e 70% conseguiram falar usando frases simples (WODKA; MATHY; KALB, 2013). Essa aquisição da linguagem tardia não significa, necessariamente, um mau prognóstico ou um baixo QI. Crianças com TEA podem desenvolver a linguagem muito depois do esperado. Para o desenvolvimento dessa linguagem, as terapias específicas são estratégias muito importantes, pois técnicas de comunicação não verbais podem ser utilizadas para desenvolver as habilidades de comunicação enquanto a fala não surge (WODKA; MATHY; KALB, 2013).

De acordo com (AVILA; PASSERINO; TAROUCO 2013), em estudos comparativos entre o uso de comunicação alternativa (CAA) em cartões e por meio de tablets, a passagem para a tecnologia móvel facilitou significativamente o uso das pranchas de CAA. As pranchas impressas, além de oferecerem um número limitado de símbolos, não possibilitam explorar os recursos audiovisuais, que podem atuar como elementos incentivadores da comunicação. A vocalização da palavra ou sentença escolhida pela pessoa com TEA pode ser feita pelo aplicativo com o auxílio de um dispositivo de geração de fala TTS. O aplicativo TTS reproduz as palavras e/ou frases em voz digitalizada ou frases humanas pré-gravadas.

(695) aplicativos para pessoas com TEA

Na Apple é possível encontrar um aplicativo chamado *TouchAutism*, que consiste em uma lista abrangente de aplicativos direcionados a pessoas com TEA, agrupados em diversas categorias (Fig. 11). Eles foram desenvolvidos para auxiliar em determinadas situações e necessidades de quem os utiliza. Por exemplo: histórias sociais; organização da rotina; alfabetização, identificação de emoções, entre outros.

¹⁸ Linguagem fluente é quando se consegue utilizar expressões complexas a respeito de assuntos que não se refiram a necessidade física imediata.

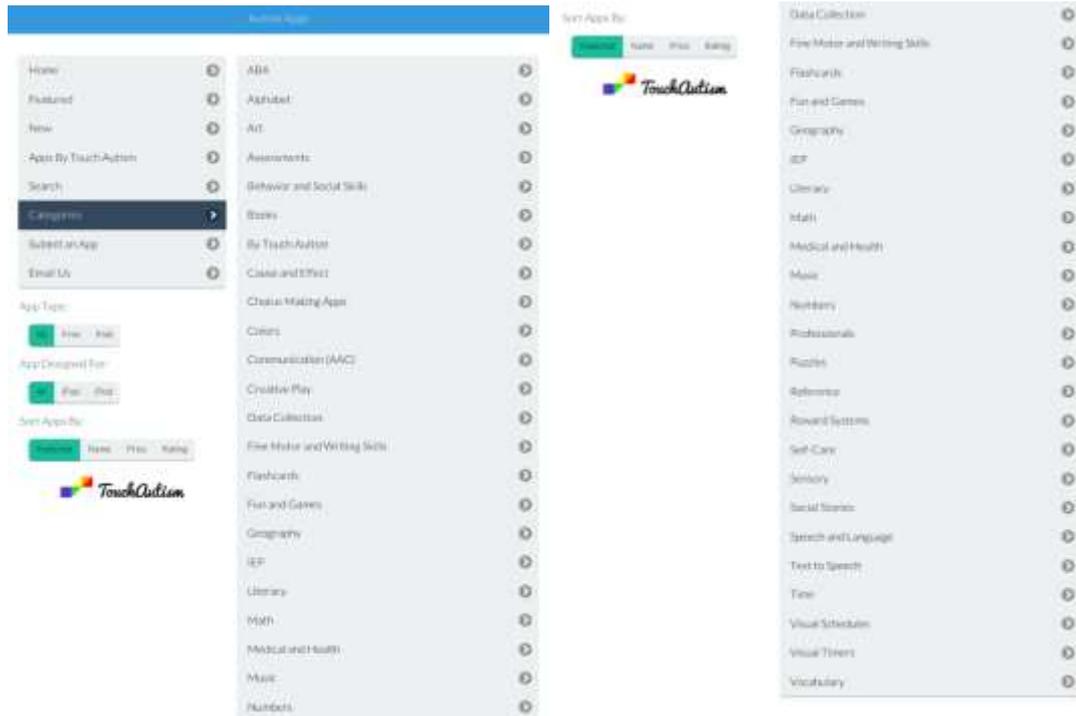


Fig. 11 - Lista de Categorias do app TouchAutism

Cada categoria expandida exhibe diversos aplicativos pertencentes a ela. Por exemplo, apenas a categoria “Communication AAC” possui 6 páginas de aplicativos. Já a categoria “*Speech and Language*” possui 18 páginas. A lista de aplicativos é imensa. Neste estudo, Kim *et al.*, (2018) levantou-se 695 aplicativos destinados a pessoas com TEA, entre plataformas Android e iOS. Tais aplicativos estão sendo constantemente desenvolvidos e disponibilizados, muitas vezes gratuitamente. Essa alta disponibilidade faz com que a comunidade TEA divulgue-os ativamente, sem questionar sua eficácia.

Prognóstico da fala

Não é possível prever qual criança poderá ou não desenvolver a fala, porém há alguns sinais que indicam maior probabilidade, como: quociente de inteligência¹⁹ não verbal acima de 50; baixos níveis de comprometimento social; habilidades cognitivas sociais e não verbais (PICKETT *et al.*, 2009; WODKA; MATHY; KALB, 2013). Por exemplo, em um vídeo disponível no youtube¹⁹, uma criança usa o aplicativo

¹⁹ Testes administrados de maneira não verbal: TON, matrizes Raven e Bender Gestalt, entre outros. Disponível em: <https://www.verywellhealth.com/best-intelligence-test-for-an-autistic-child-260573>. Acesso em 25 Fev. 2020.

Matraquinha que verbaliza o que ela seleciona. O menino aparentemente possui alguns dos pré-requisitos descritos como necessários para aquisição da fala, porém, com a utilização de aplicativos TTS, essa criança com TEA, assim como outras, não precisam tentar falar para demonstrar o que querem, podendo desenvolver um comportamento cômodo de acharem que não é necessário falar para se expressar. A facilidade em instalar e portar um aplicativo somado à escassez de terapias adequadas podem aumentar esse risco. Uma pergunta precisa ser considerada: Será que essas crianças, com as mesmas condições, não poderiam vir a falar mais precocemente, utilizando um aplicativo que comprovadamente incentivasse a fala? Nancy Brady, que estudou a comunicação de indivíduos com graves deficiências intelectuais e de desenvolvimento (BRADY *et al.*, 2012), afirma em uma entrevista:

Se eles não podem falar, talvez possamos subestimá-los quando os avaliamos e assumimos que eles são muito mais prejudicados do que realmente são BRADY *apud* DEEWERDT (2013).

Nas lojas de aplicativos há muitas soluções de aplicativos TTS que vocalizam pelas pessoas com TEA. Se por um lado estudos foram realizados comprovando sua eficiência em expandir a comunicação de pessoas com TEA não verbais ou com outros comprometimentos definitivos da fala, por outro lado não há estudos que comprovem que podem auxiliar no surgimento daqueles que possuem potencial de fala. FLORES *et al.*, (2012) não encontraram indícios de que a utilização do aplicativo vocalizador Proloquo2go, instalado em um iPad, traria vantagens quanto a expressão verbal, ao se comparar com as tradicionais pranchas de comunicação em papel. KING *et al.*, (2014) em um estudo com três crianças, constataram um aumento da vocalização verbal ao utilizar o mesmo Proloquo2go, porém, não foram realizadas avaliações formais para saber o nível de linguagem dos participantes. Estudos sobre outros aplicativos, de funcionamento semelhante, foram pesquisados na plataforma Web of Science, porém não foi encontrado nada a respeito.

WHALEN *et al.*, (2010) utilizaram medidas padronizadas de linguagem em seu estudo, e não encontrou relação entre aumento da linguagem expressiva falada e utilização de aplicativos e/ou programas de computador. PÂNIȘOARĂ *et al.*, (2018) escreveram uma revisão avaliando uso de tecnologias interativas psicoeducacionais para diversos distúrbios de linguagem, publicados na fonoaudiologia, entre 2007 e

2017. Desses artigos, 11 eram direcionados a pessoas com TEA, porém nenhum demonstrou efeitos positivos que melhorasse a capacidade verbal desse público (PÂNIȘOARĂ *et al.*, 2018).

Apenas uma pequena parte dos aplicativos rotulados como tendo evidências foi encontrada com realmente qualquer evidência clínica real (4,9%) apoiando seu uso ou benefício. A grande maioria dos aplicativos direcionados ao Autismo (95,1%) não ofereceu evidência clara indireta ou direta (KIM, 2018, p. 03)...são necessárias precauções para evidências indiretas, pois essa discrepância pode levar não apenas à falta de eficácia, mas também a possíveis danos aos usuários (GAJECKI *et al.*, 2014; HEFFNER *et al.*, 2015; KERTZ *et al.*, 2017 *apud* KIM 2018, p. 03)

Testes da eficácia de aplicativos são cruciais para ser possível identificar quais deles poderão, de fato, contribuir para a inclusão na vida escolar e social da criança com TEA. Em outras áreas dentro da psiquiatria, foi mostrada uma significativa discrepância entre a probabilidade da eficácia e o benefício real dos aplicativos, que muitas vezes divulgam que seu produto possui evidência comprovada, apenas por terem construído seu design considerando princípios baseados em evidências de GAJECKI *et al.*, (2014) *apud* KIM (2018).

Muitos estudos demonstram, de fato, evolução na linguagem receptiva (compreender o que se ouve e o que se lê), porém não foi localizado nenhum que tenha associado a evolução da linguagem expressiva verbal a utilização dos aplicativos analisados (WAINER; INGERSOLL, 2011). O eventual aumento da comunicação expressiva observado em algumas pesquisas (HEIMANN *et al.*, 1995; HETZRONI; TANNOUS, 2004; WHALEN *et al.*, 2006), pode ser resultado do entusiasmo dos participantes em utilizar o aplicativo, gerando maior envolvimento momentâneo, ao invés da aquisição de habilidades (WAINER; INGERSOLL, 2011). WAINER e INGERSOLL (2011) acrescentam que: *"é possível que esse formato de intervenção não seja suficiente para produzir mudanças robustas nas habilidades expressivas de linguagem"*. O surgimento das pranchas de comunicação vocalizadoras dinâmicas, em tablets (Fig. 12), fez com que usuários dos recursos tradicionais de CAA (Fig. 6) migrassem para a tecnologia digital (as pranchas digitais) que possuem, na visão desse estudo, recursos que, possivelmente, são desestimuladores da fala:

- (i) a tecnologia por si só é altamente recompensadora a pessoas com TEA (SHANE; ALBERT, 2008; WAINER; INGERSOLL, 2011) fazendo com que, muito provavelmente, a pessoa fique satisfeita apenas em manipulá-la, e queira utilizá-la sempre, ao invés de tentar falar;
- (ii) o usuário com TEA, ao perceber que esses aplicativos são eficientes, pois verbalizam frases indicadas por ele, e que sons estimulantes e imagens divertidas são mostradas na tela, mesmo sem ele ter que falar uma palavra sequer, ele ficará satisfeito, e não se sentirá estimulado a falar;
- (iii) é muito difícil mudar o comportamento da pessoa com TEA após ela ter criado seu ritual. Uma vez que ela perceba que o aplicativo TTS comunica o que ela quer, e que ela conseguiu o que pretendia, rapidamente, através dele, é alta a probabilidade de definir que é assim que ela irá se comunicar, tornando muito difícil quebrar esse ritual futuramente (SENA, 2014).
- (iv) as tecnologias verbalizam o desejo da pessoa com TEA, ao invés de estimulá-la a dizer por ela mesma;



Fig. 12 – Pranchas dinâmicas em tablets²⁰



Fig. 13- PECS IV²¹

As Figs. 12 e 13 mostram imagens de dois tipos de aplicativos TTS: as pranchas dinâmicas e as pranchas do método PECS. Os aplicativos TTS não possuem tecnologia que reconheça a fala, dessa forma, não podem solicitar que a pessoa com TEA verbalize o que quer comunicar. E conseqüentemente, não podem associar a resposta do usuário ao estímulo na tela do dispositivo. O método PECS também possui um aplicativo TTS (Fig. 13), porém, ele é indicado, expressamente²²,

²¹ Disponível em: <http://www.pecs.com/PECSIV/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

²² Disponível em: https://www.youtube.com/watch?time_continue=129&v=9wRykZKrl7I&feature=emb_logo. Acesso em 25 Fev. 2020.

para ser utilizado somente após a pessoa com TEA dominar as fases I a IV²³, pois o indivíduo já aprendeu a solicitar uma variedade de itens desejados a uma variedade de parceiros de comunicação em várias configurações (BONDY; FROST, 2001). Normalmente nessa fase, um vocabulário adicional já pode ser introduzido, pois já aprenderam a solicitar os itens e atividades preferidos. De acordo com (KERCHNER e KISTENGER, 1984; *apud* RASKIND e HIGGINS, 1999, p. 253):

Não há razão para que estratégias compensatórias baseadas em tecnologia não possam ser fornecidas enquanto estão sendo feitas tentativas para remediar déficits de habilidades específicas.

RASKIND e HIGGINS (1999, p. 252) acrescentam que “uso da tecnologia para fins compensatórios também pode resultar em benefícios corretivos”. Porém, devido ao grande número crescente de aplicativos direcionados ao público com TEA, é cada vez mais importante que pais e profissionais procurem softwares com maior probabilidade de serem eficazes (ALLEN; HARTLEY; CAIN, 2016). KIM *et al.*, (2018) advertem que é preciso criar diretrizes mais estruturadas, visando garantir a eficácia e segurança de aplicativos, pois muitos não são testados de modo formal ou não oferecem literatura para ajudar a informar sobre benefícios reais.

3.3.6 O uso do Reconhecimento de Voz como Tecnologia Assistiva

Reconhecimento de voz, ou ASR (*automatic speech recognition*), é uma tecnologia da Inteligência Artificial, que capta o áudio falado através do fone ou microfone dos dispositivos e o interpreta. A partir do áudio é possível:

- (a) transcrevê-lo em texto²⁴, a fim de efetuar uma busca em sistema ou banco de dados;
- (b) fazer biometria da voz, agregando segurança ao sistema;
- (c) responder ao usuário de forma rápida e efetiva, principalmente em situações onde se deve escolher entre uma quantidade muito grande de informações

²³ Disponível em: <http://www.pecs.com/PECSIV/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

²⁴ *Speech to text*: conversão da fala em texto. É um procedimento inverso ao TTS - *text to speech*, que converte o texto em fala digitalizada.

A Inteligência Artificial (IA) é uma área de conhecimento que vem sendo pesquisada visando revolucionar algumas áreas específicas, dentre elas a assistência a pessoa com deficiência. Hoje, uma das formas de se desenvolver as tecnologias digitais para serem usadas por meio de ferramentas de Inteligência Artificial, é através do reconhecimento de voz. É uma forma de uso para essas tecnologias que estão se tornando promissoras e sendo cada vez mais utilizadas, por serem simples, eficientes e intuitivas.

Há vários anos, no Brasil, soluções de reconhecimento de voz funcionam em sistemas de telefonia de atendimento ao cliente (SAADATZI *et al.*, 2017), instalados em URAs (Unidades de Respostas Audíveis) ou IVR (*Interactive Voice Response*)²⁵, onde o usuário, ao ligar para a Central de Atendimento da empresa, é solicitado, pelo sistema de atendimento eletrônico, a dizer o nome do serviço ou da informação que está procurando, ao invés de digitar a opção correspondente após ouvir menus de áudio frequentemente longos. Dessa forma, ao falar um serviço reconhecido pela URA, o usuário obterá a resposta do que procura eletronicamente, ou se for o caso, será transferido para um atendente. Como muitas questões são resolvidas pela própria URA, há uma redução significativa do tempo que o cliente espera para receber o que procura, tornando o Sistema de Atendimento mais eficiente. Há também uma redução de custos para a empresa, pois será preciso um número menor de atendentes, já que eles só precisarão resolver questões que a URA não foi capaz de resolver. O sistema de reconhecimento de voz foi instalado, por exemplo, na Infraero²⁶, Sky²⁷ e Senado Federal Brasileiro. O custo dessa solução era alto, dependia de hardware com placas de voz e software específicos e muitos rejeitaram a tecnologia, principalmente devido à: confiabilidade inadequada; variabilidade na fala; mudança de ambiente e ruído ambiental (HAWLEY, 2002). A tecnologia de reconhecimento de voz passou por melhorias e, atualmente, vem sendo bem aceita pelas pessoas que usam comandos de voz para obter informações e acionar e controlar dispositivos, porém, algumas pessoas ainda resistem para outros tipos de interação, como, por exemplo, realizar compras online e manter um diálogo direto com

²⁵ Também conhecida como ASR (*Automatic Speech Recognition*), ou Portal de Voz ou ainda como URA com Reconhecimento de Voz.

²⁶ Infraero (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária).

²⁷ Sky é uma empresa concessionária de serviços de telecomunicações.

essas interfaces. Hoje, o guia de assinantes da empresa Vivo²⁸ tem reconhecimento de voz para comandos básicos, com poucas palavras.

Grandes empresas, como Google²⁹, IBM³⁰ e Microsoft³¹, disponibilizaram essa tecnologia para seus clientes. Os assistentes de voz Cortana da Microsoft, Siri da Apple³², Alexa da Amazon³³, Bia do Bradesco³⁴ e Google Assistant, são exemplos dessas plataformas.

Basicamente, o programa escuta o que foi dito, o classificador separa as sílabas e aplica o método de busca para associar os padrões do modelo acústico (modelo de sons, no idioma desejado, armazenado na memória de um classificador) selecionado, afim de encontrar semelhanças. Algumas das aplicações utilizadas são:

- (a) controlar dispositivos como celular e computador, podendo por exemplo redigir e enviar e-mails e documentos através de ditado vocal; buscar contato na agenda e efetuar uma chamada telefônica ou de vídeo; navegar na internet;
- (b) comandar outros dispositivos, como alto falantes, geladeiras, televisores;
- (c) identificação de nome de música e seu autor;
- (d) controle de equipamentos físicos, como acender e apagar lâmpadas, tocar uma música.

Ausência de estudos sobre desenvolvimento verbal de pessoas com TEA utilizando reconhecimento de voz

No campo das tecnologias assistivas o reconhecimento de voz é comumente utilizado na modalidade ditado, para ser a voz de quem não consegue escrever. Por exemplo: pessoas com algum impedimento físico e/ou comprometimento na fala. Foram encontrados estudos de fonoaudiologia que analisaram o benefício do

²⁸ Vivo é uma concessionária de telefonia, internet e tv por assinatura do Brasil.

²⁹ Google é uma empresa multinacional de serviços online e software dos Estados Unidos.

³⁰ IBM é uma empresa dos Estados Unidos voltada para a área de informática

³¹ Microsoft é uma empresa transnacional americana voltada para a área de softwares.

³² Apple é uma empresa multinacional norte-americana voltada para a área de informática.

³³ Amazon é uma empresa transnacional de comércio eletrônico.

³⁴ Bradesco é um banco brasileiro.

reconhecimento de voz na comunicação verbal de pacientes com afasia (abrange problemas relacionados à compreensão ou à expressão correta da fala e da linguagem), disartria (problemas na formação de sons específicos da boca durante a fala, devido a músculos fracos ou à incapacidade de controlar adequadamente os músculos da boca) e TEA verbais. Não foram encontrados estudos associados ao reconhecimento de voz para incentivo da fala de pessoas com TEA não verbais ou pouco verbais.

A capacidade da leitura é um fator importante para que o indivíduo adquira independência. Porém, pessoas com TEA podem apresentar dificuldades em adquirir as habilidades necessárias para a alfabetização, sendo a consciência fonológica uma delas. Estudos demonstram que a alfabetização visual pode ser uma boa estratégia para esse grupo aprender a reconhecer palavras. Dessa forma, SAADATZI *et al.*, (2017) fizeram um experimento com três jovens adultos com TEA, todos verbais, a fim de verificar se um aplicativo de desktop que simulasse um ambiente de sala de aula virtual, que utilizasse sistema de *text to speech* e reconhecimento de voz, poderia contribuir com a leitura de novas palavras, que eram mostradas na tela do computador, dando o *feedback* corretivo ou parabenizando o acerto. Os resultados sugerem que os três participantes adquiriram palavras novas, as mantiveram e conseguiram generalização (i) entre ambientes, pois mantiveram o conteúdo aprendido fora da sala de testes; (ii) entre estímulos, pois posteriormente reconheceram as palavras escritas em cartões; (iii) entre agentes de mudança, pois responderam ao professor da sala de aula que solicitou a leitura nos cartões.

Uma reportagem do *New York Times* relata que um menino de 13 anos conversava com a Siri³⁵ sobre questões meteorológicas (NEWMAN, 2014). Segundo sua mãe, a Siri tornou-se uma amiga para seu filho. Nesse exemplo, apesar de a criança interagir com o celular, a conversa pode não desenvolver a comunicação de forma adequada, já que a interface não está planejada e nem direcionada com esse objetivo determinado.

³⁵ Siri é a assistente de voz da Apple

HALABI *et al.*, (2017) realizaram em experimento para saber se o uso de RV poderia melhorar a comunicação de crianças com TEA de alto funcionamento. Para isso, montou-se um cenário de sala de aula, aonde o professor virtual dá uma instrução aos alunos, e solicita que cada um responda sua saudação. Os alunos virtuais se apresentam, um por vez, dando um modelo a ser seguido para a criança com TEA, que é solicitada, pelo avatar do professor, a responder sua pergunta. O cenário de sala de aula foi reproduzido em três telas interativas distintas, com diferentes níveis de imersão, sendo: (i) um computador de mesa com monitor simples, (ii) *Oculus Rift HMD* e (iii) uma tela imersiva CAVE. Nesse estudo, o Reconhecimento de Voz, o *Speech SDK* da Microsoft, que reconhecia apenas o idioma inglês, -porém, as crianças não falavam esse idioma-, é utilizado como elemento imersivo, junto com outros elementos da arquitetura do sistema, incluindo um reconhecedor de gestos, a fim de conseguir rastrear também respostas não verbais. O resultado do estudo mostra uma clara preferência dos dois grupos pelo sistema CAVE. O grupo sem TEA teve ligeiramente maior aceitação do sistema HMD e CAVE que o grupo TEA. Já o grupo com TEA teve maior aceitação do sistema com monitor do que o grupo sem TEA. O resultado não deixa claro se as respostas das pessoas com TEA foram verbais ou não verbais, e não menciona o grau de comprometimento verbal das crianças com TEA. A pesquisa conclui, que a dificuldade na generalização das habilidades recém-adquiridas pelas crianças com TEA, é uma barreira consistente para o sucesso dos programas de RV, e que questões sobre a praticidade, eficácia, e benefício clínico do uso do RV e de outras ferramentas tecnológicas ainda permanecem (HALABI *et al.*, 2017).

Disartria grave é uma doença neurodegenerativa causadora de um distúrbio de fala, que se torna mais lenta, imprecisa, irregular e de baixo volume. Em muitas situações pode haver uma deficiência física associada, e nesses casos o indivíduo pode utilizar dispositivos eletrônicos adaptados para operar sistemas através de comando de voz, adquirindo mais independência e redução do esforço físico empregado na ação. Devido às restrições na fala da pessoa com disartria grave, o sistema de reconhecimento de voz não funciona adequadamente, pois o sucesso na sua utilização exige que a fala do usuário seja bem próxima à do modelo acústico selecionado (PARKER, *et. al.*, 2006). HAWLEY *et al.*, (2007) desenvolveram um sistema de reconhecimento de voz de pequeno vocabulário com maior tolerabilidade

à variância da fala. Além da forma tradicional de treinamento (inserindo várias amostras com pequenas variações de fala da mesma palavra), possuía um pacote de treinamento para o usuário praticar a falar da maneira mais próxima da fala normal, o que possibilitou uma melhor consistência da vocalização, aumentando a probabilidade de reconhecimento da sua fala. Dessa forma, foi viável a utilização de reconhecimento de voz por pessoas gravemente incapacitadas fisicamente e com disartria grave. (HAWLEY *et al.*, 2007)

Diferentemente do paciente disártrico, que deseja falar e não consegue, o indivíduo com TEA, na maior parte das vezes, não sente essa necessidade, porém ele pode e deve ser estimulado a falar por um profissional da área da fonoaudiologia especializado em TEA. Essa tarefa é muito difícil, e até hoje não se sabe exatamente como fazê-la. Em alguns casos a criança pode simplesmente passar a falar a partir de algum acontecimento ou sem motivo aparente. Fato é que a pessoa com TEA precisa sentir essa necessidade. É o que esse estudo propõe: provocar sua vontade utilizando recursos tecnológicos.

Aplicativos disponíveis que utilizam reconhecimento de voz como tecnologia assistiva

Procurou-se aplicativos para celular, -nas lojas *Google Play* e *Apple Store*-, que utilizassem o Reconhecimento de Voz como recurso de tecnologia assistiva. Muitos aplicativos de ditado foram encontrados, porém, com o foco de aumentar a comunicação, apenas dois aplicativos foram localizados. Não foram encontrados estudos desses aplicativos.

- Fofuuu Fono³⁶

Aplicativo para treino fonoaudiológico voltado ao público infantil. Os pacientes utilizam a voz, através do microfone, para interagir com o jogo, emitindo sopros, chiados ou sílabas. O reconhecimento de voz do aplicativo é usado apenas para entender que há algum som, pois ele não é interpretado. Dessa forma, quando o jogo

³⁶ Disponível em: <https://fofuuu.com/>. Acesso em 25 Fev. 2020.

solicita que a criança fale determinada sílaba, ele aceita como válido qualquer outro som.

- Hand Talk³⁷

Aplicativo de tradução digital do português para libras³⁸, de texto digitado ou falado. Pode-se falar o que se deseja que seja traduzido, e através do Reconhecimento de Voz do *Google*, o personagem gesticula com os braços, os sinais de libras correspondentes ao que foi falado.

3.4 Design de aplicativo baseado em evidências

Ao se planejar uma ferramenta, com o objetivo de que ela seja eficiente para determinado público, há de se observar, estudar e considerar as características desse grupo. Em um recente relatório do Departamento de Educação dos EUA (SILVER; OAKES, 2001 *apud* SAADATZI *et al.*, 2017), o autor sugere que há uma necessidade crescente de evidências na utilização de meios eletrônicos que verdadeiramente venham a impactar, de forma positiva e inovadora, o aprendizado dos alunos com TEA, mostrando a validade social em grandes e diversas amostras de indivíduos com TEA (WAINER; INGERSOLL, 2011). Esse aprendizado se mostra bastante peculiar, e a cooperação do público alvo é fundamental para o sucesso da intervenção; no entanto, geralmente é difícil atrair o interesse deles. Dessa forma, o design do aplicativo relacionado à interação do usuário requer cuidados bem específicos, dadas as complexidades envolvidas no desenvolvimento e na investigação de tais programas. Visando as boas práticas, serão relatadas algumas estratégias que se mostraram eficazes, -e outras, que acredita-se terem potencial-, que autores de estudos anteriores sugeriram, para futuras pesquisas.

Para definir a representação do avatar considerou-se estudos que mostraram que uma visão aproximada da face da personagem pode simular uma distância social invasiva, e tem sido relatada por provocar sentimentos desconfortáveis (HALL, 1955 *apud* SAADATZI *et al.*, 2017). Pensando nisso, optou-se por uma representação de corpo inteiro da personagem, pois essa forma de visualização simula uma distância

³⁷ Disponível em: <https://www.handtalk.me/br/Aplicativo>. Acesso em 25 Fev. 2020.

³⁸ Língua Brasileira de Sinais.

social mais confortável, evitando a ansiedade da pessoa com TEA. Além disso, a utilização do corpo inteiro permite que a personagem virtual utilize braços e outras partes do corpo para modelar os gestos de apontar. A ação de apontar oferece um grande potencial para capturar a atenção e direcionar o olhar para um local determinado (SAADATZI *et al.*, 2017).

No campo da educação especial, muitos terapeutas e educadores reconhecem que crianças com TEA podem aprender a se comunicar de forma mais fácil por meio de aplicativos. Foi constatado que crianças com TEA possuem maior engajamento e tempo na tarefa, pois passam 1341% mais tempo se envolvendo com mídias eletrônicas em comparação com crianças com outros atrasos de desenvolvimento (ALLEN; HARTLEY; CAIN, 2016; MACPHERSON *et al.*, 2014; MAZUREK *et al.*, 2012; SHANE; ALBERT, 2008; AYRES, *et. al.*, 2013, LORAH *et. al.*, 2015, 2013 *apud* ALLEN; HARTLEY; CAIN, 2016). Do ponto de vista da aprendizagem, também é muito adequado, pois além de fornecer um ambiente individualizado altamente controlado, possibilita a criação de diferentes cenários para ensinamentos diversos, diferentes *feedbacks* (respostas, por meio de texto, sons e/ou imagens, que o sistema fornece ao usuário, de acordo com o estímulo provocado) modelando a forma correta e corrigindo falhas na interação do usuário, e propicia a independência, exigindo menos supervisão de um instrutor (USDE, 2017). Dessa forma, a interação escolhida foi um celular e/ou tablet, pois além de facilitar a mobilidade e disponibilidade, possui custo relativamente baixo.

Fazer com que pessoas com TEA se concentrem tempo suficiente em um mesmo aplicativo para que possam aprender, é uma tarefa bem difícil. Quando utilizam um tablet, frequentemente ficam percorrendo vários aplicativos, sem se atentar a um único por mais tempo. Além disso, quando assistem vídeos, costumam ficar percorrendo a barra de progressão do vídeo para uma posição determinada por eles, -essa é uma das características do comportamento repetitivo. Devido a essa característica, a empresa Apple desenvolveu, em seus dispositivos, uma função especial para ser utilizada com usuários com TEA, chamada de *Acesso Guiado* (Fig. 14).



Fig. 14 - Ativando o Acesso Guiado

Essa função permite que os pais controlem os recursos do iPad que ficarão disponíveis, impedindo que toques aleatórios em determinadas áreas interrompam o aplicativo pré-selecionado, interferindo no aprendizado. Dessa forma é possível minimizar os estímulos visuais, permitindo a concentração em uma única tarefa. Quando a função *Acesso Guiado* estiver ativa e o botão *início* for pressionado 3 vezes, é possível travar as funções que não se queira que a pessoa com TEA utilize, bastando circular os controles.

O uso do gerenciamento de contingências é reconhecido como uma estratégia provavelmente eficaz para indivíduos com TEA (SAADATZI *et al.*, 2017; WAINER; INGERSOLL, 2011; OLLENDICK; King, 2004; TARTARO; CASSEL, 2006, 2008 *apud* SAADATZI *et al.*, 2017). Possibilita *feedback* preciso e oportuno, indicando o modelo correto e reduzindo futuros erros (SAADATZI *et al.*, 2017). As tecnologias de reconhecimento de voz (*speech to text*) e TTS (*text to speech*) têm o potencial de fornecer *feedbacks* mais concisos e confiáveis ao usuário, além de promoverem o ensino através de professores virtuais, comprovadamente mais aceitos pelas pessoas com TEA (BERNARD-OPITZ; SRIRAM; NAKHODA-SAPUAN, 2001). O *feedback* pode ser, inclusive, imediato, permitindo que o professor real interfira, de forma remota, no que o aluno estiver visualizando em seu dispositivo, mesmo em ambientes diferentes (SAADATZI *et al.*, 2017). A limitação do entendimento de relacionamentos sociais acaba dificultando a aproximação de seus pares, podendo gerar um isolamento ainda maior. Consequentemente, o desenvolvimento das habilidades sociais é uma preciosa aquisição (BERNARD-OPITZ; *et al.*, 2001). Percebeu-se que a dificuldade de socialização é reduzida, consideravelmente, quando o indivíduo com

TEA interage com um personagem virtual. Pessoas com TEA têm muita dificuldade na generalização (WAINER; INGERSOLL, 2011), tornando seu aprendizado mais lento e difícil. Utilizando personagens virtuais para a interação, o aprendizado pode se tornar mais eficaz, pois é aumentada a possibilidade de se ganhar a atenção da pessoa com TEA (VANDERBORGHT, et. al., 2012) e de ela fazer a transferência das habilidades adquiridas para ambientes naturais e com seus pares humanos (TARTARO; CASSELI, 2006, 2008 *apud* SAADATZI *et al.*, 2017).

Indivíduos com déficit verbal costumam compensar esse déficit desenvolvendo melhor outra via de processamento de informações. Normalmente, pessoas com TEA desenvolvem a via visual, por processarem melhor informações visuais do que as orais (SIGAFOOS *et al.*, 2013). Devido à sua força relativa no processamento visual (RAYNER; DENHOLM; SIGAFOOS, 2009). Esse público tem preferência, e responde melhor a intervenções de ensino através de pistas visuais interessantes e exóticos (BELLINI; AKULLIAN, 2007; MASON *et al.*, 2012; MOKASHI; YAROSH; ABOWD, 2013; SHUKLA-MEHTA; MILLER; CALLAHAN, 2010), apresentando grande interesse por interfaces gráficas digitais, recursos como *touch screen* e recursos de animação, explorados por sua grande percepção visual e excelente memória (MAZUREK *et al.*, 2012). Tais recursos se mostram muito úteis e especialmente benéficos para seu aprendizado (WAINER; INGERSOLL, 2011). Portanto, busca-se planejar o design do aplicativo criando aspectos instrucionais estimulantes e motivadores, com recursos visuais e auditivos que envolvam os usuários, obtendo maior engajamento e consequente melhora no aprendizado e comunicação, ao simular cenários seguros, previsíveis, que possam ser repetidos quantas vezes quiserem, evoluindo dentro do seu próprio tempo. Esses cenários potencialmente reforçadores podem aumentar a motivação dos alunos durante as atividades instrucionais, facilitando o envolvimento e, finalmente, a independência, exigindo menos supervisão de um instrutor (SAADATZI *et al.*, 2017).

Como frequentemente a linguagem falada é prejudicada ou inexistente (APA, 2000), as intervenções para essa população costumam ter foco no desenvolvimento de habilidades de comunicação verbal e não verbal. Estudos comprovaram a eficácia de programas multimídia inovadores para diversos aprendizados, como ensino de idiomas, reconhecimento de emoções ou habilidades para indivíduos com TEA

(WAINER; INGERSOLL, 2011). Às vezes podem responder frases prontas, ouvidas em outra situação, mas que se aplicam àquele contexto. Esse é um tipo de ecolalia funcional, que se pretende tentar estimular através do aplicativo proposto, pois pessoas com TEA ecolálicas são capazes de aprender através da imitação, e passar a utilizar essa ecolalia no momento correto, fazendo com que se tornem funcionais, até que consigam generalizar a fala para outro contexto, que se bem conduzida, pode alcançar um diálogo natural (DE FARIA SAAD; GOLDFELD, 2009). Acredita-se, que em um primeiro momento a criança poderá apenas repetir, através da ecolalia, o que o personagem falar. Porém, ao perceber que a resposta correta traz algo divertido, poderá, possivelmente, vir a repetir esse comportamento. O discurso da maioria das pessoas com TEA possui característica robotizada e estereotipada (CHARLOP; GILMORE; CHANG, 2008), pois tendem a utilizar discursos prontos, registrados pela sua excelente memória em oportunidade anterior, para responder perguntas atuais. Utilizando reconhecimento de voz adaptado, é possível criar histórias sociais e tentar modelar o diálogo do personagem virtual, sugerindo respostas mais apropriadas para o contexto apresentado na interação. Pode-se pedir para que a pessoa repita, treinando os diálogos, quantas vezes for necessário. Da mesma forma, pode-se tentar substituir um discurso perseverativo hiperfocal de um determinado assunto, planejando o design do aplicativo de forma a capturar o interesse da pessoa, e então, introduzir, gradativamente, novos conteúdos, variando as respostas (CHARLOP-CHRISTY; KELSO, 2003; CHARLOP; GILMORE; CHANG, 2008; LEDBETTER-CHO *et al.*, 2015).

Dessa forma, acredita-se que, no futuro, quando a tecnologia de reconhecimento de voz for capaz de desenvolver a fala de pessoas com TEA, poderemos desenvolver aplicativos com essa tecnologia para ensinamentos variados, como contar histórias sociais, para que essas pessoas possam ter experiências virtuais, antes de vivenciá-las em seu dia-a-dia. Essa interação virtual pode fazer surgir e/ou vir a ampliar o repertório verbal a ser utilizado pelas pessoas com TEA no seu cotidiano. Ao favorecer a comunicação da pessoa com TEA, outras pessoas também poderão ser beneficiadas, como os pais, familiares, professores, amigos e terapeutas.

4. PROTÓTIPO DESENVOLVIDO: *FALA COMIGO!* - AUTISMO

4.1 Objetivo

Nessa proposta de desenvolvimento de aplicativo pretende-se discutir se é possível estimular a linguagem verbal de crianças com TEA, seus aspectos funcionais, pragmáticos, conversacionais e aproveitar a ecolalia para estímulo de seu aprendizado. Nossa hipótese é que será possível que tais usuários adquiram ganhos em sua expressão verbal, ao utilizarem, durante terapias assistidas, aplicativos elaborados especificamente para eles e para esses fins, utilizando tecnologia de *speech recognition* – reconhecimento de voz e características que despertam interesse em crianças com TEA. Pretende-se envolver o apoio de equipe multidisciplinar com larga vivência nessa área, na tentativa de tornar a experiência mais confiável e atraente.

4.2 Descrição

A solução proposta nesse estudo funciona exclusivamente mediante a fala do usuário com TEA. Animações e narrativas irão interagir de acordo com sua reação. Para interpretar o que é falado, será utilizado reconhecimento de voz adaptado, a fim de que sílabas e fonemas também sejam considerados. Presume-se:

- (a) que roteiros específicos, dentro do aplicativo, funcionam como objeto de aprendizagem em atividades escolares e contextos sociais;
- (b) o uso do aplicativo deverá contribuir para despertar e/ou melhorar a comunicação e intervenção de terapeutas durante as sessões de atendimento;
- (c) que será possível alcançar muitos indivíduos com TEA, uma vez que o aplicativo pode ser de fácil acesso e custo acessível ou até gratuito;
- (d) que há potencial em auxiliar tipos neurológicos diversos, visto que é possível configurar níveis de complexidade e formas de ajuda com cenários, personagens, vozes e sons específicos.

Para ilustrar a ideia, discutir possibilidades e elaborar um planejamento adequado, foi desenvolvido um protótipo para plataforma Android 4, utilizando ferramenta App Inventor, e mecanismo de reconhecimento de voz gratuito do Google (*speech to text*). Utilizou-se animação de personagens do site *Mixamo*. Partiu-se das seguintes premissas:

- (a) toda interação do usuário com o aplicativo será realizada através da fala;
- (b) a interface gráfica deve ser lúdica, com pouca informação e cores contrastantes;
- (c) a função de toque (*touch*) na tela do dispositivo deverá estar inativa durante todas as interações, portanto, se a criança encostar o dedo na tela nada deve acontecer.

São pré-requisitos para a criança com TEA interagir com o aplicativo: não apresentar comportamento agressivo e/ou disruptivo mais severo. Como o aplicativo visa a desenvolver a linguagem, são também premissas importantes, conforme estudos demonstraram para a aquisição da linguagem de crianças com TEA: (i) altos quocientes de inteligência não verbal (QI³⁹ superior a 50); (ii) possuir um mínimo de interação social; (iii) habilidades cognitivas e sociais não verbais (PICKETT *et al.*, 2009; WODKA; MATHY; KALB, 2013). A criança não precisa ser alfabetizada, sendo irrelevante se ela é verbal ou não verbal, pois mesmo os considerados verbais podem possuir uma fala imperfeita, podendo se beneficiar do aplicativo, ao treinar sua pronúncia. Poderão, inclusive, ampliar sua comunicação, adquirindo maior repertório de palavras, e entender situações simuladas em histórias sociais, a serem possivelmente desenvolvidas, futuramente. Usuários não-verbais poderão vir a ter interesse em falar. A utilização do aplicativo proposto deverá ser feita sob supervisão de um responsável, que irá demonstrar seu funcionamento e o momento que se deve falar. O momento em que o aplicativo espera que se fale algo, é indicado com a figura de um microfone. Se algo for dito antes de o microfone surgir na tela, não será reconhecido. Acredita-se que com esta limitação fique mais claro o momento certo de se falar. Também dessa forma, impede-se que o sistema inicie o reconhecimento durante uma ecolalia, antes do personagem fazer sua pergunta.

³⁹ Através de testes específicos que medem a inteligência não-verbal

De forma geral, a interação entre a criança e o aplicativo acontecerá por meio de perguntas feitas pelo personagem (AJ), que devem ser respondidas pela criança. As perguntas referem-se ao cenário do aplicativo. Caso acerte a resposta, um elogio será feito pela personagem, ao mesmo tempo que faz movimentos com o corpo como se estivesse contente e comemorando o acerto e sons estimulantes. Posteriormente, uma nova pergunta será realizada. Espera-se que o movimento do personagem e interações se tornem algo tão divertido que funcione como reforço positivo para a criança, fazendo com que ela queira falar a resposta certa para ver o personagem brincar. Acredita-se que os usuários que venham a utilizar o aplicativo sejam capazes de aprender as cores propostas mais rapidamente do que quem não utilizar o aplicativo. No Apêndice encontram-se os fluxogramas detalhando os cenários de interação do aplicativo (Figs. 22–25).

4.3 Reconhecimento de voz adaptado

Resumidamente, o reconhecimento de voz funciona da seguinte maneira: o programa escuta o que foi falado, o classificador separa as sílabas e aplica o método de busca para associar os padrões do modelo acústico (modelo de sons, no idioma desejado, armazenado na memória de um classificador) selecionado, a fim de encontrar semelhanças.

De acordo com a pesquisa realizada, o sistema de reconhecimento de voz disponibilizado gratuitamente por diversas empresas só reconhece palavras pronunciadas corretamente ou bem próximas do correto, pois o sistema já foi treinado para aceitar pequenas variações. Porém, a maior parte das crianças com TEA que apresentam graves déficits verbais, podem conseguir balbuciar algumas sílabas, e até algumas poucas palavras, porém, bem diferentes da pronúncia correta, por isso são descartadas pelo classificador.

Em alguns sistemas pagos, é possível configurar o classificador de forma a:

- (i) reconhecer palavras com alguma variabilidade na fala, como sotaques regionais, dialetos, entonações da voz, ou alguma palavra em idioma diferente do contratado. Dessa maneira, pode-se escrever formas

alternativas de se falar a mesma palavra. Por exemplo: uma empresa instalou um sistema ASR em sua empresa no idioma português, porém, o nome de algum de seus produtos ou serviços se pronuncia no idioma inglês. Dessa forma, cria-se formas alternativas de pronúncia, exemplo: (*adviser* = adiváiser ou adiváise; *consulting* = consóltin);

- (ii) configurar vocabulários específicos, treinados para adaptar-se à voz de poucas pessoas, como no estudo de pessoas disártricas concomitante com deficiência física, sendo possível escolher e treinar as palavras desejadas e associá-las no sistema, por exemplo: a pessoa quer emitir um comando de voz para acender e apagar a luz, então ao invés de falar “liga” e “desliga”, que são palavras parecidas, principalmente para quem não consegue falar de forma precisa, são cadastradas as palavras “acender” e “apagar”, que possuem uma variação maior, e, portanto, maior chance de serem reconhecidas. Além disso, nessa modalidade o usuário treina a pronúncia da palavra para ser falada com a pronúncia mais próxima da forma correta.

Acredita-se que nenhum dos dois cenários seriam viáveis para serem utilizadas para o público com TEA. Na primeira opção, porque a variabilidade da fala seria muito maior do que o tolerado, e na segunda opção, porque inexistente o fator “vontade e/ou necessidade de falar”, não sendo possível fazer treinamentos no sistema. Talvez sejam esses os motivos de não existirem estudos que tentassem desenvolver a fala de pessoas com TEA através do reconhecimento de voz. Porém, é possível customizar a interpretação do classificador, criando um dicionário de fonemas. Solução semelhante funcionou em diversos sistemas de atendimento de empresas. Para um sistema de pequeno vocabulário, como o sugerido, pode funcionar de acordo com o propósito desse estudo. Para isso será necessário adquirir uma licença de um sistema de reconhecimento que permita essa customização, através de uma compra ou parceria; um desenvolvedor que crie o dicionário de fonemas e desenvolva um plug-in para ser utilizado pela *engine*⁴⁰ do aplicativo, bem como o desenvolvimento do

⁴⁰ *Game engine* ou *engine*, é um programa de computador para simplificar o desenvolvimento de jogos eletrônicos ou outras aplicações com gráficos em tempo real, para videogames e/ou computadores rodando sistemas operacionais. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_de_jogo. Acesso em 25 Fev. 2020.

aplicativo em si. O protótipo da personagem Aj não possui esse dicionário, pois o App Inventor utiliza o reconhecimento gratuito do *Google*, que não permite essa customização.

4.4 Personas

Persona 1

Nome: Artur

- 6 anos;
- Aluno do 1o ano do ensino fundamental de escola regular particular;
- Possui diagnóstico de TEA nível leve;
- Não fala de forma funcional;
- Apresenta fala sem sentido;
- Dificuldades em fazer amizade.

Persona 2

Nome: Lúcia

- 9 anos;
- Aluna do 4o ano do ensino fundamental de escola regular pública;
- Possui diagnóstico de TEA nível moderado;
- Fala apenas algumas sílabas não compreensíveis;
- Não acompanha as atividades pedagógicas, fica desenhando ou montando quebra-cabeças durante as aulas;
- Não participa das atividades conjuntas da escola.

Persona 3

Nome: Eduardo

- 3 anos;
- Não frequenta a escola;
- Passa muito tempo rodando a roda do carrinho e andando em círculos;
- Não fala nada, mas balbucia alguns sons;
- Não tem diagnóstico, mas a família percebe o atraso na fala.

4.5 Personagens

Dois personagens são utilizados: *AJ* (Fig. 15) e *CLAIRE* (Fig. 16)



Fig. 15 - Imagem da personagem AJ

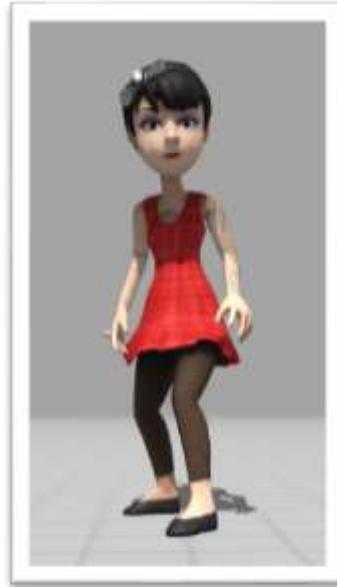


Fig. 16 - Imagem da personagem Claire

AJ

Personagem principal, é a “recompensa” para a criança falar. É um personagem divertido, que gesticula e se movimenta bastante. Após realizada a pergunta ele só reaparece na cena quando a criança falar o que for esperado.

CLAIRE

Personagem que ensina e dá dicas do que deve ser dito. Só aparece quando a resposta correta não for dada. Ela quase não gesticula e não se movimenta, a fim de não se tornar interessante para a criança, e assim os comportamentos de não-resposta ou resposta errada não se repetam. A criança tem 5 tentativas para falar a palavra correta. Se isso não ocorrer, Claire se despede e o aplicativo é finalizado.

4.6 Perguntas propostas

1. Pergunta: **“Quantas cores tem esse arco-íris?”** (Fig. 17). As cores azul, amarelo e rosa serão mostradas. Resposta: **“3”**.



Fig. 17 - Quantas cores tem esse arco-íris?

2. Pergunta: “**Que cor é essa?**” (Fig. 18). A cor azul será apontada pelo personagem Aj. Resposta: “**Azul**”.



Fig. 18 - Que cor é essa? Azul

3. Pergunta “**Que cor é essa?**” (Fig. 19). A cor amarela será apontada pelo personagem AJ. Resposta: “**Amarela**”.



Fig. 19 - Que cor é essa? Amarela

4. Pergunta: “**Que cor é essa?**” (Fig. 20). A cor rosa será apontada pelo personagem AJ. Resposta: “**Rosa**”.



Fig. 20 - Que cor é essa? Rosa

4.7 Possíveis respostas às perguntas propostas

A personagem AJ faz uma pergunta e aguarda a resposta. A sequência do diálogo por meio do aplicativo se dará conforme a resposta da criança. Após a personagem fazer a pergunta, ele irá aguardar a resposta calado, sem nenhum estímulo visual ou de áudio, a fim de não reforçar o comportamento de não-resposta. Dessa forma, talvez seja possível incentivar a criança a falar algo, desde que ela se interesse pela personagem.

RESPOSTA CORRETA

Caso a criança acerte a resposta, um elogio verbal será feito pela personagem, ao mesmo tempo que AJ faz movimentos com o corpo como se estivesse contente e comemorando o acerto. Posteriormente, uma nova pergunta será realizada.

RESPOSTA ERRADA

Neste caso a criança conseguiu perceber que algo deve ser respondido, mas respondeu errado. Então a personagem CLAIRE dará o feedback corretivo, modelando a palavra e pedindo para que ela repita.

RESPOSTA “NÃO-SEI”

Responder “não-sei” é um grande avanço para a criança autista. A personagem CLAIRE dirá que entendeu que ela não sabe, dará o modelo correto da resposta e pedirá que ela repita a palavra.

PERMANECEU CALADO

Não é possível afirmar se a criança não conseguiu falar, se não quer falar ou se não sabe o conceito. Neste caso, a personagem CLAIRE não dará o modelo, mas incentivará a criança a responder, dando algumas dicas.

NÚMERO DE TENTATIVAS EXCEDIDO

Após a quinta tentativa em que a resposta correta para a mesma pergunta não for dada, independente se a resposta for errada, se permaneceu calado ou se disse “não-sei”, a personagem CLAIRE dirá que não está entendendo o que está sendo dito e irá se despedir, encerrando o aplicativo sem passar para a próxima pergunta. Considera-se que se as interações tivessem continuidade, comportamentos não desejados poderiam se repetir.

4.8 Níveis de dificuldade

Ambos os níveis são destinados a crianças com TEA que possuem intenção de comunicação. Acredita-se que a criança possa, aos poucos, aperfeiçoar sua fala, à medida que se interesse em conversar com a personagem. Segue descrição dos níveis propostos:

4.8.1 Nível 1

O nível 1 do protótipo não foi possível de ser desenvolvido, porém, a ideia é destiná-lo, futuramente, aos indivíduos que conseguem usar apenas algumas sílabas de forma significativa ou não, -mas que não são capazes de continuar qualquer tipo de conversa-; e para os que são capazes de estabelecer diálogos de forma não verbal. As perguntas serão as mesmas do grupo de crianças do nível 2, porém as respostas esperadas serão flexíveis aceitando sílabas ou apenas uma letra para considerar a

resposta como correta. Por exemplo, se a criança responder “a” às perguntas 2 e 3 (que têm como resposta: *azul* e *amarelo*), será um grande avanço para ela, e, portanto, será recompensada, sendo parabenizada pela personagem como se fosse uma resposta correta, e o aplicativo dará sequência para a próxima pergunta. As palavras devem ser aceitas das várias formas que a criança possa vir a falar, conforme *Tabela 1*.

Azul customizado	Amarelo customizado	Rosa customizado
A	a	ó
Zú	élo	ró
Zúl	ama	ósa
Áz	amá	rós
As	aélo	rossa

Tabela 1 - Nível 1: palavras com fonemas customizados

4.8.2 Nível 2

Direcionado a crianças que conseguem falar algumas palavras, pronunciadas imperfeitamente, possuindo ou não significado. Esses indivíduos possivelmente desenvolverão sua fala futuramente, porém, de forma bem mais lenta que uma criança neurologicamente típica. Acredita-se, que caso o usuário com TEA se interesse pelo aplicativo proposto, talvez seja possível acelerar esse processo da aquisição da fala, reduzindo, dessa forma, as dificuldades decorrentes do desenvolvimento da fala tardia. Dessa forma, propõe-se que o aplicativo aceite como resposta apenas palavras inteiras, da forma correta, no caso: “três”, “azul”, “amarelo” e “rosa”. O reconhecimento de palavras aceitará apenas palavras, conforme *tabela 2*.

NÍVEL 2		
AZUL	AMARELO	ROSA
Azul	amarelo, amarela	rosa

Tabela 2 - Nível 2

4.9 Relatórios e alterações

A evolução da fala de uma pessoa com TEA é imprevisível. Ninguém realmente sabe por que algumas pessoas com TEA não conseguem ou não usam a língua falada. Alguns indivíduos até conseguem falar, mas preferem se expressar de forma não verbal. Conseqüentemente a intervenção individualizada é essencial, pois possibilitará a observação e modificação da abordagem conforme necessário (ALLEN; HARTLEY; CAIN, 2016; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001). Este projeto prevê, futuramente, o fornecimento de um relatório e uma ferramenta para facilitar o terapeuta avaliar o desempenho e definir novos desafios a pessoa em atendimento.

Pretende-se armazenar o comportamento de cada tentativa em um banco de dados, dessa forma o terapeuta ou responsável pela criança poderá visualizar e analisar se houve evolução consistente na fala, e avaliar se pode aumentar o nível de exigência, alterando a configuração do aplicativo para o *Nível 2*, possibilitando, assim, que a capacidade de verbalização da criança progrida.

Pretende-se disponibilizar uma interface gráfica para ser alimentada pelo próprio terapeuta, que poderá inserir ou modificar os sons e/ou palavras, de acordo com a observação e evolução da fala da criança. Por exemplo, se o terapeuta percebeu que o usuário possui a intenção de se comunicar e está verbalizando um som relacionado com a resposta, porém o aplicativo não está programado para reconhecer esse som como válido, então ele mesmo poderá inserir, manualmente, esse novo som ou palavra, através dessa interface.

5. CONSIDERAÇÕES

Supondo que a dificuldade nível 1 (tópico 4.8.1) do protótipo tivesse sido desenvolvida, o usuário que não verbaliza nada não conseguiria, de imediato, responder ao diálogo. Porém, acredita-se que o aplicativo poderia servir como um estímulo para que ele tentasse emitir ao menos um som que se assemelhasse ao solicitado. Para que essa configuração possa ser disponibilizada, será necessário que o sistema de reconhecimento de voz reconheça não só palavras, mas também uma simples sílaba. Para isso, será preciso desenvolver o aplicativo com uma ferramenta que permita integração com um sistema de reconhecimento de voz customizado. Possibilidades que permitam essa configuração estão sendo pesquisadas. Sabe-se que a empresa Nuance⁴¹ possui um software pago que permite essa customização. Também será preciso desenvolver um plugin para integrar com a ferramenta ou engine escolhida futuramente.

Para a interação dos personagens com o usuário ficar mais interessante e próxima da realidade, é preciso disponibilizar frases com falas capazes de direcionar essa interação. O mesmo ocorre com as animações, que chamam mais a atenção desse público quando os personagens executam movimentos exagerados e exóticos, e para conseguir tais animações, é preciso criar muitas imagens. No protótipo desenvolvido foi possível disponibilizar poucos arquivos de áudio e de imagens, pois a ferramenta *App Inventor* limita o tamanho máximo do aplicativo em dez *MBytes* (dez megabytes).

Muitas pessoas com TEA demonstram maior atratividade por aplicativos que por pessoas. Dessa forma esse público tem acesso a aplicativos ditos específicos para eles que supostamente auxiliariam seu desenvolvimento, mesmo sem a intervenção de um terapeuta. Com a alta disponibilidade desses aplicativos é fácil permitir que a tecnologia assuma o controle. Por isso, acredita-se que sua utilização deva ser bem selecionada por pais, cuidadores e terapeutas, e direcionada às suas necessidades reais e específicas, a fim de ser uma ferramenta útil e efetiva que

⁴¹ Nuance é uma empresa que desenvolve *software* para reconhecimento de voz..

prepare a pessoa com TEA para o convívio no mundo, não apenas que a mantenha entretida ou funcione como uma solução paliativa.

A tecnologia digital oferece uma vantagem e oportunidade única de personalização do conteúdo, que poderia ser direcionada para dar suporte à comunicação do público com TEA. Acredita-se que o aplicativo proposto poderia ser estudado mais detalhadamente, reunindo uma possível parceria entre a universidade e profissionais especializados em TEA: fonoaudiólogo, psicólogo, pedagogo e desenvolvedor de jogos e de integração de sistema, além de entidades ligadas ao TEA que têm como um de seus objetivos o fomento de pesquisas. Dessa forma, possibilitando o planejamento de um projeto de um aplicativo com interação adequada, pode-se verificar se ele poderia ser eficaz, ampliando as habilidades expressivas verbais desse grupo. Após essa fase, em caso afirmativo, seria preciso medir se esses mesmos usuários conseguiriam generalizar o aprendizado para os diversos contextos do dia-a-dia e avaliar se essa aquisição se manteria estável com o passar do tempo.

6. CONFORMIDADE COM OS PADRÕES ÉTICOS

Conflito de interesse: Os autores relatam não haver conflitos de interesse, sendo os únicos responsáveis pelo conteúdo e redação deste estudo.

7. REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. L.; HARTLEY, C.; CAIN, K. iPads and the use of “apps” by children with autism spectrum disorder: Do they promote learning? **Frontiers in Psychology**, v. 7, n. AUG, p. 1–7, 2016.
- AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV). 4th ed. Washington: American Psychiatry Association; 1994.
- AVILA, B. G.; PASSERINO, L. M.; TAROUÇO, L. M. R. Usabilidade em tecnologia assistiva: estudo de caso num sistema de comunicacao alternativa para crianças com autismo. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC**, v. 12, n. 2, p. 115–129, 2013.
- AYRES, K. M; LANGONE, J. A Comparison of Video Modeling Perspectives for Students with Autism. **Journal of Special Education Technology**, 22(2), 15–30, 2007.
- AYRES, K. M., Mechling, L., & Sansosti, F. J. The use of mobile technologies to assist with life skills/independence of students with moderate/severe intellectual disability and/or autism spectrum disorders: Considerations for the future of school psychology. *Psychology in Schools*, 50, 259–271, 2013.
- BAIO J, Wiggins L, Christensen DL, et al. Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States. *MMWR Surveill Summ* 2018;67(No. SS-6):1–23, 2014
- BANDA, D.R. et al. Video modeling interventions to teach spontaneous requesting using AAC devices to individuals with autism: a preliminary investigation. **Disability and Rehabilitation**, London, v.32, n.16, p.1364-137, 2010.
- BEAUMONT, R.; SOFRONOFF, K. A multi-component social skills intervention for children with Asperger syndrome: The Junior Detective Training Program. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines**, v. 49, n. 7, p. 743–753, 2008.
- BELLINI, S.; AKULLIAN, J. A meta-analysis of video modeling and video self-modeling interventions for children and adolescents with autism spectrum disorders. **Exceptional Children**, v. 73, n. 3, p. 264–287, 2007.
- BERNARD-OPITZ, V.; SRIRAM, N.; NAKHODA-SAPUAN, S. Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through CAI. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 31, n. 4, p. 377–398, 2001.
- BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. **Porto Alegre: CEDI**, v. 21, 2008.
- BLISCHAK, D. M.; LOMBARDINO, L. J.; DYSON, A. T. Use of speech-generating devices: In support of natural speech. **AAC: Augmentative and Alternative Communication**, v. 19, n. 1, p. 29–35, 2003.
- BONDY, A.; FROST, L.. The picture exchange communication system. **Behavior Modification**, 25(5), 725–744, 2001.
- BOSELER, A.; MASSARO, D. W. Development and Evaluation of a Computer-Animated Tutor for Vocabulary and Language Learning in Children with Autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 33, n. 6, p. 653–672, 2003.
- BRADY, N. C. et al. The Writing Cure - Sisemore Review.pdf. v. 21, n. February, p. 16–29, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Política Nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva. Brasília: MEC/SEESP, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2012.

BRASIL. Lei nº 13.861, de 19 de julho de 2019. Altera a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, para incluir as especificidades inerentes ao transtorno do espectro autista nos censos demográficos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2019.

BROWN, J. L. et al. Using script fading to promote natural environment stimulus control of verbal interactions among youths with autism. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 2, n. 3, p. 480–497, 2008.

CASS, H.; SEKARAN, D.; BAIRD, G. Medical investigation of children with autistic spectrum disorders. **Child: Care, Health and Development**, v. 32, n. 5, p. 521–533, 2006.

CHARLOP-CHRISTY, M. H.; KELSO, S. E. Teaching Children With Autism Conversational Speech Using a Cue Card / Written Script Program. **Children**, v. 26, n. 2, p. 108–127, 2003.

CHARLOP-CHRISTY, M. H.; LE, L.; FREEMAN, K. A. A comparison of video modeling with in vivo modeling for teaching children with autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 30, n. 6, p. 537–552, 2000.

CHARLOP, M. H. et al. Teaching socially expressive behaviors to children with autism through video modeling. **Education and Treatment of Children**, v. 33, n. 3, p. 371–393, 2010.

CHARLOP, M. H.; GILMORE, L.; CHANG, G. T. Using Video Modeling to Increase Variation in the Conversation of Children with Autism. **Journal of Special Education Technology**, v. 23, n. 3, p. 47–66, 2008.

COWAN R.J.; ALLEN, K.D. Using naturalistic procedures to enhance learning in individuals with autism: a focus on generalized teaching within the school setting. **Psychology in the Schools**, v.44, n.7, p.701-715, 2007.

COURY, D. L. et al. Gastrointestinal conditions in children with autism spectrum disorder: Developing a research agenda. **Pediatrics**, v. 130, n. SUPPL. 2, 2012.

DE FARIA SAAD, A. G.; GOLDFELD, M. A ecolalia no desenvolvimento da linguagem de pessoas autistas: Uma revisão bibliográfica. **Pro-Fono**, v. 21, n. 3, p. 255–260, 2009.

DE LA HIGUERA AMATO, C. A.; FERNANDES, F. D. M. O uso interativo da comunicação em crianças autistas verbais e não verbais. **Pro-Fono**, v. 22, n. 4, p. 373–378, 2010.

DE MORAES, C. et al. Brazilian child and adolescent psychiatrists task force. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 30, n. 3, p. 294–295, 2008.

DEPAPE, A. M.; LINDSAY, S. Parents' experiences of caring for a child with autism spectrum disorder. **Qualitative Health Research**, v. 25, n. 4, p. 569–583, 2015.

DEWEERDT, S. Study of nonverbal autism must go beyond words, experts say. **Spectrum**, v. 2, 2013.

DURKIN, MS; MAENNER, MJ; MEANEY, FJ; LEVY, SE; DIGUISEPPI, C; NICHOLAS, JS, et al. Socioeconomic Inequality in the Prevalence of Autism Spectrum Disorder: Evidence from a U.S. Cross-Sectional Study. **PLoS ONE** 5(7):e11551, 2010.

ELOISA, M.; ANTINO, F. D. **Contribuições para a inclusão escolar de alunos com necessidades especiais : Estudos interdisciplinares em educação.** [s.l: s.n.].

ESTES, A. et al. Long-Term Outcomes of Early Intervention in 6-Year-Old Children With Autism Spectrum Disorder. **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 54, n. 7,

p. 580–587, 2015.

FERNÁNDEZ, M. C.; ARCIA, E. Disruptive behaviors and maternal responsibility: A complex portrait of stigma, self-blame, and other reactions. **Hispanic Journal of Behavioral Sciences**, v. 26, n. 3, p. 356–372, 2004.

FLORES, M. et al. A comparison of communication using the apple ipad and a picture-based system. **AAC: Augmentative and Alternative Communication**, v. 28, n. 2, p. 74–84, 2012.

GAJECKI, M., BERMAN, A. H., SINADINOVIC, K., ROSENDAHL, I., ANDERSSON, C. (2014). Mobile phone brief intervention applications for risky alcohol use among university students: a randomized controlled study. **Addiction Science & Clinical Practice**, 9, 11.

GAUDERER EC. Autismo. 3. ed. São Paulo: Ateneu; 1993.

GOLAN, O.; BARON-COHEN, S. Systemizing empathy: Teaching adults with Asperger syndrome or high-functioning autism to recognize complex emotions using interactive multimedia. **Development and Psychopathology**, v. 18, n. 2, p. 591–617, 2006.

GOTTFRIED, C. et al. The impact of neuroimmune alterations in autism spectrum disorder. **Frontiers in Psychiatry**, v. 6, n. SEP, p. 1–16, 2015.

GROSBURG, D.; CHARLOP, M. H. Teaching conversational speech to children with autism spectrum disorder using text-message prompting. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 50, n. 4, p. 789–804, 2017.

HALABI, O. et al. Design of immersive virtual reality system to improve communication skills in individuals with autism. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 12, n. 5, p. 50–64, 2017.

Hall, E. T.. The anthropology of manners. **Scientific American**, 192, 84–91, (1955).

HAPPE, F. Autism: cognitive deficit or cognitive style? **Trends in Cognitive Sciences**, v. 3, n. 6, p. 216–222, 1999.

HAWLEY, M. S. Speech recognition as an input to electronic assistive technology. **British Journal of Occupational Therapy**, v. 65, n. 1, p. 15–20, 2002.

HAWLEY, M. S. et al. A speech-controlled environmental control system for people with severe dysarthria. **Medical Engineering and Physics**, v. 29, n. 5, p. 586–593, 2007.

HEFFNER, J. L.; VILARDAGA, R.; MERCER, L. D., KIENTZ, J. A.; BRICKER, J. B. Feature-level analysis of a novel smartphone application for smoking cessation. **The American Journal of Drug and Alcohol Abuse**, 41(1), 68–73, 2015.

HEIMANN, M. et al. Increasing reading and communication skills in children with autism through an interactive multimedia computer program. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 25, n. 5, p. 459–480, 1995.

HETZRONI, O. E.; TANNOUS, J. Effects of a computer-based intervention program on the communicative functions of children with autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 34, n. 2, p. 95–113, 2004.

HUANG, A. X.; WHEELER, J. J. High-functional autism: An overview of characteristics and related issues. **International Journal of Special Education**, v. 21, n. 2, p. 109–122, 2006.

ISOMURA, T. et al. Delayed disengagement of attention from snakes in children with autism. **Frontiers in Psychology**, v. 6, n. MAR, p. 1–6, 2015.

- KERCHNER, L.B.; KISTINGER, B.J. Language processing/word processing: Written expression, computers and learning disabled students. **Learning Disability Quarterly**, v. 7, n. 4, p. 329-335, 1984.
- KERTZ, S. J.; MACLAREN KELLY, J.; STEVENS, K. T.; SCHROCK, M.; DANITZ, S. B. A review of free iPhone applications designed to target anxiety and worry. **Journal of Technology in Behavioral Science**, 2, 61, 2017.
- KIM, J. W. et al. Smartphone Apps for Autism Spectrum Disorder—Understanding the Evidence. **Journal of Technology in Behavioral Science**, v. 3, n. 1, p. 1–4, 2018.
- KING, M. L. et al. Evaluation of the iPad in the acquisition of requesting skills for children with autism spectrum disorder. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 8, n. 9, p. 1107–1120, 2014.
- KLIN, Ami. Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 28, p. s3-s11, 2006.
- KRANTZ, P. J.; MCCLANNAHAN, L. E. Teaching Children With Autism To Initiate To Peers: Effects of a Script-Fading Procedure. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 26, n. 1, p. 121–132, 1993.
- KRASNY, L. et al. Social skills interventions for the autism spectrum: Essential ingredients and a model curriculum. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 12, n. 1, p. 107–122, 2003.
- LEBLANC, L. A.; LOSOWSKI-SULLIVAN, S.; RILEY, A. R. Review of Schreibman'S: the Science and Fiction of Autism . **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 43, n. 3, p. 559–563, 2010.
- LEDBETTER-CHO, K. et al. Effects of script training on the peer-to-peer communication of children with autism spectrum disorder. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 48, n. 4, p. 785–799, 2015.
- LEVY, S. E. et al. Autism spectrum disorder and co-occurring developmental, psychiatric, and medical conditions among children in multiple populations of the United States. **Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics**, v. 31, n. 4, p. 267–275, 2010.
- LIEGEL, Luciane Aparecida; GOGOLA, Milena Maria Rodege and NOHAMA, Percy. Layout de teclado para uma prancha de comunicação alternativa e ampliada. *Rev. bras. educ. espec.* [online], vol.14, n.3, pp.479-496, 2008.
- LOVAAS, O. I. Behavioral treatment and normal educational and intellectual functioning in young autistic children. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 55, n. 1, p. 3–9, 1987.
- LORAH, E.R. et al. A systematic review of tablet computers and portable media players as speech generating devices for individuals with autism spectrum disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 45, n. 12, p. 3792-3804, 2015.
- LORAH, E.R. et al. Evaluating picture exchange and the iPad™ as a speech generating device to teach communication to young children with autism. **Journal of Developmental and Physical Disabilities**, v. 25, n. 6, p. 637-649, 2013.
- MACPHERSON, K.; CHARLOP, M. H.; MILTENBERGER, C. A. Using Portable Video Modeling Technology to Increase the Compliment Behaviors of Children with Autism During Athletic Group Play. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 45, n. 12, p. 3836–3845, 2014.
- MANDELL, DS; WIGGINS, LD; CARPENTER, LA, et al. Racial/Ethnic Disparities in the Identification of Children With Autism Spectrum Disorders. *American Journal of Public Health*, 99(3):493-498, 2009.
- MASON, R. A. et al. Moderating factors of video-modeling with other as model: A meta-analysis of single-case studies. **Research in Developmental Disabilities**, v. 33, n. 4, p. 1076–1086, 2012.
- MAZUREK, M. O. et al. Prevalence and correlates of screen-based media use among youths with autism spectrum disorders. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 42, n. 8, p. 1757–1767, 2012.

MERGL, M.; ALVES, C.; AZONI, S. TIPO DE ECOLALIA EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA Echolalia's types in children with Autism Spectrum Disorder. **Nov-Dez**, v. 17, n. 6, p. 2072–2080, 2015.

MIZAEL, T. M; AIELLO, A. L. R. Revisão de estudos sobre o Picture Exchange Communication System (PECS) para o ensino de linguagem a indivíduos com autismo e outras dificuldades de fala. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 19, n. 4, p. 623-636, 2013.

MOKASHI, S.; YAROSH, S.; ABOWD, G. D. Exploration of videochat for children with autism. **ACM International Conference Proceeding Series**, p. 320–323, 2013.

MOMO, A. R. B.; SILVESTRE, C.; GRACIANI, Z. Atividades sensoriais: na clinica, na escola, em casa. 2012.

MOORE, M.; CALVERT, S. Moore-Calvert-2000. v. 30, n. 4, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Washington, Educating children with autism. DC: National Academies Press; 2001.

Newman, J. To siri, with love. www.nytimes.com. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2014/10/19/fashion/how-apples-siri-became-one-autistic-boys-bff.html>. Acesso em 10/02/2020.

NUNES, D.R.P. Introdução. In: MANZINI, E.J. et al. **Linguagem e comunicação alternativa**. 1. ed. Londrina: ABPEE, 2009. p. 1-8.

OLLENDICK, T. H; King, N. J. Empirically supported treatments for children and adolescents: Advances toward evidence-based practice. **Handbook of interventions that work with children and adolescents: Prevention and treatment** (2004). pp. 3–25. Chapter 1. doi 10.1002/9780470753385.ch1

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (ORG.). Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento da CID-10: Descrições Clínicas e Diretrizes Diagnósticas. Tradução de Dorgival Caetano. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 191, 1993.

OZONOFF, S. et al. Executive Function Abilities in Autism and Tourette Syndrome: An Information Processing Approach. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 35, n. 6, p. 1015–1032, 1994.

PÂNIȘOARĂ, G. et al. Systematic Review of Technology-Based Psychoeducational Interventions for Language Disorders. **BRAIN – Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience**, v. 9, n. 1, p. 151–162, 2018.

MARK PARKER, Stuart Cunningham, Pam Enderby, Mark Hawley & Phil Green, Automatic speech recognition and training for severely dysarthric users of assistive technology: The STARDUST project, *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20:2-3, 149-156, 2006.

PARSONS, S.; MITCHELL, P.; LEONARD, A. The use and understanding of virtual environments by adolescents with autistic spectrum disorders. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 34, n. 4, p. 449–466, 2004.

PASSOS-BUENO, M.R; VADASZ, E; HUBNER, M.M.C. Um retrato do autismo no Brasil. Espaço Aberto. (170): on-line. Available from: <http://www.usp.br/espacoaberto/?materia=um-retrato-do-autismo-no-brasil>, 2015.

PELLICANO, E. Individual Differences in Executive Function and Central Coherence Predict Developmental Changes in Theory of Mind in Autism. **Developmental Psychology**, v. 46, n. 2, p. 530–544, 2010.

PICKETT, E. et al. Speech acquisition in older nonverbal individuals with autism : A review of features, methods, and prognosis. **Cognitive and Behavioral Neurology**, v. 22, n. 1, p. 1–21, 2009.

PITUCH, K. A. et al. Parent reported treatment priorities for children with autism spectrum disorders. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 5, n. 1, p. 135–143, 2011.

RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long Range Plan - Technology for Access and Function Research Section Two: NIDDR Research Agenda Chapter 5: TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION - http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html

RAMDOSS, S. et al. Use of Computer-Based Interventions to Teach Communication Skills to Children with Autism Spectrum Disorders: A Systematic Review. **Journal of Behavioral Education**, v. 20, n. 1, p. 55–76, 2011.

RASCHE, N.; QIAN, C. Z. Work in progress: Application design on touch screen mobile computers (TSMC) to improve autism instruction. **Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE**, p. 1–2, 2012.

RASKIND, M. H.; HIGGINS, E. L. Speaking to read: The effects of speech recognition technology on the reading and spelling performance of children with learning disabilities. **Annals of Dyslexia**, v. 49, p. 251–281, 1999.

RAULSTON, T. et al. Teaching individuals with autism spectrum disorder to ask questions: A systematic review. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 7, n. 7, p. 866–878, 2013.

RAYNER, C.; DENHOLM, C.; SIGAFOOS, J. Video-based intervention for individuals with autism: Key questions that remain unanswered. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 3, n. 2, p. 291–303, 2009.

REAGON, K. A.; HIGBEE, T. S. Parent-Implemented Script Fading To Promote Play-Based Verbal Initiations in Children With Autism. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 42, n. 3, p. 659–664, 2009.

RODRIGUES, V.; ALMEIDA, M. A. Modelagem em vídeo para o ensino de habilidades de comunicação a Indivíduos com Autismo: Revisão de Estudos. **Revista Brasileira de Educacao Especial**, v. 23, n. 4, p. 595–606, 2017.

SAADATZI, M. N. et al. The Use of an Autonomous Pedagogical Agent and Automatic Speech Recognition for Teaching Sight Words to Students With Autism Spectrum Disorder. **Journal of Special Education Technology**, v. 32, n. 3, p. 173–183, 2017.

SAROKOFF, R. A.; TAYLOR, B. A.; POULSON, C. L. Teaching Children With Autism To Engage in Conversational Exchanges: Script Fading With Embedded Textual Stimuli. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 34, n. 1, p. 81–84, 2001.

SCHLOSSER, R; WENDT, O. (2008). Effects of augmentative and alternative communication intervention on speech production in children with autism: A systematic review. **American Journal of Speech-Language Pathology**, 17(3), 212–230. doi:10.1044/1058-0360(2008/021)

SCHLOSSER, R. W.; LLOYD, L. L. Effects of AAC on natural speech development. **The efficacy of augmentative and alternative communication: Towards evidence-based practice**, p. 403-425, 2003.

SENA, T. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5, estatísticas e ciências humanas: inflexões sobre normalizações e normatizações**. [s.l.: s.n.]. v. 11

SHANE, H. C.; ALBERT, P. D. Electronic screen media for persons with autism spectrum disorders: Results of a survey. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 38, n. 8, p. 1499–1508, 2008.

SHUKLA-MEHTA, S.; MILLER, T.; CALLAHAN, K. J. Evaluating the effectiveness of video instruction on social and communication skills training for children with autism spectrum disorders: A review of the literature. **Focus on Autism and Other Developmental Disabilities**, v. 25, n. 1, p. 23–36, 2010.

- SIGAFOOS, J. et al. Teaching two boys with autism spectrum disorders to request the continuation of toy play using an iPad®-based speech-generating device. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 7, n. 8, p. 923–930, 2013.
- SILVA, F. G.; Davis, C. (2004). Conceitos de Vigotski no Brasil: Produção divulgada nos Cadernos de Pesquisa. *Cadernos de Pesquisa*, 34, 633-661.
- SILVER, M.; OAKES, P. Evaluation of a new computer intervention to teach people with autism or Asperger syndrome to recognize and predict emotions in others. **Autism**, 5, 299–316, 2001.
- SIMION, E. Augmentative and Alternative Communication – Support for People with Severe Speech Disorders. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 128, p. 77–81, 2014.
- SIMONOFF, E. et al. Psychiatric disorders in children with autism spectrum disorders: Prevalence, comorbidity, and associated factors in a population-derived sample. **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 47, n. 8, p. 921–929, 2008.
- SOUZA, Vera Lucia Trevisan de; ANDRADA, Paula Costa de. Contribuições de Vigotski para a compreensão do psiquismo. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 30, n. 3, p. 355-365, 2013.
- SPROVIERI, M. H. S.; ASSUMPÇÃO, F. B. Dinâmica familiar de crianças autistas. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 59, n. 2 A, p. 230–237, 2001.
- STOKES, T. F.; BAER, D. M. An implicit technology of generalization1. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 10, n. 2, p. 349–367, 1977.
- TARTARO, A; CASSELL, J. (2006). Authorable virtual peers for autism spectrum disorders. **Proceedings of the 17th European Conference on Artificial Intelligence**, 642–644. doi:10.1145/1240866.1240881
- TARTARO, A; CASSELL, J. (2008). Playing with virtual peers: Bootstrapping contingent discourse in children with autism. **Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences**, 2, 382–389.
- USDE - UNITED OF STATES DEPARTMENT OF EDUCATION, Office of Educational Technology. Reimagining the role of technology in education: 2017 national education technology plan update. Retrieved from <https://tech.ed.gov/netp/>, 2017. Acesso em 14/02/2020.
- VANDERBORGHT, Bram et al. Using the social robot probio as a social story telling agent for children with ASD. **Interaction Studies**, v. 13, n. 3, p. 348-372, 2012.
- VASQUEZ, E. et al. Virtual Learning Environments for Students with Disabilities: A Review and Analysis of the Empirical Literature and Two Case Studies. **Rural Special Education Quarterly**, v. 34, n. 3, p. 26–32, 2015.
- VEATCH, O. J.; MAXWELL-HORN, A. C.; MALOW, B. A. Sleep in Autism Spectrum Disorders. **Current Sleep Medicine Reports**, v. 1, n. 2, p. 131–140, 2015.
- WAINER, A. L.; INGERSOLL, B. R. The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders. **Research in Autism Spectrum Disorders**, v. 5, n. 1, p. 96–107, 2011.
- WHALEN, C. et al. 2006 Behavioral Improvements Associated with Computer-Assisted Instruction for Children with Developmental Disabilities Christina Whalen, Lars Liden, Brooke Ingersol Eric Dallaire, and Sven Liden. v. 1, 2006.
- WHALEN, C. et al. Efficacy of Teach town: Basics computer-assisted intervention for the intensive comprehensive autism program in los angeles unified school district. **Autism**, v. 14, n. 3, p. 179–197, 2010.

WILLIAMS, C., Wright, B., Callaghan, G.; Coughlan, B. Do children with autism learn to read more readily by computer assisted instruction or traditional book methods? *Autism*, 6, 71–91, 2002.

WODKA, E. L.; MATHY, P.; KALB, L. Predictors of phrase and fluent speech in children with Autism and severe language delay. *Pediatrics*, v. 131, n. 4, 2013.

WONG, C. et al. Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 45, n. 7, p. 1951–1966, 2015.

8. APÊNDICE

8.1 Fluxogramas

8.1.1 Início do aplicativo

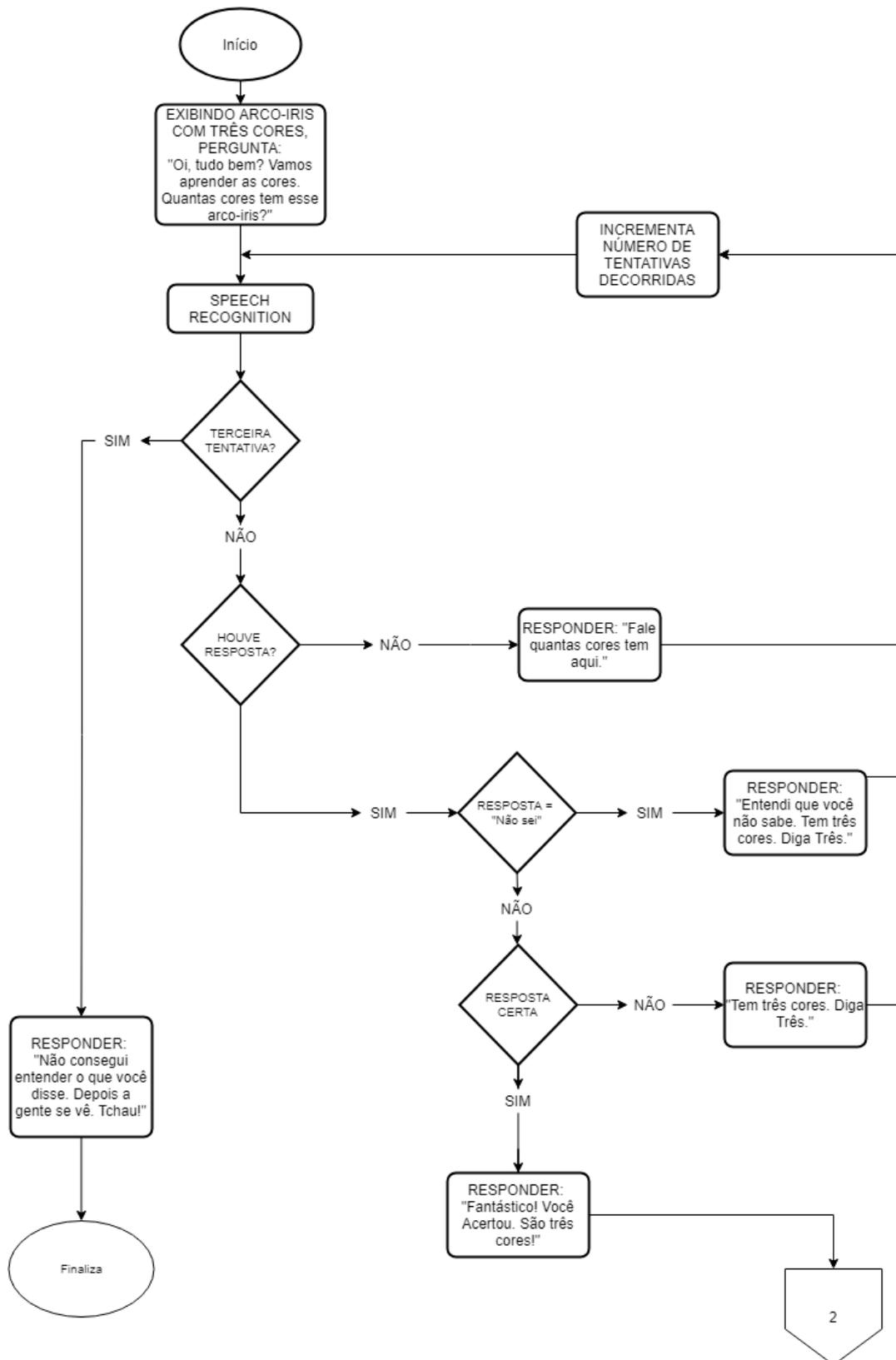


Fig. 21 - Fluxograma: Início do aplicativo

8.1.2 Cor Azul

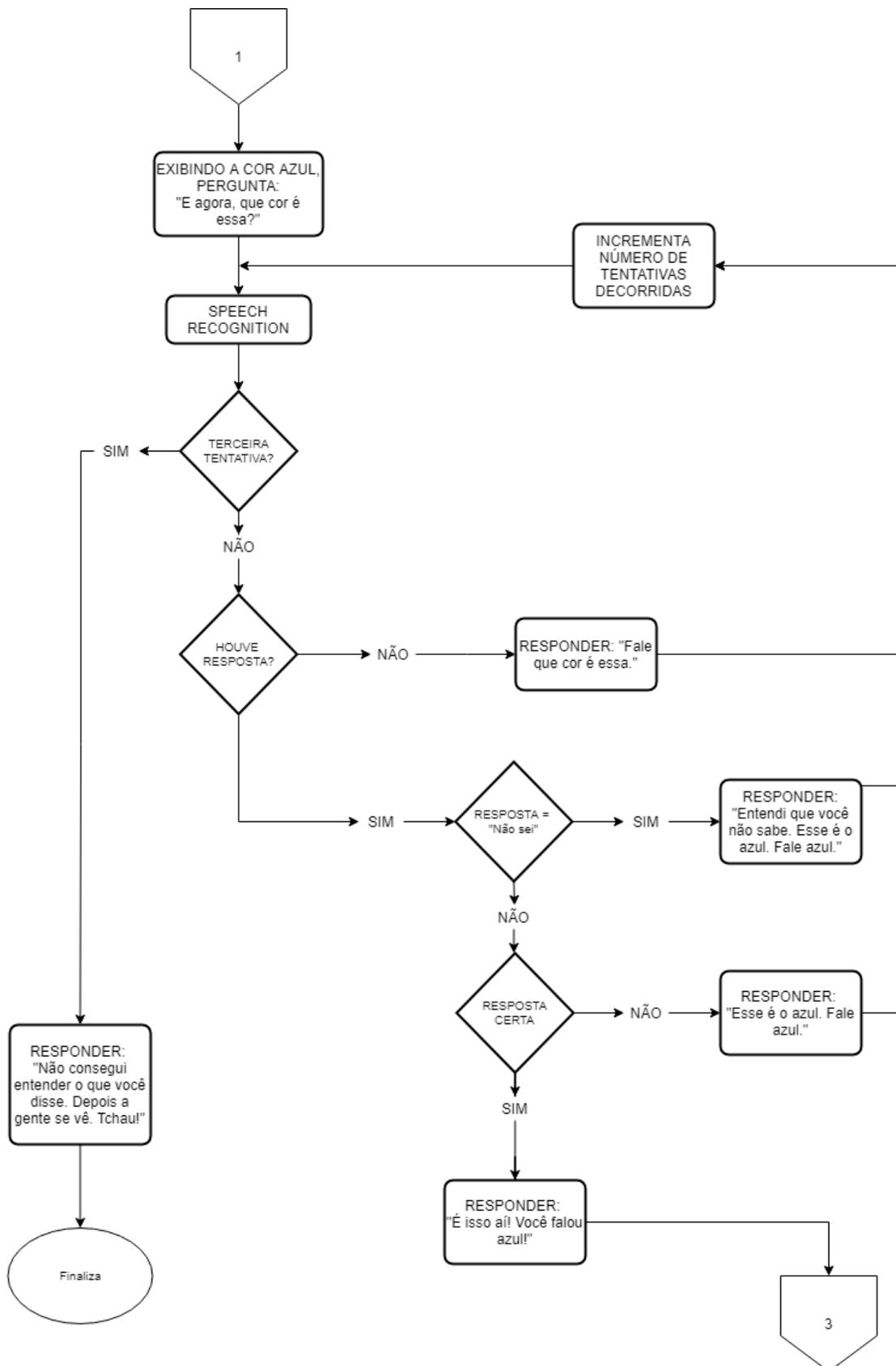


Fig. 212 – Fluxograma: Interação da cor azul

8.1.3 Cor Amarela

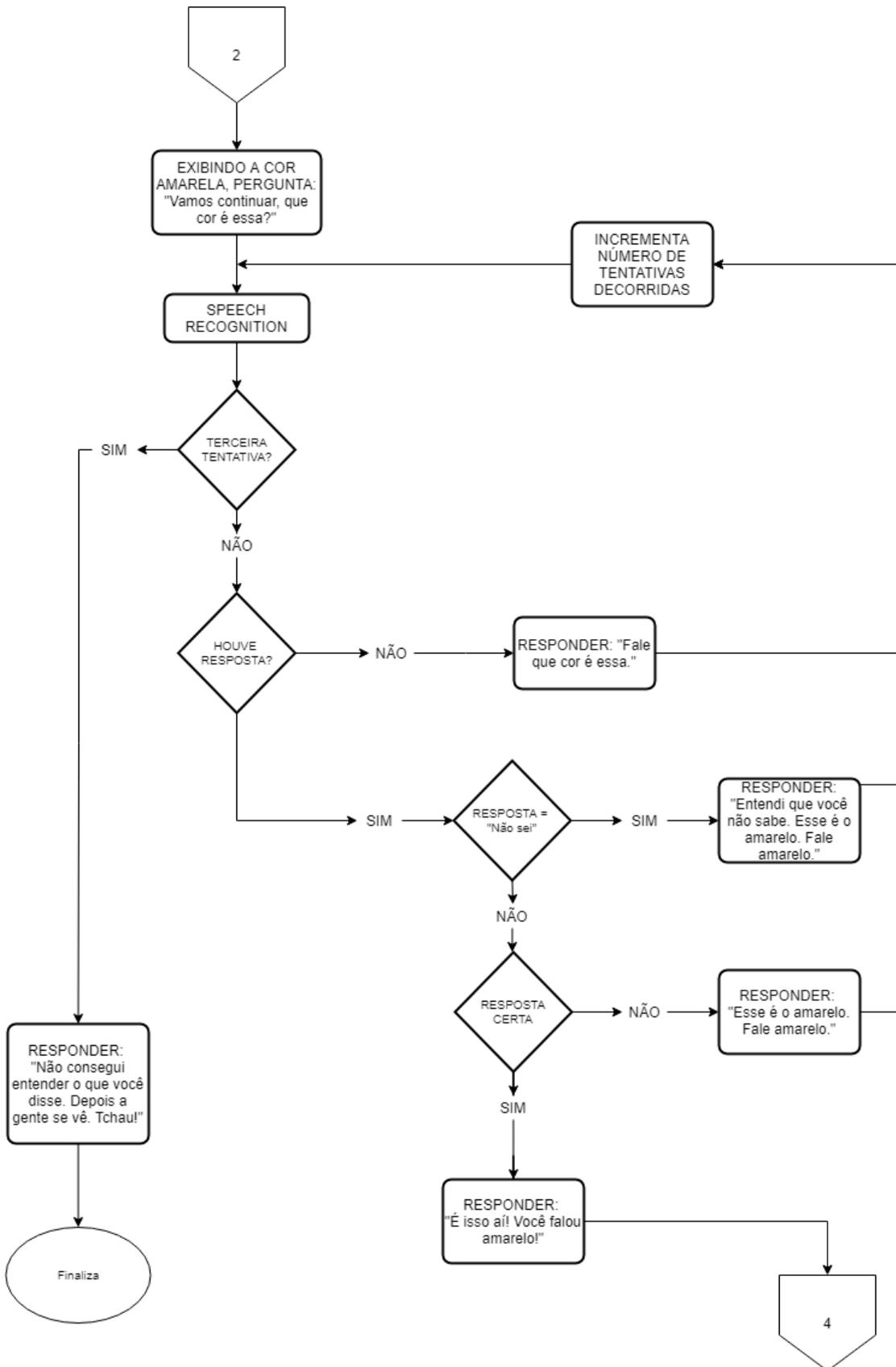


Fig. 22 – Fluxograma: Interação da cor amarela

8.1.4 Cor Rosa

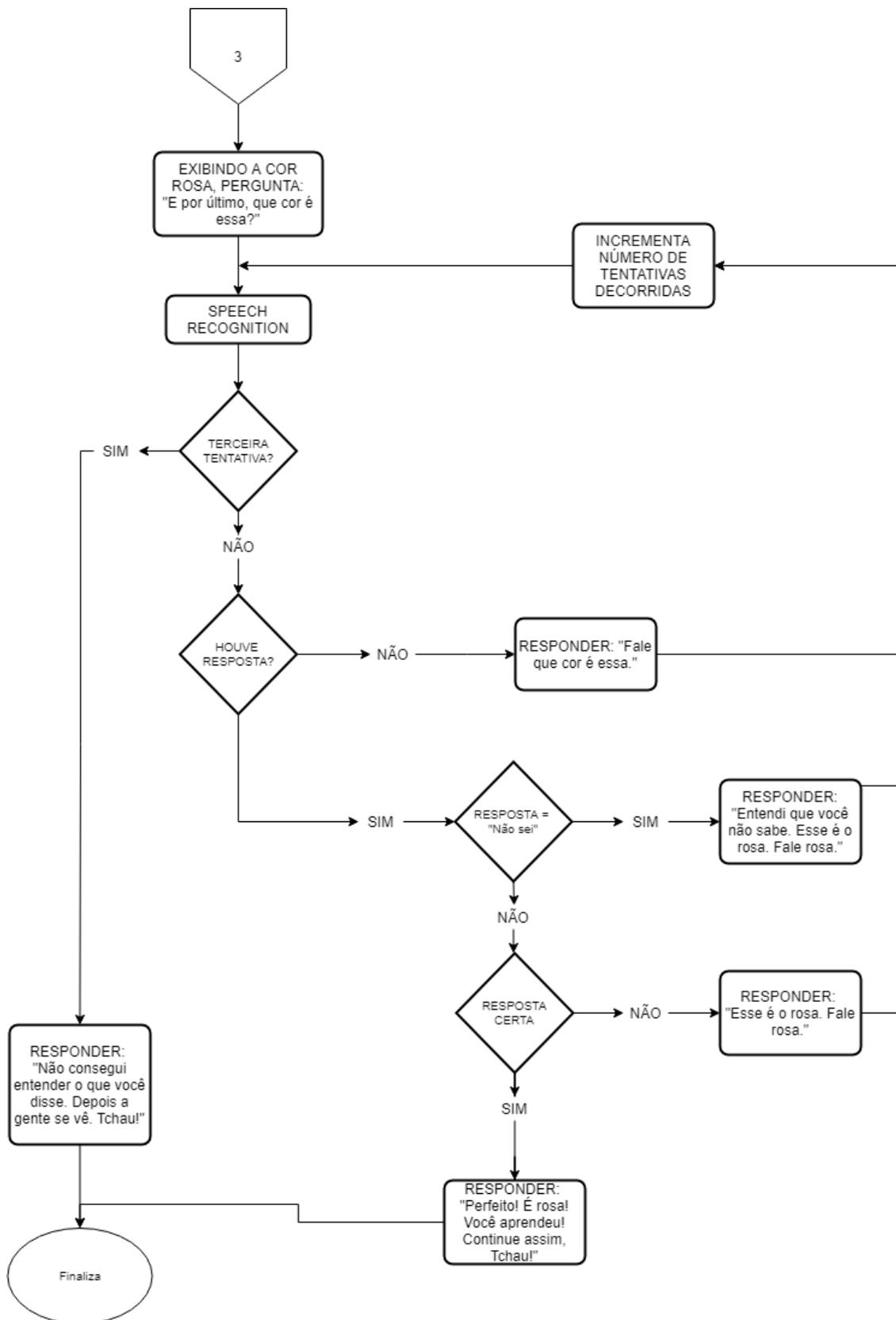


Fig. 234 – Fluxograma: Interação da cor rosa