



Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Ambiente Digital para Ensino e Acompanhamento Personalizado de Estudantes com Autismo

Martony Demes da Silva

Teresina-PI, Julho de 2018

Martony Demes da Silva

Ambiente Digital para Ensino e Acompanhamento Personalizado de Estudantes com Autismo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFPI (área de concentração: Ciência da Computação), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ciência da Computação.

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Centro de Ciências da Natureza

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Orientador: André Castelo Branco Soares

Coorientadora: Priscila Benitez

Teresina-PI

Julho de 2018

Martony Demes da Silva

Ambiente Digital para Ensino e Acompanhamento Personalizado de Estudantes com Autismo/ Martony Demes da Silva. – Teresina-PI, Julho de 2018-
69 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: André Castelo Branco Soares

Qualificação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí – UFPI
Centro de Ciências da Natureza

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Julho de 2018.

1. Autismo. 2. Educação Especial. 3. Análise do Comportamento Aplicado.
4. App. I. André Castelo Branco Soares. II. Universidade Federal do Piauí. III.
Ambiente Digital para Ensino e Acompanhamento Personalizado de Estudantes
com Autismo

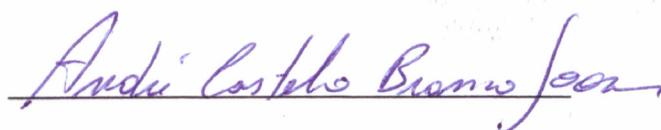
CDU 02:141:005.7

“Ambiente Digital para Ensino e Acompanhamento
Personalizado de Estudantes com Autismo”

MARTONY DEMES DA SILVA

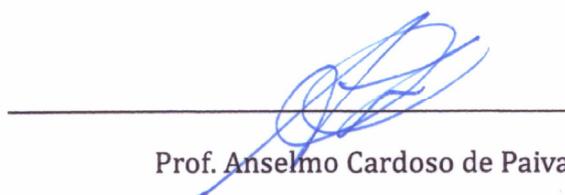
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, como parte integrante dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovada por:



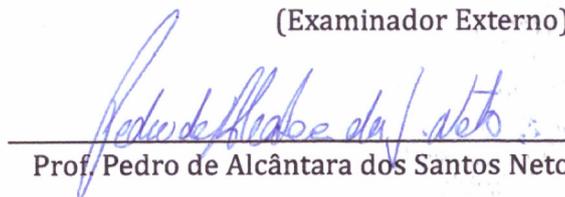
Prof. André Castelo Branco Soares

(Presidente da Banca Examinadora)



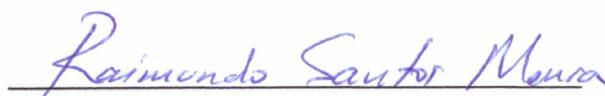
Prof. Anselmo Cardoso de Paiva

(Examinador Externo)



Prof. Pedro de Alcântara dos Santos Neto

(Examinador Interno)



Prof. Raimundo Santos Moura

(Examinador Interno)

Teresina, 05 de julho de 2018

À minha mãe e à minha esposa

por sempre estarem comigo em todos os momentos. Aos meus filhos, Lys Cristina (7 anos com TEA) e Álvaro Demes (5 anos), variáveis da minha vida. À minha avó, Inácia Rodrigues (in memoriam), que foi, ao mesmo tempo, um pai e uma mãe para mim.

Agradecimentos

Agradeço a Deus.

Agradeço à minha mãe, Maryvone Demes, pela vida, e à minha falecida avó, Inácia Rodrigues, pelos conselhos. À minha querida esposa Keyla Cristina, pela companhia e pelo incentivo. Aos meus familiares, pelo apoio.

Agradeço muito ao meu orientador, André Soares, por todos os conselhos, pela oportunidade e pelo apoio nesta pesquisa e pela paciência e ajuda nesse período.

Agradeço à minha coorientadora, Priscila Benitez, ser humano ímpar, sempre disposta. Sem ela, esta pesquisa seria bem mais complexa. Obrigado por aceitar o desafio de me orientar e pela receptividade em São Carlos e no grupo CAD, no início desta pesquisa.

Agradeço à Alice Lopez, mesmo com os desafios de acompanhar as crianças no centro de aprendizagem, pôde nos dar um apoio imenso na pesquisa.

Agradeço aos profissionais e às crianças do CAD por participarem contribuindo para esta pesquisa.

Agradeço aos amigos Paulo Queiroz, Paulo Renato, João Guilherme, Vívio e Breno desenvolvedores e articuladores do mTEA. Foram pessoas essenciais nesta pesquisa.

Ao velho amigo Igo Moura pela parceria na construção do Mapeamento Sistemático e sempre dando apoio.

Aos meus amigos do PPGCC, em especial a Francisco Imperes, pelos estudos aos domingos, e ao Arinaldo, pessoa de grande inteligência e simplicidade; aos amigos do Laboratório Disnel, pela troca de informações e experiência.

Aos professores Pedro de Alcântara e Raimundo Moura pelo apoio na pesquisa.

Agradeço a todos os professores do PPGCC, por me proporcionarem uma formação sólida e de excelência.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho de mestrado.

*“Os homens agem sobre o mundo,
modificando-no e são,
por sua vez modificados pelas consequências de sua ação.”
(B. F. Skinner)*

Resumo

De acordo com a literatura, o uso de *softwares* de computadores fundamentado na Análise do Comportamento Aplicado (do inglês: Applied Behavior Analysis - ABA) favorece o ensino de habilidades importantes para desenvolvimento de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Diante disso, o software *mTEA* é proposto no âmbito desta dissertação de Mestrado. O *mTEA* é uma ferramenta que auxilia o profissional educador na elaboração de atividades de ensino personalizadas, de acordo com as necessidades de cada estudante com TEA. O *mTEA* viabiliza a elaboração, a aplicação e a análise dos resultados das atividades de ensino. No início deste trabalho de mestrado, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura que apontou a deficiência de ferramentas com tais características. O *mTEA* foi avaliado ao usar o software no ensino de crianças com TEA. Essa avaliação foi realizada com 5 crianças e 2 profissionais de equipe multidisciplinar. De acordo com os profissionais que participaram do experimento, o *mTEA* facilita a aplicação das atividades. Além disso, possibilita elaborar atividades de acordo com desempenho da criança e os relatórios otimizam a análise dos dados de cada criança com TEA.

Palavras-chave: Autismo, educação especial, análise do comportamento aplicado, app, TEA.

Abstract

According to the literature, the use of computer software based on the Applied Behavior Analysis (ABA), favors the teaching of important skills for the development of children with Autism Spectrum Disorder (ASD). Therefore, the software *mTEA* is proposed in the scope of this Thesis. The *mTEA* is a tool that assists the professional in the elaboration of personalized teaching activities, according to the needs of each student with ASD. The *mTEA* makes the preparation, application and analysis of the results of teaching activities feasible. At the beginning of this master's thesis, a systematic literature review was performed that pointed to the deficiency of tools with such characteristics. The *mTEA* was evaluated when using software in teaching children with ASD. This evaluation was performed with 5 children and 2 professionals from a multidisciplinary team. In agreement with the professionals who participated in the experiment, the *mTEA* facilitates the implementation of the activities. In addition, it allows to elaborate activities according to child's performance and the reports optimize the analysis of the data of each child with ASD

Keywords: Autism, special education, applied behavior analysis, ASD.

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Ilustração dos elos do comportamento: os (A) antecedentes (ou Estímulo Discriminativo), que são as atitudes que antecedem determinados comportamentos ou (B) respostas, e o que acontece depois deles, que é a (C) consequência (ou reforçamento). | 7 |
| Figura 2 – Exemplo de uma forma de registro de atividade, de acordo com os princípios da ABA | 9 |
| Figura 3 – Imagem de registro de atividade com a ABA | 10 |
| Figura 4 – Processo de mapeamento sistemática - imagem adaptada de (PETERSEN S. MUJTABA, 2008) | 15 |
| Figura 5 – Primeira etapa do MSL: planejamento - adaptada de (BRAGA et al., 2016) | 16 |
| Figura 6 – Segunda etapa do MSL: execução - adaptada de (BRAGA et al., 2016) | 17 |
| Figura 7 – Tela da ferramenta The End | 21 |
| Figura 8 – Distribuição de artigos por base de dados e ano de publicação. | 23 |
| Figura 9 – Número de abordagens/estratégias tratadas nos artigos. | 24 |
| Figura 10 – Quantitativo por plataformas computacionais utilizada. | 24 |
| Figura 11 – Quantitativo de plataformas computacionais utilizadas por ano | 25 |
| Figura 12 – Comparativo entre abordagem de acesso local e remoto com a plataforma tecnológica | 26 |
| Figura 13 – A Estratégia utilizada faz uso de inteligência artificial? | 26 |
| Figura 14 – Comparativo com uso de inteligência artificial com: plataforma computacional e abordagem de ensino. | 27 |
| Figura 15 – Número de trabalhos que apresentam ferramenta computacional adaptável às necessidades ou ao desenvolvimento da criança. | 27 |
| Figura 16 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional adaptável de acordo com nível de desenvolvimento da criança | 28 |
| Figura 17 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança relacionado a uma proposta uma ferramenta computacional. | 29 |
| Figura 18 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança em comparação ao método tradicional | 29 |
| Figura 19 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança relacionando a faixa etária. | 30 |

| | |
|---|----|
| Figura 20 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança fazendo relação com a faixa etária | 30 |
| Figura 21 – A Tecnologia alcança bons resultados quando comparada com o método tradicional? | 31 |
| Figura 22 – <i>Templates</i> do mTEA: especificamente, o <i>template</i> "Formar Palavra", com elaboração de duas atividades: bola e passarinho | 40 |
| Figura 23 – Visão geral do mTEA | 43 |
| Figura 24 – Página inicial do mTEA-WEB | 44 |
| Figura 25 – Tela para elaborar lista de atividades | 45 |
| Figura 26 – Tela para elaborar atividade no mTEA-WEB | 45 |
| Figura 27 – Exemplo de tela gerada de relatório e gráfico | 46 |
| Figura 28 – Tela do mTEA-App ilustrando a execução da atividade formação da palavra BOLA | 47 |
| Figura 29 – Telas do mTEA. À esquerda exemplo do mTEA-WEB usado pela profissional-participante para elaboração das atividades. À direita a tela do mTEA-App visualizada pelos estudantes com TEA. | 53 |
| Figura 30 – Desempenho dos três estudantes E1, E2 e E3 nas atividades avaliadas no mTEA (a coluna azul se refere ao desempenho de E1; a coluna amarela ao desempenho de E2; e a cinza, E3) | 54 |
| Figura 31 – Desempenho dos estudantes E4 e E5 nas atividades avaliadas no mTEA aplicadas pela profissional B (a coluna azul se refere ao desempenho de E4; a vermelha, ao de E5 | 54 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Proposta de uma programação de ensino em ABA | 11 |
| Tabela 2 – <i>Strings</i> de busca aplicadas às base de dados <i>Scopus</i> | 19 |
| Tabela 3 – Critérios de inclusão e exclusão. | 20 |
| Tabela 4 – Trabalhos relacionados | 34 |
| Tabela 5 – Descrição dos cinco <i>templates</i> existentes no mTEA | 41 |
| Tabela 6 – Perfil dos participantes da pesquisa | 51 |
| Tabela 7 – Questões para a profissional participante responder | 53 |
| Tabela 8 – Categorias de análise das respostas da profissional A em relação à avaliação ao mTEA | 56 |
| Tabela 9 – Categorias de análise das respostas da profissional B em relação à avaliação ao mTEA | 57 |

Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|-------------|--|
| ABA | Applied Behavior Analysis |
| APA | American Psychological Association |
| ASD | Autism Spectrum Disorder |
| CAAE | Certificado de Apresentação para Apreciação Ética |
| CAD | Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento |
| CDCP | Center of Diseases Control and Prevention |
| CE | Critério de Exclusão |
| CI | Critério de Inclusão |
| DAO | DAO(Data Access Object) |
| DSM | Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders |
| IA | Inteligencia Artificial |
| MSL | Mapeamento Sistemático da Literatura |
| mTEA | mobile Transtorno do Espectro Autista |
| mTEA-Server | Servidor para mobile Transtorno do Espectro Autista |
| mTEA-App | Aplicativo do mobile Transtorno do Espectro Autista |
| MVC | Model View Controller |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| PB | Pesquisa Bibliográfica |
| QP | Questão Primária |
| QS | Questão Secundária |
| TEA | Transtorno do Espectro Autista |
| TEACCH | Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children |
| TGD | Transtornos Globais de Desenvolvimento |
| WWW | World Wide Web |

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Motivação | 1 |
| 1.2 | Objetivos | 2 |
| 1.3 | Organização da dissertação | 3 |
| 1.4 | Trabalhos publicados | 3 |
| 2 | TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA | 5 |
| 2.1 | Caracterização do TEA | 5 |
| 2.2 | Análise do Comportamento Aplicado - ABA | 6 |
| 2.3 | Ensino de estudante com TEA | 8 |
| 2.4 | Considerações do capítulo | 12 |
| 3 | MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA | 13 |
| 3.1 | Pesquisa Bibliográfica Sistemática | 13 |
| 3.2 | Mapeamento Sistemático da Literatura | 14 |
| 3.3 | Metodologia aplicada | 15 |
| 3.3.1 | Planejamento | 17 |
| 3.3.1.1 | Questões de pesquisa | 17 |
| 3.3.1.2 | Estratégia de busca | 18 |
| 3.3.1.3 | Critérios de seleção dos trabalhos | 19 |
| 3.3.1.4 | Formulário de extração | 20 |
| 3.3.2 | Execução | 20 |
| 3.3.3 | Sumarização | 22 |
| 3.4 | Resultados do MSL | 22 |
| 3.5 | Trabalhos relacionados | 32 |
| 3.6 | Considerações do Capítulo | 34 |
| 4 | MTEA | 37 |
| 4.1 | Arquitetura da solução | 37 |
| 4.1.1 | Modelo conceitual | 38 |
| 4.1.1.1 | Princípios | 38 |
| 4.1.1.2 | <i>Templates</i> | 40 |
| 4.1.2 | Modelo Tecnológico | 42 |
| 4.2 | Componentes do <i>mTEA</i> | 42 |
| 4.2.1 | Visão geral | 43 |
| 4.2.2 | mTEA-Server | 43 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4.2.3 | mTEA-WEB | 44 |
| 4.2.4 | mTEA-App | 46 |
| 4.3 | Considerações do Capítulo | 47 |
| 5 | ESTUDO EXPERIMENTAL | 49 |
| 5.1 | Avaliação | 50 |
| 5.1.1 | Considerações Éticas | 50 |
| 5.1.2 | Participantes | 50 |
| 5.1.3 | Situação e materiais | 51 |
| 5.1.4 | Variáveis | 52 |
| 5.1.5 | Procedimento | 52 |
| 5.1.6 | Análise dos dados | 53 |
| 5.2 | Resultados e contribuições | 54 |
| 5.3 | Considerações do Capítulo | 58 |
| 6 | CONCLUSÕES | 59 |
| 6.1 | Trabalhos futuros | 62 |
| | REFERÊNCIAS | 65 |

1 Introdução

O autismo é um transtorno caracterizado por déficit qualitativo da linguagem e da interação social, padrão de comportamento estereotipado e repetitivo, além de interesses restritos (PARR, 2010; APA, 2013). De acordo com o Manual de Diagnóstico e Estatística dos Transtornos Mentais V (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – DSM), o Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um problema do neurodesenvolvimento, que acomete diferentes áreas do desenvolvimento (APA, 2013). A literatura mostra que essas características influenciam na aprendizagem dos indivíduos com TEA. Diante disso, o ensino por métodos tradicionais é mais desafiador, sendo necessárias metodologias de ensino diferenciadas (OZAND, 2016; CDCP, 2012).

Como proposta para educação, manejo e intervenção em indivíduos com tal distúrbio, o uso da abordagem baseada em Análise do Comportamento Aplicado (termo original em inglês: Applied Behavior Analysis – ABA) é eficaz (SIMPSON, 2001). Baseado nessa abordagem, este trabalho de mestrado apresenta um ambiente digital para ensino de indivíduos com TEA, com uso de dispositivos móveis.

Este capítulo apresenta o objetivo, a motivação, as contribuições e o modo como esta dissertação de mestrado está organizada.

1.1 Motivação

Segundo previsão do Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (CDCP, 2014), em 2015, uma em cada 45 crianças, com idades entre 3 e 17 anos apresentarão TEA. Com base nesses números, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que as estatísticas sejam de cerca de 70 milhões de pessoas no mundo com TEA. No Brasil, estima-se que os números sejam similares aos da OMS (OLIVEIRA, 2015). Evidentemente, esses dados demonstram a necessidade do desenvolvimento de recursos e serviços para o apoio e a atendimento a essa população. Especificamente, tem-se o desafio de ensinar crianças com TEA.

Indivíduos com TEA são diagnosticados por meio de observações e análises clínicas. Os manuais oficiais (APA, 2013) destacam a variação (leve, moderado e severo) do acometimento dos sintomas no desenvolvimento do indivíduo. Todas as peculiaridades advindas do TEA dificultam o processo de aquisição do conhecimento. Em muitos casos, é inviável a transmissão do saber pelos moldes convencionais de ensino.

Apesar de existirem inúmeras barreiras a serem superadas nesse processo, especialmente com relação à aprendizagem acadêmica, é possível prover um ensino de qualidade

para essas crianças (FARIAS; SILVA.; CUNHA, 2014). Para isso, as intervenções devem ser precoces, intensivas e comprovadas empiricamente. As oriundas da ABA são cientificamente comprovadas no tratamento e ensino de crianças com TEA (COOPER; HERON; HEWARD, 2007).

Nesse cenário, há alguns desafios a serem superados:

- a) O número reduzido de profissionais especializados em ABA;
- b) O ensino de crianças com TEA que estão em um espectro de diferentes características;
- c) A dificuldade desses sujeitos com TEA em adquirir conhecimento pelo método de aprendizagem tradicional.

Considerando que a metodologia de ensino usada mostra resultados positivos com a ABA, buscou-se aporte em profissionais especialistas na área. Diante disso, foi iniciado um processo de colaboração com a professora Priscila Benitez, por meio de uma instituição que tem profissionais especializados em ABA em São Carlos-SP. No âmbito deste trabalho, foi realizada uma visita ao Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento (CAD), visando a um maior contato com os sujeitos especializados em ABA. Diante das observações feitas na visita e no relato de experiência da prof.^a dr.^a Priscila Benitez, iniciou-se uma parceria com a entidade.

1.2 Objetivos

Este trabalho propõe o *mTEA*, um ambiente digital que permite ao profissional educador elaborar de forma flexível atividades personalizadas, de acordo com nível de cada estudante. Tal recurso pode ser utilizado por agentes sem conhecimento avançado em computação. Além disso, o *software* proposto foi avaliado visando à obtenção de informações sobre sua relevância no ensino de crianças com TEA. Nesse contexto, é também objetivo deste trabalho melhorar o aprendizado desses alunos. Outras finalidades específicas são:

1. Apresentar os conceitos da Análise do Comportamento Aplicado (ABA) ao ensino de crianças com TEA;
2. Realizar um mapeamento sistemático sobre tecnologias computacionais utilizadas para auxiliar no ensino a crianças no espectro autista. Propõe-se identificar as principais ferramentas utilizadas que auxiliam no desenvolvimento da criança com TEA (transtorno do espectro autista). Com este estudo, visa-se avaliar e aprimorar propostas na elaboração da arquitetura do *mTEA* e apresentar lacunas identificadas dentro das pesquisas coletadas.

1.3 Organização da dissertação

Esta dissertação de mestrado está organizada da seguinte forma:

O Capítulo 2 apresenta conceitos sobre autismo e Análise do Comportamento Aplicado (ABA), uma vez que este estudo em nível de mestrado propõe uma solução computacional aplicada a essa área.

O Capítulo 3 traz os trabalhos relacionados apresentando um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), com o objetivo de detalhar pontos importantes do aporte teórico relacionado.

O Capítulo 4 apresenta o *mTEA*, suas características e sua arquitetura.

O Capítulo 5 apresenta uma avaliação do *mTEA*.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões e as considerações finais deste trabalho de mestrado.

1.4 Trabalhos publicados

É oportuno esclarecer que esta pesquisa é interdisciplinar e assim possibilita abrangência nas áreas de computação, educação, psicologia, dentre outras. Nesse contexto, alguns trabalhos foram publicados.

- SILVA, M. D.; SOARES, A. C. B. ; BENITEZ, P ; MONTE, B. M. . Ambiente digital para ensino de atividades (pré)acadêmicas para estudantes com autismo Ambiente digital para ensino de atividades (pré)acadêmicas para estudantes com autismo. In: Congresso Brasileiro de Educação Especial - CBEE, 2016, São Carlos. Congresso Brasileiro de Educação Especial. São Carlos: UFSCar, 2016. v.
- SILVA, M. D.; SOARES, A. C. B. ; BENITEZ, P . Ambiente digital para ensino e acompanhamento personalizado de estudantes com autismo: proposta com uso de dispositivos móveis. In: XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017), 2017, Recife. Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017), 2017.
- SILVA, M. D.; SOARES, A. C. B. ; MOURA, I . Uso de tecnologias computacionais para o ensino de crianças com transtorno do espectro autista: um mapeamento sistemático da literatura. In: XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017), 2017, Recife. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017), 2017.

2 Transtorno do Espectro Autista

Este capítulo caracteriza o TEA e apresenta conceitos básicos sobre Análise do Comportamento Aplicado (ABA) e o modo como ela pode ser aplicada ao ensino de crianças com tal transtorno.

2.1 Caracterização do TEA

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma síndrome dentro dos Transtornos Globais de Desenvolvimento (TGD) que afeta três principais aspectos do desenvolvimento humano: a comunicação, as habilidades sociais e o interesse (OZAND, 2016; CDCP, 2012). O Manual de Diagnóstico e Estatística dos Transtornos Mentais V (DSM-V) (APA, 2013) descreve o TEA por deficit nas áreas de comunicação e de socialização e por padrões restritos e repetitivos de comportamento, de interesses ou de atividades.

Em 2013, foram apresentados pela Associação Psiquiátrica Americana (APA) os novos critérios diagnósticos para o autismo, na quinta edição do DSM (APA, 2013). Segundo o DSM V, os sintomas do TEA representam um contínuo (ou espectro) de grau leve a grave, variando em cada indivíduo com TEA. O espectro engloba desde indivíduos com grandes limitações até aqueles com manifestações muito próximas às de pessoas sem essa desordem ou neurotípicas (APA, 2013; AGL, 2013).

Os transtornos do desenvolvimento são condições que têm início no período do desenvolvimento, que em geral surgem antes de a criança ingressar na escola. São caracterizados por déficits que acarretam prejuízo no funcionamento pessoal, social, acadêmico ou profissional. Os prejuízos variam desde limitações globais, como as deficiências intelectuais, até fatores específicos, como os transtornos típicos de aprendizagem. O DSM V apresenta esses problemas conforme as características específicas de cada um. Para este trabalho de mestrado, será abordado especificamente o TEA.

O TEA é uma condição que compromete a capacidade de se comunicar com os outros indivíduos, de perceber acontecimentos compartilhados, de expressar o que sente ou o que se pensa nas mais diversas situações. Além disso, existe a presença de “manias” ou estereotípias, posturas ou atos repetitivos, rituais e interesses restritivos. Isso dificulta ainda mais a evolução das habilidades sociais e adaptativas nos desafios que o ambiente pode apresentar (BRITES, 2015).

O diagnóstico é clinicamente realizado por meio da observação dos comportamentos da criança (GUTHRIE et al., 2013) ou por meio de entrevista com pais e/ou cuidadores. Ademais, deve-se realizar levantamento de informações acerca da história do indivíduo e

utilizar instrumentos ou protocolos de avaliação (MATSON; WILKINS; FODSTAD, 2011). Quanto mais precoce for o diagnóstico do TEA, mais efetivos podem ser os tratamentos. Com isso, minimiza-se o impacto do comprometimento das habilidades e se permite uma melhor qualidade de vida às pessoas com autismo e aos seus familiares (OZAND, 2016; CARRER H.J., 2015).

Os sinais do TEA podem ser identificados antes dos 36 meses de idade (MITCHELL; CARDY; ZWAIGENBAUM, 2011). Isso possibilita uma intervenção precoce (KOEGLER et al., 2014). Dessa forma, otimiza-se o aprendizado da criança, previnem-se efeitos secundários negativos do transtorno e se proveem melhorias nas habilidades funcionais (ROGERS, 2014).

Levando em consideração as dificuldades citadas dentro das características do indivíduo com TEA, destaca-se o desafio que é para uma criança com tal transtorno prestar atenção e aprender como alguém com desenvolvimento típico. Nessa perspectiva, ensinar esses alunos requer adequações ou métodos diferenciados, sendo a intervenção com uso da ABA é cientificamente eficaz (SIMPSON, 2001).

2.2 Análise do Comportamento Aplicado - ABA

O TEA é um transtorno que persiste por toda a vida e não possui cura nem causas claramente conhecidas. No entanto, sabe-se que intervenções e métodos educacionais com base na psicologia comportamental têm reduzido os sintomas do espectro do autismo e promovido uma variedade de habilidades sociais, de comunicação e comportamentos adaptativos (HOWARD et al., 2005; VIRUES-ORTEGA, 2010; ROGERS, 2014). Esse método de intervenção e ensino é conhecido como a Análise do Comportamento Aplicado ou ABA, sigla em inglês para Applied Behavior Analysis.

Sendo uma abordagem da psicologia usada para a compreensão do comportamento, a ABA vem sendo amplamente utilizada no atendimento a pessoas com desenvolvimento atípico, como os indivíduos com TEA.

Ela tem como propósitos observar, analisar e explicar a relação entre o ambiente, o comportamento humano e a aprendizagem. E tal perspectiva é possível construir repertórios de comportamentos socialmente relevantes ou reduzir repertórios problemáticos (COOPER; HERON; HEWARD, 2007).

Primeiramente, uma intervenção baseada na ABA, tipicamente envolve identificação de comportamentos e habilidades que precisam ser melhorados. Em seguida, devem-se utilizar métodos sistemáticos para selecionar objetivos e delinear uma intervenção envolvendo estratégias comportamentais.

Assim, o contexto no qual um comportamento acontece é chamado de contingência.

A contingência de um comportamento operante é composta por três aspectos: a RESPOSTA, o que acontece antes da resposta (estímulo ANTECEDENTE) e o que ocorre após a resposta (CONSEQUÊNCIA)([COOPER; HERON; HEWARD, 2007](#)).

A Figura 1 ilustra a sequência da contingência. Pode-se citar como exemplo o caso seguinte: a criança vê o brinquedo favorito na loja (A – estímulo antecedente); ao vê-lo, ela birra desejando o brinquedo (B - Resposta); na sequência, a mãe compra o objeto para o filho (C - consequência).

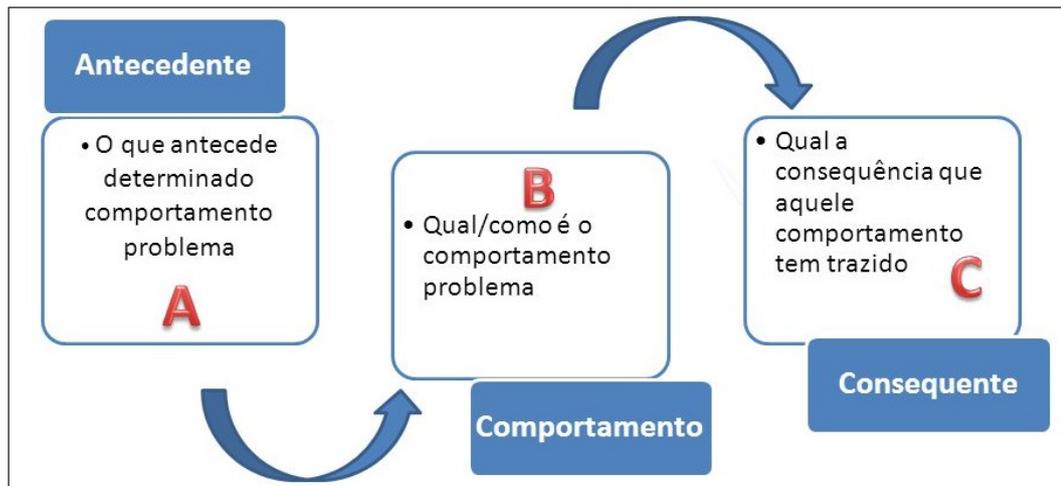


Figura 1 – Ilustração dos elos do comportamento: os (A) antecedentes (ou Estímulo Discriminativo), que são as atitudes que antecedem determinados comportamentos ou (B) respostas, e o que acontece depois deles, que é a (C) consequência (ou reforçamento).

O cenário descrito na Figura 1 caracteriza uma contingência de um determinado comportamento. Enfatiza-se que é possível acrescentar um comportamento ou eliminar um comportamento considerado problema ([GOMES C. G. S.; SILVEIRA, 2016](#)). Ainda com apoio da imagem, observa-se como é possível obter uma resposta vislumbrada realizando alteração no estímulo antecedente (A) ou na consequência (C).

Assim, é possível alterar o estímulo antecedente realizando-se ações como, por exemplo: i) evitar situações ou pessoas que sirvam como antecedentes para o comportamento problema; ii) controlar o meio ambiente; iii) fazer as coisas em doses/passos menores e mais toleráveis; iv) mudar a ordem dos eventos ou v) estabelecer rotinas. Por exemplo, a criança tende a chorar e a bater na mãe quando esta pede para aquela desligar a TV para ir fazer tarefa de casa de modo que a prevenção (modificar antecedente) seria: a criança primeiro faz a tarefa de casa para poder assistir à TV.

Já para obter uma resposta com modificação das consequências (C), pode-se: i) usar reforço positivo como consequência de comportamentos desejado (Reforçadores); ii) ignorar comportamento; iii) treino de obediência; iv) impedir que a criança fuja de uma demanda;

Nesse sentido, o propósito da ABA é o ensino de repertórios socialmente relevantes e funcionais, sejam eles relacionados a habilidades sociais, acadêmicas ou a atividades da vida diária dentre outros. Tal perspectiva também visa fazer com que comportamentos inadequados (exemplos: autolesão, agressividade, estereotípias) desapareçam e novas formas de comunicação e aprendizagem sejam estabelecidas (PEDROZA, 2017). Essas novas habilidades são, em sua maioria, ensinadas de um para um (terapeuta e estudante) em um ambiente estruturado. Em seguida são introduzidas em um contexto natural, em situações de rotina das crianças com TEA.

Outro aspecto relevante na ABA é que existe a coleta de dados antes, durante e depois da intervenção. Isso se dá com o propósito de analisar o progresso individual do sujeito. Também serve para auxiliar na tomada de decisões em relação ao programa de intervenção e às estratégias que melhor promovem a aquisição de habilidades (BAER, 1968). Na Seção 2.3 serão apresentados outros detalhes sobre esse registro.

Dessa forma, tal análise é uma intervenção utilizada para modificar comportamentos por meio de princípios científicos do aprendizado. No contexto de pessoas com TEA, tem ganhado força em todo o mundo principalmente por se tratar de um trabalho feito de forma individualizada e com embasamento científico. Assim, a ABA é aplicada de maneira estruturada, com foco em comportamentos relacionados à linguagem e diminuição de comportamentos inadequados.

2.3 Ensino de estudante com TEA

A ABA é utilizada na intervenção com crianças com TEA e apresenta resultados positivos na modificação do comportamento desses indivíduos (HOWARD et al., 2005). Para a educação, a intervenção e o manejo com no que se refere a esses sujeitos, abordagens baseadas na Análise de Comportamento Aplicado são cientificamente eficazes (SIMPSON, 2001).

O passo inicial para o ensino baseado na ABA é realizar uma avaliação funcional dos comportamentos do estudante: verificar os comportamentos inadequados e a capacidade de aprendizado do indivíduo com TEA. A ênfase da avaliação é a descrição de como elementos do ambiente estão relacionados aos comportamentos exibidos pelo aluno.

A avaliação prioriza a descrição de como diferentes elementos do ambiente estão se relacionando nas respostas do indivíduo (MARTIN G., 2009). Isso significa identificar contingências de reforçamento (consequência – C) ou identificar elementos do ambiente relacionados (antecedentes – A) com a resposta (B) de interesse do sujeito que receberá intervenção. Após essa avaliação, elabora-se um currículo de aprendizado minuciosamente descrito. Vale ressaltar que se alteram apenas os antecedentes e as consequências.

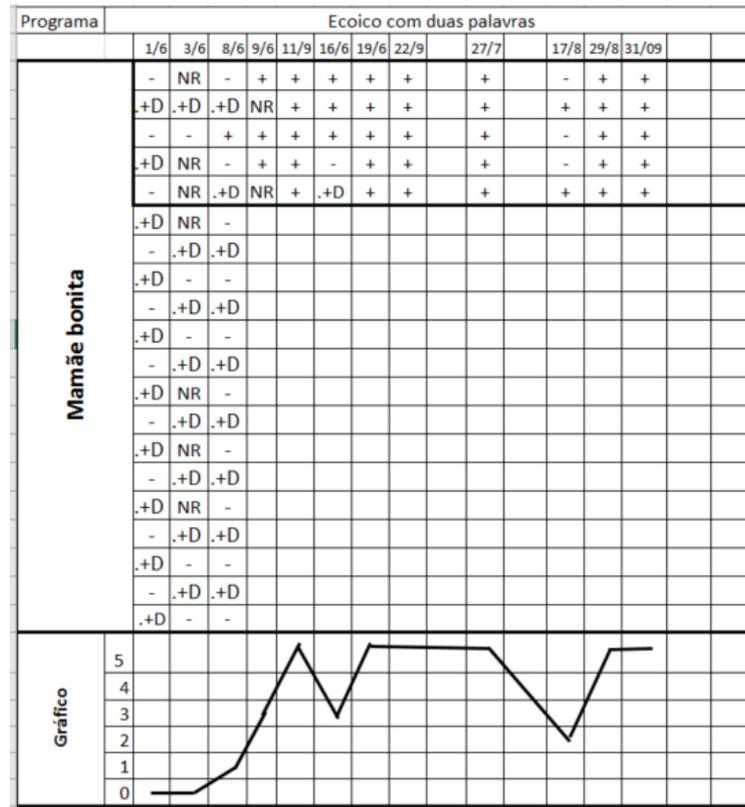


Figura 3 – Imagem de registro de atividade com a ABA

Para o exemplo ilustrado na Figura 3 em cada sessão são feitas cinco tentativas da atividade. Caso ocorra resultado negativo (- ou +D ou NR), o profissional deve repetir outras tentativas, como ocorre nas três primeiras sessões. Caso ocorra resultado positivo (com + e +D), não há a necessidade de realizar tentativas adicionais, como ocorre nas demais sessões. Ao final, o agente realiza um gráfico com o quantitativo de respostas positivas visando avaliar o desempenho da criança. As variações nas respostas negativas vão sendo trabalhadas até que o aprendizado definitivo ocorra, com a resposta correta desejada.

Durante a abordagem, a modelagem de estímulos pode ser utilizada para ajudar o sujeito no início da sessão, até que seja capaz de responder de forma independente (LEAR, 2004). Mesmo com o aprendizado, como frisado, depois de algum tempo, é necessário repetir a atividade para confirmar se o ensinado ainda está consolidado – isso é chamado de manutenção. Caso seja necessária, uma nova intervenção com o mesmo tipo de atividade pode ser feita.

Os programas (ou conjunto de atividades) de ensino devem ser bem organizados. Há um encadeamento no ensino para que as primeiras tarefas sejam basilares e pré-requisitos para tarefas mais refinadas. Como citado anteriormente, os passos devem ser repetidos para que o estudante seja capaz de realizá-los sem a ajuda do professor. Isso ocorre também na realização de ações com habilidades mais complexas.

Por meio desse ensino contínuo e em pequenas etapas, é possível produzir um ritmo acelerado de trabalho e com resultados rápidos e gerenciáveis (LOVAAS, 2002). Esse mecanismo de ensino é chamado de tentativa discreta (LEAR, 2004; J.J. SMITH T, 1993). Como o próprio nome sugere, as atividades são, de fato, bem simples, discretas e feitas por tentativas elementares. Em seguida, podem-se incrementar mais atividades, com base na evolução da criança com TEA. Essas intervenções com a ABA devem ser realizadas por uma equipe multidisciplinar formada por psicólogos, fonoaudiólogos, pedagogos e terapeutas ocupacionais.

Os procedimentos da ABA são combinados para criar programas de aprendizagem cujo objetivo é ensinar estudantes com TEA. Como a ABA sugere, o ensino é direto, estruturado e baseado na contingência. O profissional educador pode auxiliar fornecendo dicas para resposta adequada das atividades. E, no fim, há um reforçador (consequência), caso ocorra resposta especificada. Ao tempo que acontece a intervenção, o profissional educador anota a resposta na folha de registro de atividades da criança.

Nesse contexto, para desenvolver uma intervenção pautada nos princípios da ABA (COOPER; HERON; HEWARD, 2007), é necessária a aplicação sequencial dos itens apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Proposta de uma programação de ensino em ABA

| | Descrição dos critérios |
|---|---|
| 1 | Avaliar o desempenho do estudante |
| 2 | Elaborar atividades personalizadas para cada um deles, com base nos dados analisados em cada avaliação; |
| 3 | Aplicar as atividades registrando os resultados; |
| 4 | Analisar os resultados de cada estudante e |
| 5 | Propor novas atividades a partir da análise dos resultados. |

Ressalta-se que os passos descritos na Tabela 1 são realizados pelo profissional educador, no contexto da equipe multidisciplinar de modo que, sempre que necessário, ele repete esses mesmos processos. Tais procedimentos são organizados dentro do programa de aprendizagem específico de cada criança com TEA.

Alguns trabalhos procuraram formas alternativas de ensinar com ABA. Entre essas estratégias está o ensino com uso de *software*. Tais estudos têm avaliado o potencial do uso de *software* como instrumentos de ensino de habilidades de leitura. Nos trabalhos de (BENITEZ, 2011) e (TENORIO, 2013), avaliou-se a eficiência no uso de *software* para o ensino de repertórios e procedimentos de leitura adaptados. Os resultados são bastante satisfatórios e promissores para a variada população de indivíduos com TEA.

Intervenções com o uso de tecnologias computacionais são enriquecidas pela disponibilização de dicas visuais, em contraste com as atividades desenvolvidas com o uso de

papel e lápis. As dicas visuais são consideradas estratégias fundamentais para a aprendizagem do estudante com TEA. Portanto, os *softwares* viabilizam o uso de cores e luzes, toques na tela, animações, automatizações, dentre outros aspectos (BERNARD-OPITZ V.; NAKAHODA-SAPUAN, 2004; KRANTZ; MCCLANNAHAN, 1998; SAHABANI et al., 2002).

Para se considerar um contexto mais abrangente dos trabalhos relacionados, realizou-se um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), no Capítulo 3. Esse procedimento tem o propósito de avaliar o cenário dos estudos nessa área.

2.4 Considerações do capítulo

Neste capítulo, foram apresentados conceitos necessários para o entendimento do autismo, descrevendo-se seus principais aspectos. Em seguida, na Seção 2.2, foram descritos noções e aplicações da ABA. Na Seção 2.3, foi abordada a educação de estudantes com TEA.

Diante desse cenário, levando em consideração o *software* como ferramenta para o ensino de crianças com autismo, surgiu a necessidade de realização de um estudo sobre estado da arte da área de uso de tecnologias computacionais nesse contexto educativo de alunos com TEA. Assim, no Capítulo 3, apresenta-se essa investigação, com o objetivo de investigar e interpretar as tendências e as lacunas dos avanços no uso desses recursos tecnológicos em tal âmbito.

3 Mapeamento Sistemático da Literatura

Este capítulo apresenta um levantamento de trabalhos sobre o uso de tecnologias computacionais para o ensino de indivíduos com autismo. Para organizar esta etapa, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), o qual tem o propósito de identificar, quantificar e analisar, as tendências e as lacunas dos avanços no uso de tecnologias computacionais para a educação de crianças com TEA. Assim, foi possível ter uma visão da área da pesquisa, estabelecendo evidências do campo pesquisado.

No escopo deste trabalho consideram-se como:

- Ferramentas ou tecnologias computacionais: os dispositivos móveis (*tablets e smartphones*), computadores de mesa (*desktop*) bem como dispositivos tecnológicos vestíveis como relógios, óculos etc;
- Ferramentas para *desktop*: os *software* desenvolvidos para computadores de mesa (por padrão de organização, incluem-se nessa classe os *softwares* para web).

Ao final do capítulo, são apresentados alguns trabalhos relacionados coletados a partir desse MSL. Esses estudos serviram de referência comparativa com a proposta desta pesquisa.

3.1 Pesquisa Bibliográfica Sistemática

Em geral, o passo inicial no processo de investigação científica é a realização de uma Pesquisa Bibliográfica (PB) a qual é responsável pela imersão em referenciais teóricos, trabalhos relacionados e até do "estado da arte", voltado a um tema específico, com vistas ao reconhecimento da fronteira do conhecimento.

Tais investigações não produzem um conhecimento novo. Porém, esse tipo de pesquisa é essencialmente importante para a realização de estudos científicos. Compreende a base ou a fonte de informações, contribuindo para o aumento do domínio do conhecimento do pesquisador sobre determinada linha de análise.

A PB pode ser definida como o estudo de artigos, teses, livros e outros tipos de trabalhos disponibilizados por editoras e indexadas (WAZLAWICK, 2014). Pode ser considerada um levantamento de toda a bibliografia já publicada em revistas, livros, publicações diversas e imprensa escrita (LAKATOS; MARCONI, 2001). Já (PETERSEN S. MUJTABA, 2008) ressalta como consequência do crescimento e evolução de determinada linha de pesquisa, tem um crescimento do número de pesquisas e resultados obtidos. Nesse

sentido, é importante sumarizar e sintetizar determinado conhecimento, pois se pode apresentar uma visão geral da área em investigação. Outro ponto relevante é avaliar o estado da arte de determinado campo, com o propósito de apresentar lacunas a serem exploradas.

Assim, as pesquisas bibliográficas podem ser de quatro tipos: a PB tradicional, as revisões sistemáticas de literatura, as bibliométricas e os mapeamentos sistemáticos de literatura.

- a) Tradicionais: são aquelas que não possuem um processo sistemático definido. A experiência do pesquisador é que orienta a pesquisa. Nesse sentido, não existe garantia de resultados imparciais, podendo haver inclinação para dados que concordam com as hipóteses apoiadas pelo autor.
- b) Revisões: revisões sistemáticas de literatura (RSL) objetivam identificar e avaliar de forma confiável e imparcial todos os trabalhos relevantes sobre determinado assunto. Assim, entrega de forma sintetizada os principais resultados encontrados (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Tem o propósito de identificar e entregar todas as pesquisas relevantes à linha de pesquisa e não somente aquelas que corroboram a hipótese apoiada pelo pesquisador. Outras denominações são *survey*, *review*, levantamento ou panorama.
- c) Bibliométricas: são as que aplicam métodos estatísticos e matemáticos para obtenção de informações quantitativas sobre livros e outros meios de comunicação. Nesse tipo de PB, a relevância de um artigo ou a influência de certo pesquisador a partir do número de citações feitas a determinado trabalho contribui para a obtenção dos dados objetivados.
- d) Mapeamentos sistemáticos da literatura: oferecem uma visão geral da área de estudo, quantificando os resultados. Assim, é possível identificar tendências e lacunas de pesquisas para serem estudadas. Podem ser identificados por outros nomes como mapeamento sistemático de estudos, *overview* ou meta-análise. Outros detalhes serão citados na subseções a seguir.

Para este trabalho foi utilizado o Mapeamento Sistemático da Literatura. Na Seção 3.2, tal metodologia é descrita.

3.2 Mapeamento Sistemático da Literatura

O MSL (ou SLM – Systematic Literature Mapping) é um método de pesquisa secundário, científico, capaz de identificar, interpretar e sumarizar os trabalhos relevantes

para determinada linha de pesquisa, área ou fenômeno de interesse de forma não tendenciosa e replicável (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). É aplicado, normalmente, quando há pouca abordagem sobre determinado tema ou quando o assunto é bastante abrangente. Com isso, oferece uma visão geral da área de estudo para quantificar os resultados (PETERSEN S. MUJTABA, 2008). Por meio dessa visão, é possível identificar tendências de pesquisa ou lacunas a serem estudadas. Na literatura, a nomenclatura pode vir como *overview* ou meta-análise.

Essa metodologia de pesquisa tem como objetivo específico sintetizar as evidências em relação a determinada **Questão de Pesquisa (QP)** pelos estudos primários obtidos. Há diversos motivos para a realização do MSL. Dentre eles podem-se destacar: a necessidade de sumarizar toda evidência empírica sobre determinado tratamento ou tecnologia; a identificação de lacunas na área; a sugestão de pontos de futura investigação (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) e (PETERSEN S. MUJTABA, 2008). A Figura 4 ilustra os passos principais abordados do processo de mapeamento sistemático para execução do MSL e utilizado nesta pesquisa.

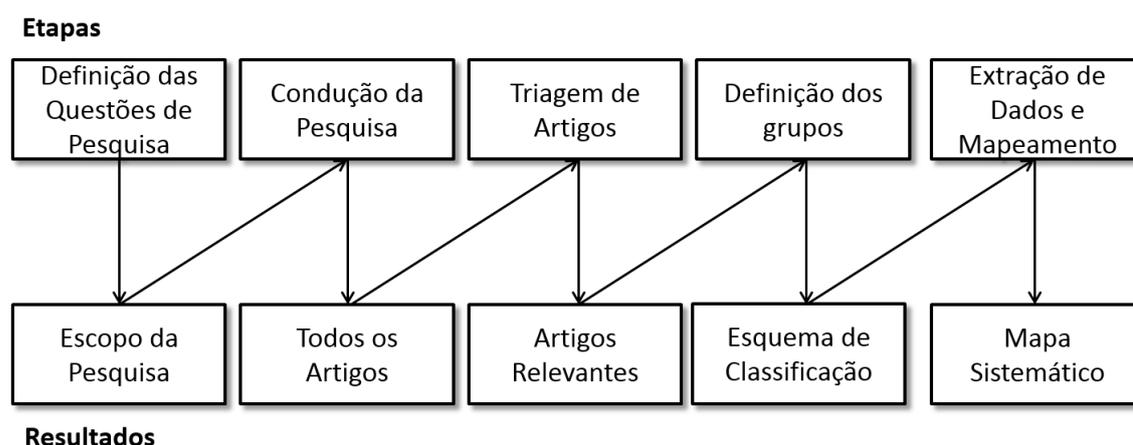


Figura 4 – Processo de mapeamento sistemática - imagem adaptada de (PETERSEN S. MUJTABA, 2008)

O detalhamento da metodologia, ilustrado na Figura 4, será apresentado utilizando o trabalho como exemplo.

3.3 Metodologia aplicada

O procedimento utilizado neste trabalho para a execução do Mapeamento Sistemático da Literatura se baseia nas diretrizes de trabalhos de (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) e de (PETERSEN S. MUJTABA, 2008), que tratam de forma sistemática dos estudos desenvolvidos em uma determinada área do conhecimento. Em seguida, é apresentado um resumo visual dos resultados encontrados. Utilizou-se um protocolo pré-definido, baseado no trabalho de (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). A condução desse MSL se subdividiu

em três etapas: planejamento, execução e sumarização ou resultados ([KITCHENHAM; CHARTERS, 2007](#)).

Na primeira, os pesquisadores devem planejar a execução do estudo. Nesse processo, são definidos os objetivos, as questões de pesquisa, as bases de dados que serão utilizadas, as *strings* de busca a serem aplicadas nas bases de dados, os critérios para inclusão e exclusão dos trabalhos obtidos. Também são elaborados formulários para extração de informações relevantes. A Figura 5 apresenta os componentes necessário para o planejamento.

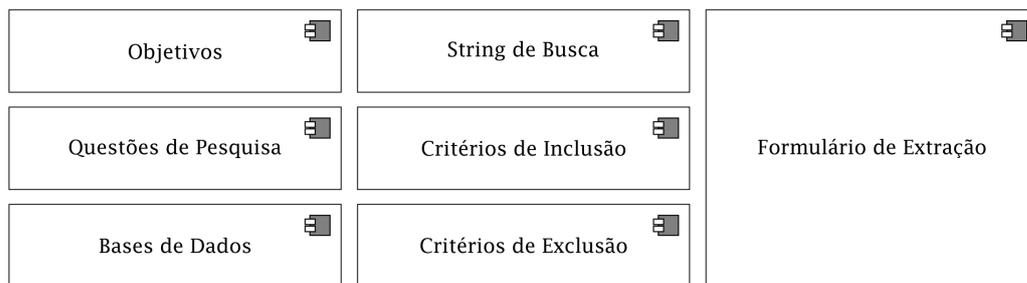


Figura 5 – Primeira etapa do MSL: planejamento - adaptada de ([BRAGA et al., 2016](#))

A execução é representada na Figura 6. Primeiramente, o pesquisador deve aplicar as *strings* de busca nas bases de dados para obter o conjunto de estudos primários. Em Segundo lugar, é necessário aplicar os critérios de inclusão e exclusão, considerando, inicialmente, a leitura do título e do resumo de todos os trabalhos obtidos na busca. Em seguida, é realizada a leitura completa dos textos incluídos na extração de dados relevantes. Além disso, durante a execução, pode ser realizada uma análise das referências presentes nos estudos selecionados, a fim de buscar os correlatos que não foram encontrados nas bases de dados.

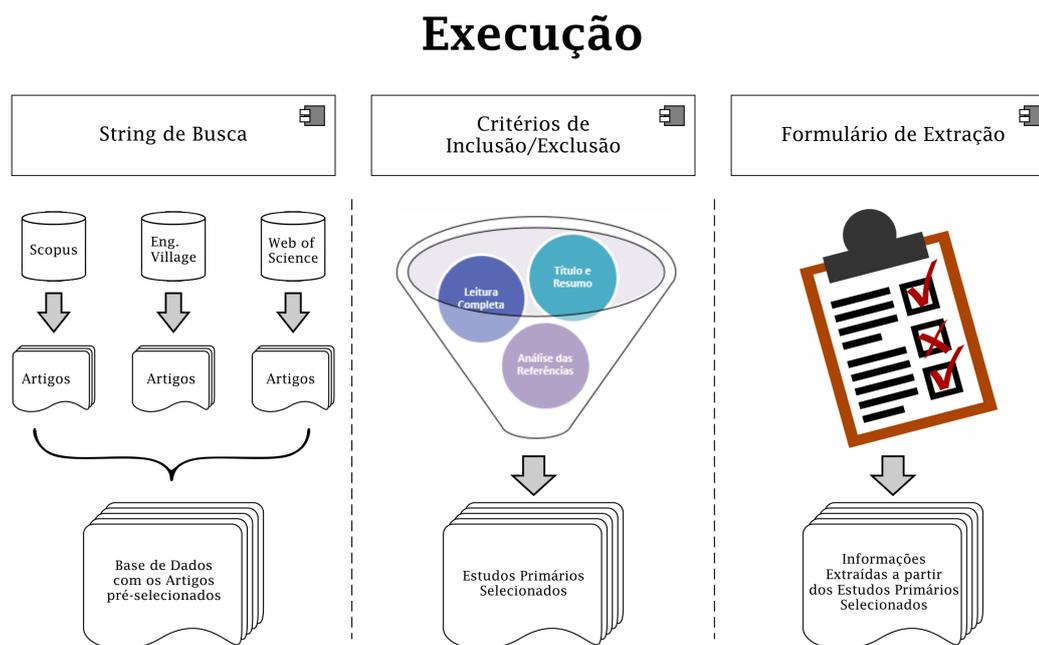


Figura 6 – Segunda etapa do MSL: execução - adaptada de (BRAGA et al., 2016)

Por fim, a terceira etapa é destinada à sumarização dos resultados. Nela, são organizadas as informações em gráficos e tabelas, a fim de facilitar o entendimento do tema pesquisado. Também ocorre a discussão sobre os resultados obtidos, apresentando as principais contribuições do mapeamento sistemático. A seguir será descrito o que foi utilizado em cada uma das fases do MSL.

3.3.1 Planejamento

O planejamento foi realizado de maneira bem orquestrada com base no propósito da pesquisa. Foram realizados testes preliminares a fim de simular ou avaliar se os resultados iniciais são condizentes com o proposto. Caso contrário, poderia se tornar mais complexa a realização de mudança no plano depois da obtenção dos resultados - isso levando em consideração o quantitativo de trabalhos avaliados. Seguem as subetapas do planejamento do MSL.

3.3.1.1 Questões de pesquisa

Para alcançar os objetivos citados, elaboraram-se questionamentos compostos por uma questão principal (QP) e cinco questões secundárias (QS). São elas:

1. **QP1:** Como as ferramentas tecnológicas potencializam o desenvolvimento do ensino de crianças com TEA?

Para suporte às respostas à QP1, foram feitas seis perguntas secundárias, listadas a seguir.

- a) **QS1:** Quais estratégias/abordagens da análise do comportamento para o ensino são utilizadas? (Espera-se identificar, dentre tantos trabalhos selecionados, algumas destas alternativas: ABA, PECS, TEACCH, outras. Ou não identificar estratégia alguma).
- b) **QS2:** Quais plataformas são utilizadas? (As alternativas são *Desktop*, *Mobile*, *Vestível* ou outra).
- c) **QS3:** O sistema utilizado acessa os dados local ou remotamente?
- d) **QS4:** Existem estratégias com uso de inteligência artificial? (O objetivo é verificar se existe algum forma de uso de inteligência artificial nos trabalhos).
- e) **QS5:** A proposta computacional é adaptável às necessidades da criança? (O intuito dessa pergunta é verificar se as ferramentas utilizadas se adéquam ao currículo da criança ou ao estado vigente do sujeito com autismo). Cada criança com autismo tem suas características específicas e, como citado no capítulo anterior, deve ter abordagem com base em seu repertório vigente. Assim, é possível ter um resultado imediato e preciso.
- f) **QS6:** As abordagens com uso de tecnologias são comparadas com a tradicional? (O objetivo específico desta questão é avaliar se as ferramentas são comparadas com o método tradicional de estratégia de ensino).

Com as respostas às questões secundárias, pretende-se chegar à resolução da QP1. Assim, objetiva-se entender a literatura disponível em relação às ferramentas tecnológicas que auxiliam potencialmente o desenvolvimento de ensino de crianças com TEA.

3.3.1.2 Estratégia de busca

A estratégia consiste em formar as *strings* de busca a partir dos termos extraídos de questões de pesquisa. Em seguida, elas são aplicadas nos mecanismos de buscas das bibliotecas digitais ou das bases de dados selecionadas. A seguir as etapas são descritas.

- a) **Strings de busca:** para responder às questões levantadas, inicialmente, foram construídas *strings* que são palavras-chaves do tema da pesquisa. Ressalta-se que essas expressões foram selecionadas com base nas perguntas da investigação. Foi previamente selecionado um número expressivo de sinônimos relacionados aos três grupos de termos chaves deste estudo: autismo, tecnologia e educação. Esses vocábulos foram utilizados em inglês (que é a língua com maior número de trabalhos encontrados nas plataformas pesquisadas). Utilizou-se o operador lógico OR entre os mesmos sinônimos e o operador AND entre as classes de termos de assuntos diferentes. Assim,

separaram-se os grupos de *Strings* (1.tecnologia, 2.autismo e 3.educação) por meio do operador AND. A Tabela 2 demonstra a composição de todos esses conjuntos (1, 2 e 3) de *strings* de busca para o *Scopus*, separados pelo operador AND. O processo foi realizado com aplicação das strings de pesquisa em diferentes bibliotecas, com adaptação ao mecanismo de busca de cada uma delas. As *strings* estão disponíveis em: <https://goo.gl/MwexjG>

Tabela 2 – *Strings* de busca aplicadas às base de dados *Scopus*.

| <i>Scopus - String Completa</i> |
|---|
| TITLE-ABS-KEY ((gadget OR android OR ipad OR tablet OR device portable OR device mobile OR earphone OR app OR "computer application"OR software OR framework OR "computational technology"OR "smart device"OR tool OR "computing technology"OR "Soft Computing"OR "Computing service"OR programs OR "software engineering"OR application OR "ubiquitous computing"OR games OR robots OR "agents touch"OR handheld OR "handheld"OR "assistive technology"OR "augmented reality"OR interface OR 3d) AND (autism OR "autism spectrum disorder"OR asd OR autistic OR adhd OR "Attention Deficit"OR "Hyperactivity Disorder"OR "behavior problems"OR "functioning autism"OR "asperger syndrome"OR "Childhood Disintegrative Disorder"OR "Pervasive Developmental Disorder") AND (educational OR alphabetized OR "to literate"OR educate OR literate OR learn OR learning OR teach OR training OR instruct OR discipline OR assisting OR school OR intervention speech OR empowerment)) AND PUBYEAR > 2010 |

- b) **Base de dados:** As *strings* foram submetidas às seguintes bases de dados científicas: *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* e *APA*. A escolha por apenas essas é justificada pela aderência ao tema investigado e pela disponibilização dos artigos integralmente de forma gratuita. O período limitante considerado na pesquisa foi 2011 a 2016.

3.3.1.3 Critérios de seleção dos trabalhos

Após a obtenção dos artigos nas bases de dados científicas, foram aplicados critérios avaliativos em cada um. Esses aspectos, listados na Tabela 3, são aplicados para selecionar os textos a partir do resultado da coleta das bases de dados citadas. Considerando apenas os trabalhos primários, os selecionados foram apenas aqueles que estavam de acordo com o critério de inclusão (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Uma exigência relevante é que o trabalho esteja disponível integralmente em base de dados. Isso significa que ele deve estar livre integralmente para *download* para a comunidade científica em geral. Optou-se, por questão de limitação e de otimização da pesquisa, apenas pela inclusão de artigos em inglês, português e espanhol.

Tabela 3 – Critérios de inclusão e exclusão.

| Id | Descrição dos critérios |
|-----------|---|
| CI-1 | Trabalho aborda tecnologias computacionais que apoiem o ensino de criança com TEA |
| CI-2 | Trabalho foi publicado e está disponível integralmente em base de dados científica para visualização e/ou <i>download</i> . Idiomas considerados: inglês, espanhol e português. |
| CE-1 | Trabalho não aborda tecnologias que apoiem o ensino à criança com TEA |
| CE-2 | Trabalho não disponível em formato digital ou impresso |
| CE-3 | Estudos incompletos ou somente em resumos ou em apresentação também serão desconsiderados |
| CE-4 | Trabalho não estar em inglês, espanhol ou português. |

3.3.1.4 Formulário de extração

Tal item foi criado baseado nas questões da pesquisa. Corresponde, de fato, às perguntas de investigação e às respectivas opções de respostas. O formulário foi aplicado na etapa de execução, após a seleção, e objetiva encontrar os resultados quantitativos para essas indagações.

As opções de respostas já foram citadas juntamente às questões, na Seção 3.3.1.1, de modo que será redundante colocá-las novamente aqui.

3.3.2 Execução

Nesta segunda etapa, foi posto em prática o que foi planejado na fase anterior. Aplicaram-se as *strings* de busca nas bases de dados científicas citadas. O resultado da busca foi um conjunto composto por 3.855 artigos pré-selecionados no formato bibtext. Logo em seguida, os arquivos nesse tipo foram inseridos na ferramenta utilizada para auxiliar todas as etapas de construção do MSL, chamada de *The End*. Outros detalhes sobre esse instrumento podem ser encontrados no trabalho de (BRAGA et al., 2016). Com isso, realizaram-se todas as etapas de maneira sistematizada e colaborativa entre os autores do trabalho. A Figura 7 destaca a página inicial do mapeamento selecionado na referida ferramenta.

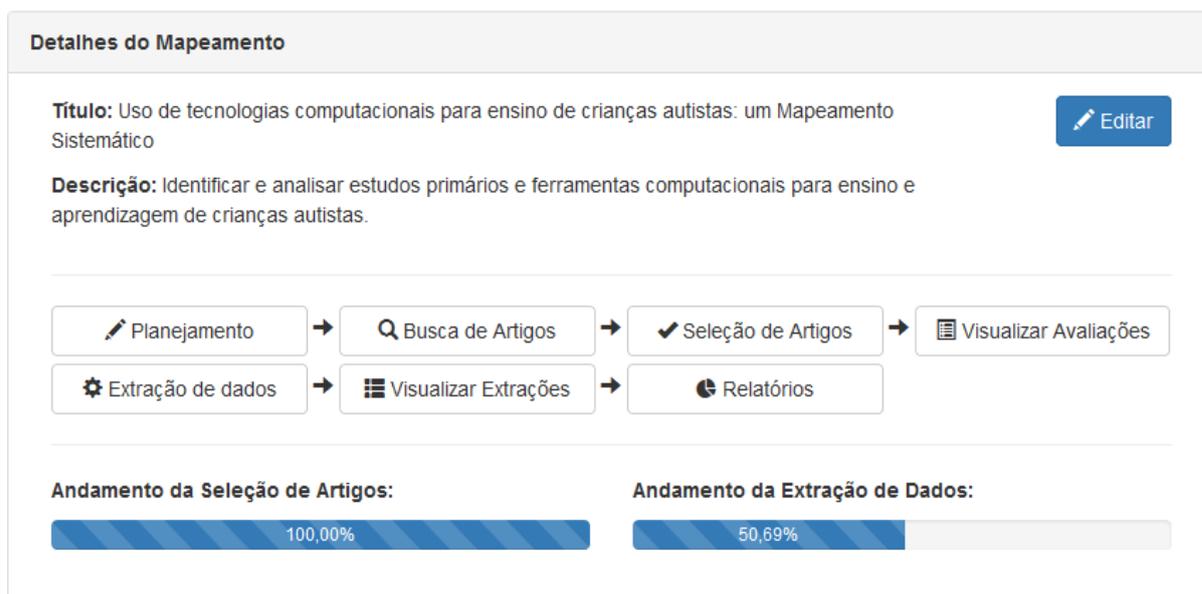


Figura 7 – Tela da ferramenta The End

Na Figura 7, ilustra-se que o citado recurso possibilita a realização de todas as etapas do MSL desde o Planejamento até a execução, com os botões "Buscar Artigos", "Seleção de artigos", "Visualizar Avaliação", "Extração de Dados", "Visualizar Extrações" e, por fim, a opção de visualizar "Relatórios", fechando a fase final de sumarização. O link da ferramenta está disponível em: <https://goo.gl/yn7CBK>.

Após o planejamento, dois pesquisadores (A e B) realizaram a seleção, utilizando os critérios de inclusão e de exclusão de artigos. Para essa escolha, realizou-se a leitura do título e do resumo dos trabalhos obtidos na busca. Caso fosse necessário, também seria feita a leitura completa do texto. O resultado dessa etapa foi **218 artigos** selecionados. Ressalta-se que essa quantidade bem inferior, comparada com o número inicial de artigos coletados, nas bases de dados é coerente. Isso porque ocorreu a remoção de estudos duplicados sendo consideradas apenas as tecnologias computacionais especificadas no protocolo criado na etapa de planejamento.

Vale ressaltar, com base em (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), que, após a seleção de cada participante (A e B), ocorreu um passo intermediário, que é o confronto dessas seleções. Essa atividade é relevante porque possibilita reduzir os vieses nas seleções de modo que os artigos que divergiram, serão reavaliados. Os sujeitos se reuniram, discutiram e entraram em consenso sobre a escolha. Assim, cada um fez sua justificativa, e ambos, em seguida, entraram em acordo definindo se o trabalho deveria ser aceito ou não. Se fosse necessário, um terceiro pesquisador (C) poderia reavaliar os casos em que A e B não chegassem a um acordo.

Com objetivo de qualificar este trabalho, realizou-se uma análise de concordância entre os resultados obtidos pelos participantes. Para isso, os pesquisadores A e B realizaram

um teste *Kappa* (DIXON; MASSEY, 1957), o qual possibilita determinar o grau de concordância e assegurar a confiabilidade dos critérios de inclusão e de exclusão - ou seja, quanto maior o nível de concordância, maior a confiabilidade dos resultados. As divergências foram solucionadas por meio de discussão entre os pesquisadores. Dessa forma, dos 230 trabalhos que foram pré-selecionados, em 12 houve discordância quanto à seleção. Esses 12 foram reavaliados por um terceiro pesquisador C, que decidiu pela exclusão dos artigos, totalizando, assim, 218 aceitos.

Após a seleção, esses escolhidos foram utilizados para responder às questões de pesquisa definidas no protocolo do MSL. Eles foram lidos por completo pelos pesquisadores sendo os formulários de extração preenchidos em seguida. Nesse contexto, obtiveram-se as informações relevantes para a sumarização dos dados (próxima etapa).

3.3.3 Sumarização

Nesta última etapa do MSL, é possível cruzar duas questões do formulário e gerar gráficos de bolhas dessas perguntas, ilustrando informações relevantes sobre a linha de pesquisa. Assim, com o objetivo de ilustrar potenciais pontos de uma futura investigação. Além disso, é possível apresentar o mapa da área com gráficos de bolhas bidimensionais, no qual o diâmetro de cada bolha é determinado pela quantidade de publicações correspondentes às coordenadas (X,Y). Dessa maneira, visualizam-se as tendências e as lacunas por meio desses esquemas gerados. Além disso, é possível gerar outros gráficos auxiliares com dados sumarizados e organizados após os processos de seleção e de extração.

O objetivo das informações dispostas nesses gráficos e tabelas gerados é demonstrar quantitativamente um mapa das informações e visualizar as respostas para as questões da pesquisa. Para efeito estrutural, os resultados deste trabalho foram organizados na próxima Seção. A lista com os artigos aceitos e com detalhes dos dados sumarizados está disponível neste link: <https://goo.gl/Nm2rHP>.

3.4 Resultados do MSL

Os resultados obtidos no MSL são apresentados e discutidos objetivando tratar as questões de investigação da metodologia aplicada. Inicialmente, ilustra-se, por meio da Figura 8, um gráfico com a distribuição desses trabalhos pelas base de dados escolhidas na janela de seis anos, como já citado, de 2011 a 2016.

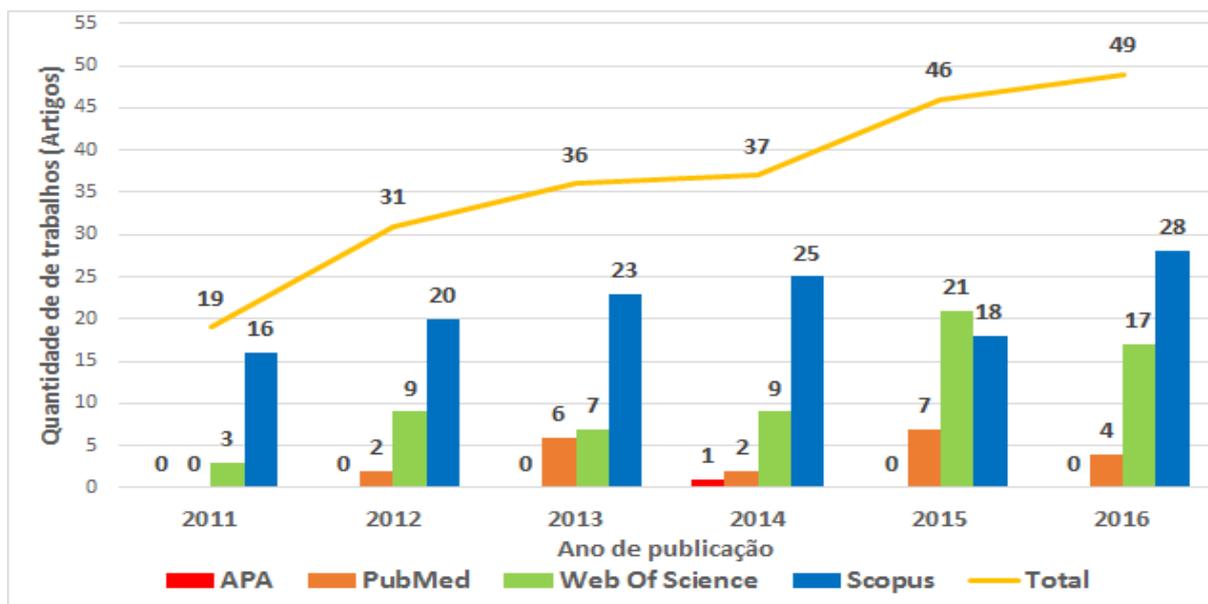


Figura 8 – Distribuição de artigos por base de dados e ano de publicação.

A linha contínua da Figura 8 apresenta o total de artigos publicados por ano. Esse aumento significativo sugere que o assunto, para esta linha de pesquisa, é um tema de interesse da comunidade científica - isso devido ao crescimento considerável observado, passando de 19 trabalhos em 2011 para 49 no ano de 2016. Assim, reforça-se o potencial do uso de tecnologias para ensino de crianças com autismo nas pesquisas durante esse período. Vale destacar que, em paralelo, várias ferramentas tecnológicas evoluíram durante esse mesmo espaço de tempo, e isso também contribuiu para o crescimento das investigações nessa área.

Outra observação pertinente se refere às informações relacionados às bases de dados. A *Scopus*, por ser um repositório de artigos e trabalhos científicos de grande relevância, aparece com maior quantitativo de trabalhos. Por outro lado, a APA e a PubMed, mais direcionadas para a área da saúde, possuem poucas publicações sobre o uso de tecnologias para o ensino de crianças com TEA. Isso pode ser previsível, mas pode evidenciar para os profissionais desse campo a necessidade de trabalhar mais nessa linha de pesquisa. A seguir, são trazidas as respostas para as questões.

QS1: Quais estratégias/abordagens da análise do comportamento para o ensino são utilizadas?

Ao analisar o uso de abordagens (ou estratégias) que dão suporte ao ensino de crianças com TEA, na Figura 9, nota-se que há 185 trabalhos que não citam (ou seja, não utilizam) uma estratégia educativa para esses sujeitos. Apenas 35 fazem uso de alguma abordagem de ensino diferenciada (ABA, PECS, TEACCH ou outra) para tais alunos. Vale ressaltar que, segundo a literatura, é importante o uso de uma perspectiva de ensino diferenciada (HOWARD et al., 2005; VIRUES-ORTEGA, 2010; ROGERS, 2014). Uma

criança com TEA possui características peculiares se comparada com uma neurotípica (pessoas que não estão no espectro do autismo). Nesse cenário, presume-se uma lacuna para trabalhos futuros.

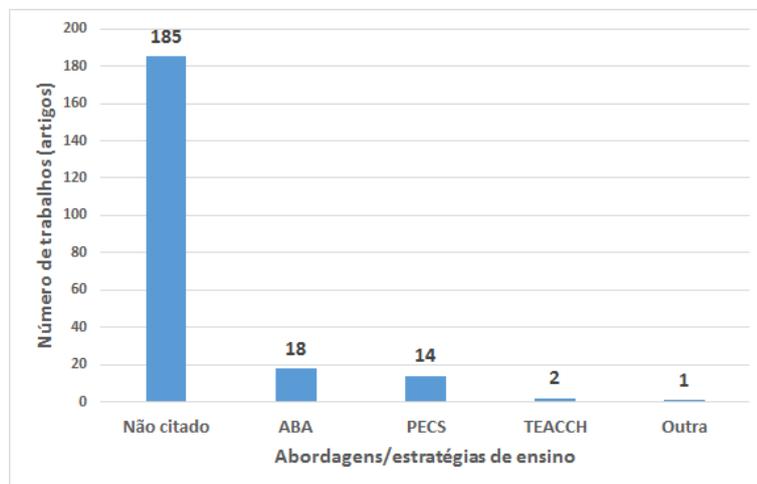


Figura 9 – Número de abordagens/estratégias tratadas nos artigos.

QS2: Quais plataformas computacionais são utilizadas?

Na análise dos resultados na Figura 10, a seguir, observa-se que a maior quantidade de plataformas utilizadas são as tecnologias móveis (60%).

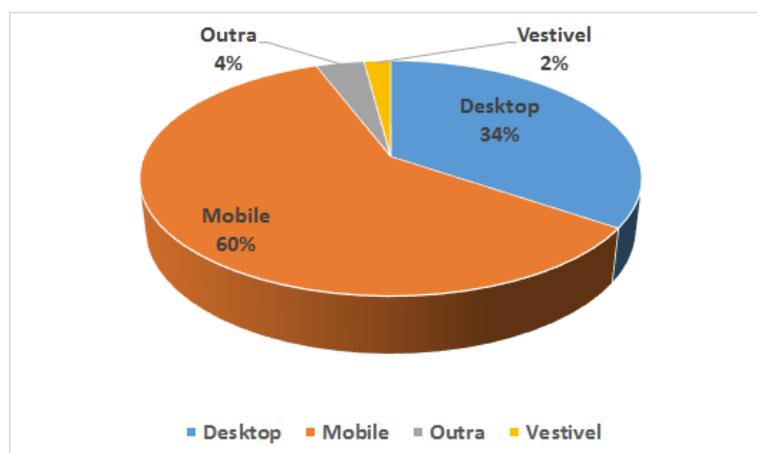


Figura 10 – Quantitativo por plataformas computacionais utilizada.

Considere-se, neste trabalho de mestrado, que ferramentas *desktop* são os sistemas feitos para rodar apenas em computadores (PCs, notebooks e outros) como as aplicações *web*.

Outra análise que pode ser feita é a relação de plataformas computacionais por ano, aspecto ilustrado na Figura 11: observa-se que o número de artigos que trabalham com dispositivos móveis (*mobile*) vem crescendo gradualmente nos últimos 4 anos, de 19 para 41 trabalhos. Em uma visão mais simplista, esse cenário é esperado principalmente

por causa do crescimento do uso dos dispositivos móveis nos diversos setores da sociedade. Já os números para *desktop* variam entre 10 e 17 textos.

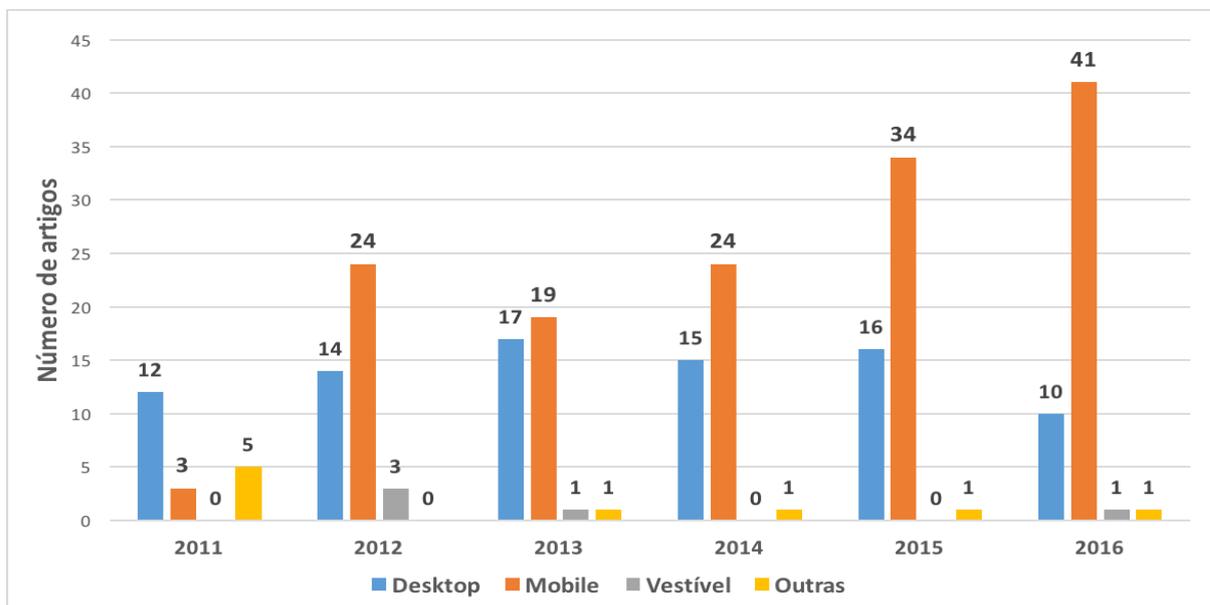


Figura 11 – Quantitativo de plataformas computacionais utilizadas por ano

QS3: O sistema utilizado acessa os dados local ou remotamente?

O propósito desse questionamento é descobrir qual abordagem é mais utilizada para acessar os dados das ferramentas: acesso local ou acesso remoto. Contextualiza-se, para este trabalho, que a forma acesso local significa acessar uma base de dados apenas localmente na respectiva ferramenta (ou dispositivo). Já modo de acesso remoto, por definição, significa que a aplicação acessa sua base de dados de forma remota. Partindo desses princípios, na Figura 12, verifica-se que há uma quantidade considerável de trabalhos, com 47% (110 artigos) que acessam os dados apenas no próprio dispositivo, de forma local. Já especificamente, dentro do universo das tecnologias móveis (total de 146 trabalhos), 49% (72 textos) desse tipo de dispositivo ainda trabalham de forma local, sem acessar uma base de dados remota.

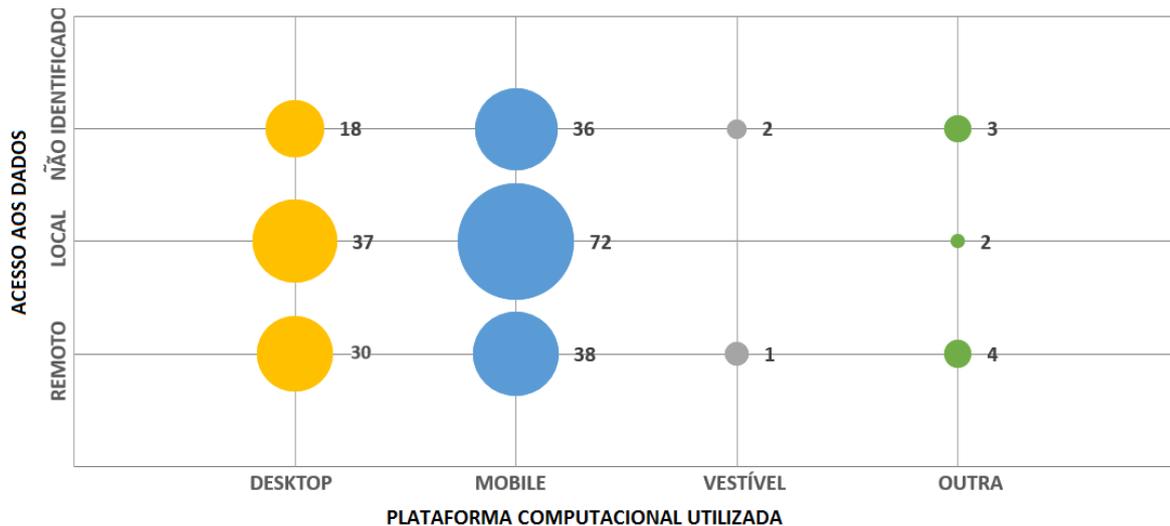


Figura 12 – Comparativo entre abordagem de acesso local e remoto com a plataforma tecnológica

QS4: Existem estratégias com uso de inteligência artificial (IA)?

Essa questão foi incluída neste estudo com o objetivo de avaliar o cenário do uso de IA na abordagem da utilização de tendências para o ensino de criança com TEA. Além disso, tratar sobre uso de recursos do tipo pode sugerir novas possibilidades de pesquisas, inclusive para a evolução deste trabalho utilizando IA. Diante do exposto, ao observar a Figura 13, verifica-se pouca utilização de inteligência artificial, com 12 textos - apenas 6%. Diante disso, faz-se necessário realizar uma avaliação mais aprofundada e avaliar sobre baixa utilização de IA em tecnologias computacionais para o ensino de crianças autistas.

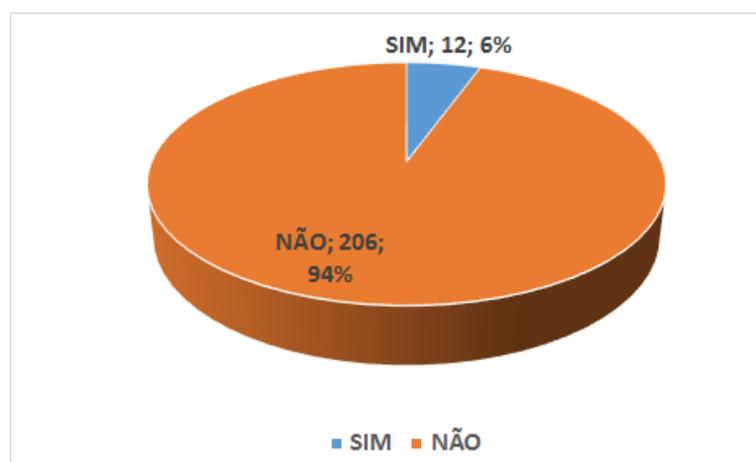


Figura 13 – A Estratégia utilizada faz uso de inteligência artificial?

Outra análise preliminar, agora visualizada na Figura 14, comparando o uso de IA com a plataforma e com as abordagens/estratégias de ensino, verifica-se também o baixo percentual de utilização desses recursos em todos os casos. Um exemplo é a plataforma *Mobile*, com apenas sete fazendo uso de IA, enquanto 138 não o faz.

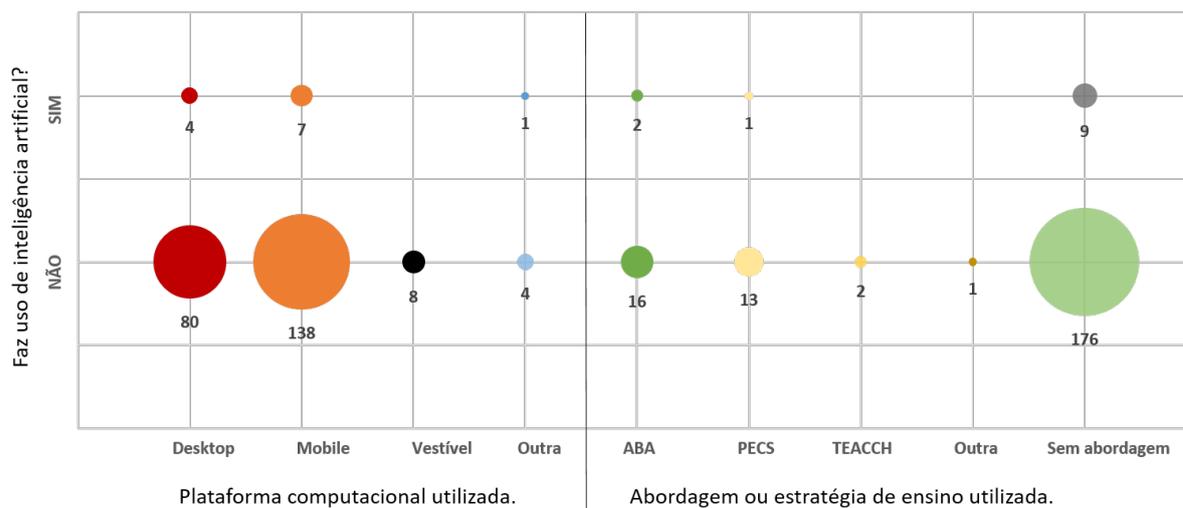


Figura 14 – Comparativo com uso de inteligência artificial com: plataforma computacional e abordagem de ensino.

QS5: A proposta computacional é adaptável às necessidades da criança?

Por meio do gráfico gerado, disposto na Figura 15, tem-se uma perspectiva do quantitativo de trabalhos que apresentam ferramentas que permitem adaptação de atividades conforme o nível de desenvolvimento da criança. A maioria dos trabalhos (87%), ou 189 artigos, não permite personalizar as tarefas com base no currículo de cada aluno com autismo. Ressalta-se que, em uma ferramenta computacional customizável, é possível personalizar as práticas. Assim, é possível construir ações compatíveis com o desenvolvimento de cada indivíduo, evitando aquelas desnecessárias ou que são avançadas para seu estado atual.

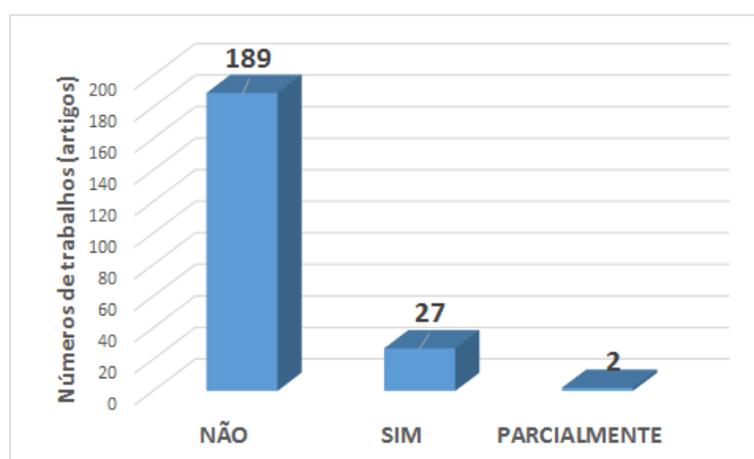


Figura 15 – Número de trabalhos que apresentam ferramenta computacional adaptável às necessidades ou ao desenvolvimento da criança.

A Figura 16 ilustra a evolução do número das ferramentas adaptáveis, das que o são e das que são em partes (que há limitação para adaptação). Observa-se o a baixa taxa

das adaptáveis da janela de tempo da pesquisa dos seis anos, com valores entre três a sete. Vale reforçar que os instrumentos adaptáveis, por definição, são aqueles que possibilitam ao profissional educador, elaborar atividades conforme o nível de aprendizado da criança, adequando-as ao seu currículo vigente.

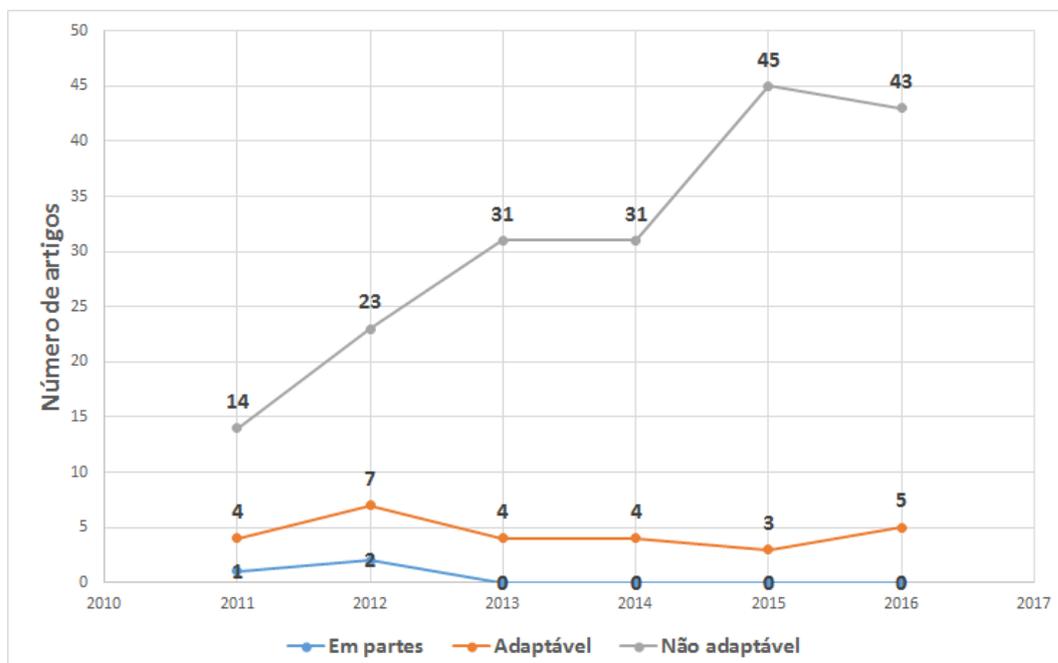


Figura 16 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional adaptável de acordo com nível de desenvolvimento da criança

Dessa maneira, pode-se construir atividades compatíveis com o desenvolvimento de cada indivíduo, evitando práticas desnecessárias, incompatíveis com o currículo ou que sejam avançadas para o estado atual do aluno. Assim, visualiza-se que o número de trabalhos sobre as ferramentas não adaptáveis teve um crescimento de 14 para 43 trabalhos, no intervalo de 2011 a 2016.

Analisando por outra óptica, é possível relacionar a adaptação da ferramenta de acordo com o nível da criança com outros três questionamentos. São eles:

- i) É realizada a proposta de uma ferramenta computacional?
- ii) O instrumento alcança resultados melhores do que as abordagens tradicionais?
- iii) Qual a faixa etária considerada?

Primeiramente, a Figura 17 ilustra um gráfico comparativo entre trabalhos que abordam a adaptação ao nível do indivíduo com TEA e aqueles com proposta de ferramenta computacional.

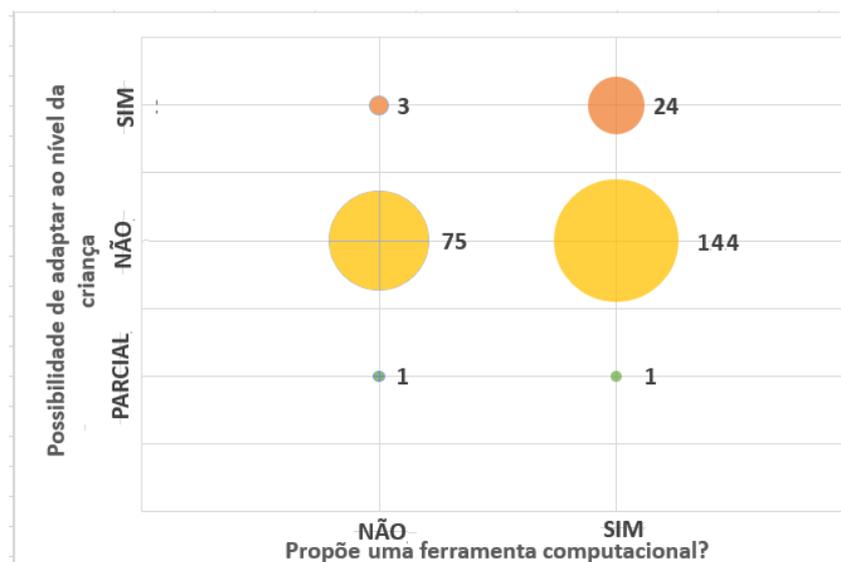


Figura 17 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança relacionado a uma proposta uma ferramenta computacional.

Diante dos valores apresentados na Figura 17, especificamente, pode-se avaliar que na opção adaptável ao nível da criança (de 27 trabalhos), 24 (SIM) são proposta que apresentam novas ferramentas computacionais. Ou seja, dos que propõem instrumentos adaptáveis, a maior parte vem em ferramentas propostas. Já a Figura 18, a seguir, traz um gráfico comparativo entre artigos que abordam a adaptação ao nível do indivíduo com TEA e trabalhos que realizam comparativo com o método tradicional.

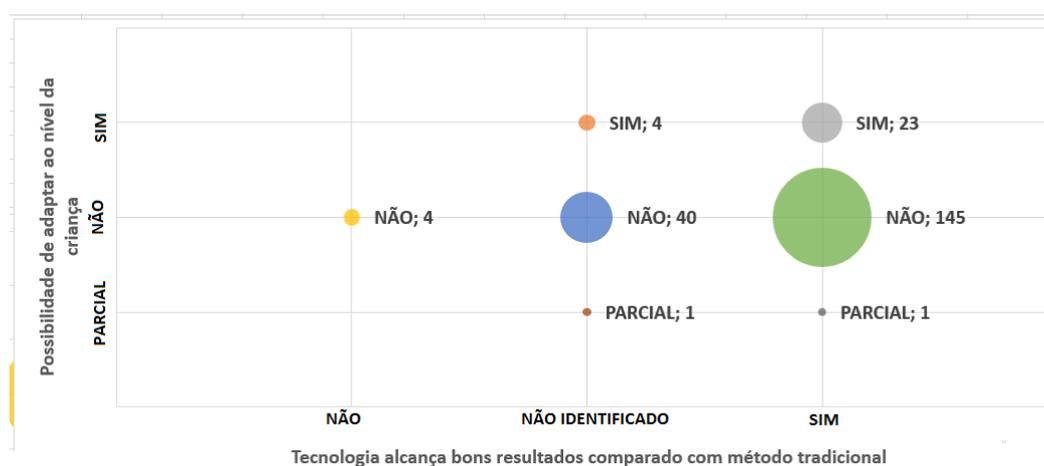


Figura 18 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança em comparação ao método tradicional

No cenário do gráfico da Figura 18, há um dado relevante: dos trabalhos realizados com adaptação ao nível de desenvolvimento da criança (dos 27 textos), 23 (SIM) obtiveram resultados equivalentes ou superiores ao método tradicional (sem uso de tecnologias).

Outro ponto significativo em relação ao repertório vigente da criança com TEA é

levar em consideração a idade dela. Para este trabalho de mestrado, adotou-se a convenção da Organização Mundial da Saúde - OMS (OMS, 1993) para idades (em anos) que compreendem: infância, de 0 a 11 anos; adolescência, de 12 a 21 anos; adulto, acima de 22 anos. A Figura 19 a seguir ilustra número de textos na relação nível da criança com a faixa etária.

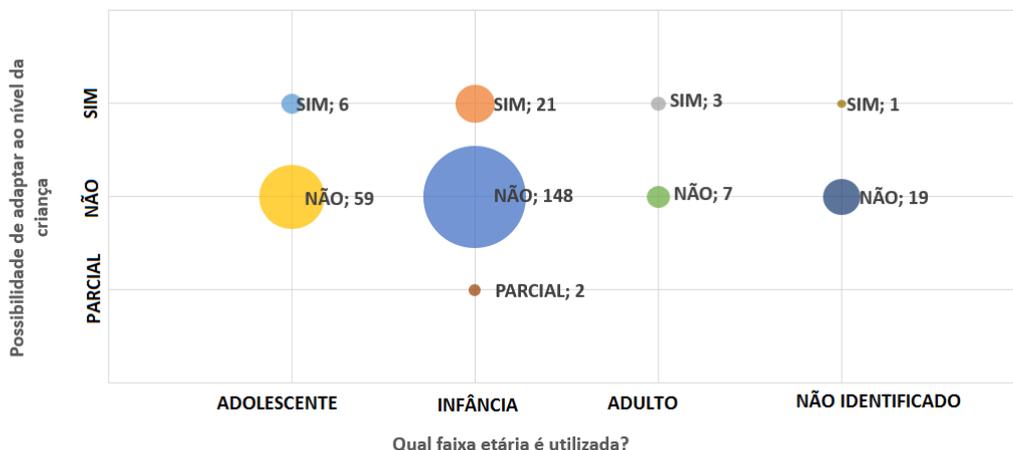


Figura 19 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança relacionando a faixa etária.

Observa-se, pela Figura 19, que, dos 31 trabalhos que possibilitam (SIM) adaptação ao nível da criança, 21 são para a faixa etária da infância (até 11 anos de idade). Além disso, tendo agora como ponto de partida no mesmo o gráfico da Figura 20, há uma expressiva quantidade de artigos que abordam tecnologias computacionais para faixa o nível infantil (0 a 11 anos) com 171 textos.

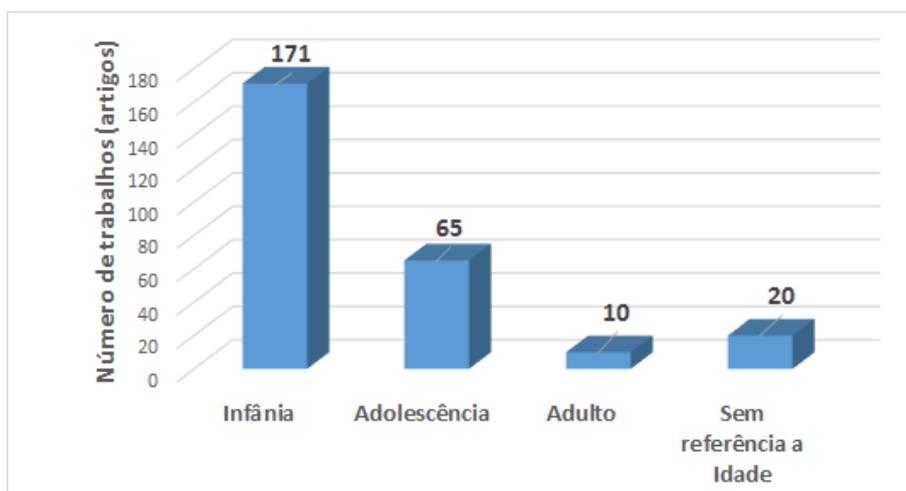


Figura 20 – Número de artigos que apresentam ferramenta computacional de acordo com nível de desenvolvimento da criança fazendo relação com a faixa etária

QS6: Nas abordagens com uso de tecnologias, é comparado com a tradicional?

Examinando o gráfico da Figura 21, pode-se avaliar que a tecnologia utilizada alcança bons resultados - com 169 trabalhos ou 77% do total. Isso se dá quando é comparada com a forma tradicional de ensino sem o uso de ferramentas computacionais.

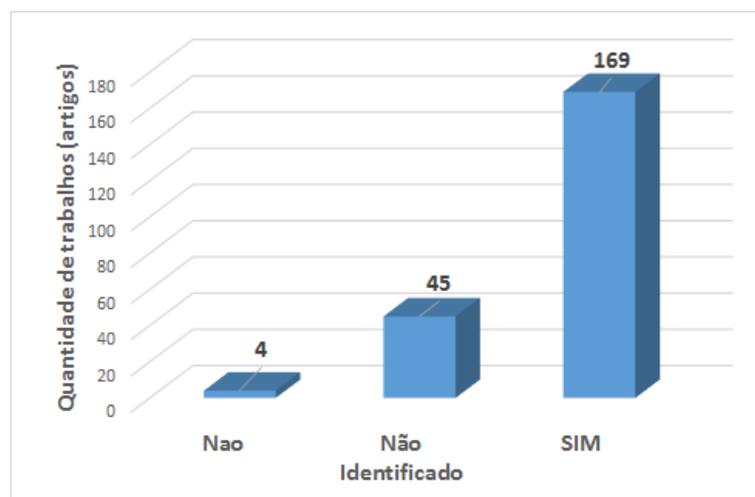


Figura 21 – A Tecnologia alcança bons resultados quando comparada com o método tradicional?

QP: Como as ferramentas tecnológicas potencializam o desenvolvimento do ensino de crianças autistas?

O analisado MSL teve por objetivo principal identificar de que forma as ferramentas tecnológicas potencializam o desenvolvimento do ensino de crianças com TEA. Tais instrumentos foram avaliados levando-se em consideração alguns aspectos. São eles: i) tipo e abordagens de ensino utilizadas; ii) as plataformas computacionais utilizadas; iii) o modo como as ferramentas acessam os dados(local ou remotamente); iv) se é utiliza estratégia com IA; v) se a ferramenta é adaptável ao repertório ou às necessidades da criança; vi) comparado com faixa etária da criança; e vii) se há comparação com metodologia tradicional de ensino para criança com TEA.

Por meio desses aspectos, distribuídos em seis quesitos, foi possível fornecer uma visão geral do tema pesquisado e identificar lacunas e oportunidades de futura investigação. Foram aceitos 218 trabalhos após seleção e algumas respostas às questões secundárias sustentam conclusões para responder à QP. Identificou-se que houve um crescimento de 157% de estudos de 2011 até 2016 relacionados ao tema do MSL. Além disso, percebeu-se que a maioria dos artigos (185) não faz uso de estratégia específica para o ensino de criança com TEA (ABA, PECS etc). Outro dado significativo é que 60% deles utilizam plataforma *mobile*. Desses, cerca de 90 trabalhos trazem uma proposta de uma nova ferramenta computacional. Ainda dentro do conjunto das bases *mobiles*, 65% deles trabalham com acesso a dados localmente, conforme traz a Figura 12.

Por outro lado, verificou-se uma lacuna com trabalhos envolvendo IA – apenas 6%

dos trabalhos. Dos artigos selecionados no referido MSL, cerca de 87% são de trabalhos sobre ferramentas computacionais que não possibilitam personalizar as atividades. Já em relação à idade, verificou-se que a maioria dos textos trata da faixa etária de crianças, com 171 artigos. Isso ressalta a importância de priorizar o ensino de sujeitos com TEA na idade adequada. Em geral, há um cenário com possibilidades para outras avaliações em relação às informações extraídas desses mapas.

Diante disso, foi possível levantar, numericamente, como as ferramentas possibilitam o desenvolvimento do ensino de crianças autistas. Como frisado, verifica-se que o número de trabalhos com ferramentas tecnológicas cresceu significativamente nos últimos seis anos. Apenas uma base de dados consultada não apresentou representativa evolução o que é justificável por se tratar de uma base restrita a determinada área, a Psicologia.

Avaliando os resultados em todas as questões secundárias, as ferramentas tecnológicas expostas neste trabalho possibilitam o desenvolvimento do ensino de alunos com autismo. Ressalta-se como fator pertinente a evolução das tecnologias móveis. Outro elemento importante das pesquisas que propõem novos instrumentos, diz respeito ao fato de que elas, em sua maioria abordam sobre personalizar as atividades de acordo com o nível de desenvolvimento do sujeito.

Por fim, vale ressaltar ainda, algumas lacunas nas investigações, com poucos trabalhos com IA e a necessidade de mais utilização de abordagens ou estratégias de ensino (como a ABA e TEACCH). Dessa forma, o tratado MSL contribui para visualizar numericamente (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN S. MUJTABA, 2008) os trabalhos na linha de tecnologias computacionais para o crescimento de crianças com autismo. Assim, as ferramentas potencializam a educação de alunos com TEA. Isso se deve, por exemplo, ao aumento do uso de *tablet*, que incrementa o processo de aprendizagem, uma vez que o indivíduo demonstra mais interesse por esse tipo de dispositivo. Isso pode ser relacionado ao crescimento do número de propostas por esses ambientes. E as propostas relevantes de trabalhos relacionados foram levantadas e comparadas com a proposta deste estudo.

3.5 Trabalhos relacionados

O uso de software para incentivo ao desenvolvimento do estudante com autismo vem sendo bem-sucedido em pesquisas nos últimos anos (ARESTI-BARTOLOME; GARCIA-ZAPIRAIN, 2014). Após realizar o MSL, avaliaram-se diferentes propostas de software desenvolvidas para auxiliar o ensino de alunos com TEA. Entre os desenvolvidos para uso em *desktop* estão: Mestre, ProgLeit, GEIC, PELPS (HAYDU, 2014) e ABCD SW (BUZZI et al., 2012). Desses, apenas o último permite que o profissional educador crie novas atividades personalizadas às necessidades de cada discente. Dentre os softwares

voltados para uso em *tablet* estão: iCAN (CHIEN et al., 2015), Go-Go-Games (HINIKER; DANIELS; WILLIAMSON, 2013), MOSOCO (ESCOBEDO et al., 2012), DISSERO (HANI; ABU-WANDI, 2015), SCALA (PASSERINO; AVILA; BEZ, 2010) e ABC Autismo (FARIAS; SILVA.; CUNHA, 2014).

Os softwares desenvolvidos especificamente para *tablets e smartphones* são conhecidos, também, como *apps* (sigla que vem do inglês *application*). Ressalta-se que esta pesquisa tem foco no uso de dispositivos móveis (*tablets*) e seus aplicativos para auxílio a estudantes com TEA. Portanto, são detalhadas a seguir as soluções voltadas para uso nesses tipos de aparelhos. O iCAN é um *app* para *tablet* baseado na prancha visual de comunicação PECS (Picture Exchange Communication System) e é utilizado para auxiliar comunicação de crianças autistas não verbais. O SCALA auxilia o estudante com TEA na comunicação alternativa, sendo também baseado na prancha visual de comunicação PECS. O Go-Go-Games apresenta um jogo para *tablet* utilizado como terapia para apoiar educação de sujeitos autistas. O MOSOCO é um *app* para dispositivos móveis que auxilia esses indivíduos para que pratiquem habilidades sociais em situações reais. Já o DISSERO é também um *App* que visa melhorar a cognição das crianças e as suas habilidades sociais, aumentando o processo de aprendizagem. O ABC Autismo é um aplicativo para *tablet* que possui atividades (de diferentes níveis) que auxiliam no processo de alfabetização desses discentes.

Já o ABCD SW é um software *web* concebido para uso em *desktop*, no qual o tutor cria atividades com base no desempenho do estudante. Seu foco é auxiliar o processo de aprendizagem de estudantes com TEA. Por ser um *software web*, o ABCD SW pode ser acessado por meio do navegador *web* do aparelho. Entretanto, por não ser uma aplicação nativa do *tablet*, o ABCD SW não oferece a precisão de toques na tela *touch*, conforme é observado nos *apps* desenvolvidos especificamente para tal dispositivos.

Por outro lado, a proposta desta pesquisa trás um ambiente digital – o mTEA – que possui como diferenciais todas as características ausentes nos demais trabalhos relacionados. A Tabela 4, a seguir, resume as principais características dessas ferramentas, comparando com o proposto nesta pesquisa, o mTEA.

Nesse cenário, constatou-se que nenhum dos estudos relacionados reúne em uma mesma solução as seguintes características:

- a) Elaboração de atividades pelo profissional educador de acordo com o currículo e a necessidade de cada estudante com TEA - sem requerer conhecimentos avançados em computação;
- b) Realização das tarefas com uso de *tablet* explorando as funcionalidades da tela *touch*;
- c) Acompanhamento da evolução do desempenho de cada aluno com TEA.

Tabela 4 – Trabalhos relacionados

| Trabalhos | <i>Desktop</i> | <i>Tablet</i> | Atividades personalizadas |
|--|----------------|---------------|---------------------------|
| Mestre, ProgLeit et al (HAYDU, 2014) | SIM | NÃO | NÃO |
| ABCD SW (BUZZI et al., 2012) | SIM | NÃO | SIM |
| iCAN (CHIEN et al., 2015) | NÃO | SIM | NÃO |
| Go-Go-Games (HINIKER; DANIELS; WILLIAMSON, 2013) | NÃO | SIM | NÃO |
| MOSOCO (ESCOBEDO et al., 2012) | NÃO | SIM | NÃO |
| DISSERO (HANI; ABU-WANDI, 2015) | NÃO | SIM | NÃO |
| SCALA (PASSERINO; AVILA; BEZ, 2010) | NÃO | SIM | NÃO |
| ABC Autismo (FARIAS; SILVA.; CUNHA, 2014) | NÃO | SIM | NÃO |
| mTEA | SIM | SIM | SIM |

Assim, esta pesquisa propõe o ambiente digital mTEA, que reúne todas as características citadas acima.

3.6 Considerações do Capítulo

O MSL tem o propósito de realizar um estudo científico com objetivo de identificar, interpretar e sumarizar trabalhos sobre uma linha de pesquisa ou determinada área de forma sistematizada para se tornar replicável e não (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Em geral, ele oferece uma visão panorâmica de modo quantificado de uma área de estudo (PETERSEN S. MUJTABA, 2008). Diante desses princípios, realizou-se um mapa dos estudos sobre aplicação de ferramentas computacionais para ensino de crianças com TEA.

Este capítulo apresentou um mapeamento sistemático da literatura com intuito de investigar e interpretar as tendências e as lacunas dos avanços no uso de tecnologias computacionais para a educação desses sujeitos. Foram discutidos, também, aspectos relevantes, por meio de questões de pesquisa, relacionados à aplicação de instrumentos tecnológicos nessa perspectiva de ensino. As questões foram sobre: as estratégias de análise do comportamento utilizadas, as plataformas que dão amparo, os tipos de acessos local ou remoto, a utilização de IA, a possibilidade de adaptação ao nível da criança e uma comparação com o método educativo tradicional. Por meio das respostas a essas questões, chegou-se a um mapeamento que possibilitou responder sobre como esses recursos potencializam o desenvolvimento do ensino de alunos com TEA.

Neste capítulo também foram apresentadas as ferramentas em destaque deste MSL e as suas principais características. Em cada trabalho apresentado há uma peculiaridade ausente. Diante desse cenário, este estudo de mestrado apresenta um ambiente computacional formado por três softwares que serão apresentados no Capítulo 4, a seguir. Os

objetivos dessa nova ferramenta é possibilitar a elaboração de atividades por um profissional educador de acordo com o repertório vigente de cada estudante com TEA. Além disso, pode-se realizar a atividade com o uso do *tablet* explorando as funcionalidades da tela *touch* e acompanhar a evolução do desempenho de cada aluno, de acordo com as diretrizes da ABA (LEAR, 2004; LOVAAS, 2002).

O Capítulo seguinte apresentará o mTEA: a arquitetura conceitual do ambiente digital, a arquitetura computacional e as tecnologias envolvidas. Serão apresentados, ainda, os três softwares criados que compõem o *mTEA*: *mTEA-Server*, *mTEA-App* e *mTEA-WEB*. Por fim, serão apresentados o conceito de *templates*, para este trabalho de mestrado e o modo como é realizado o registro dos dados na aplicação das atividades.

4 mTEA

Este capítulo apresenta o ambiente digital proposto para este trabalho de mestrado. Na Seção 4.1 são apresentados os modelos conceitual e tecnológico. Já a Seção 4.2 descreve os três softwares que compõem o *mTEA*.

O *mTEA* é composto por três módulos:

1. Servidor que armazena os dados na nuvem (*mTEA-Server*);
2. Aplicação *web* (*mTEA-WEB*) usada para elaboração das atividades personalizadas;
3. *App* para *tablet/smartphone* usado para a aplicação das atividades de ensino aos estudantes com TEA (*mTEA-App*).

4.1 Arquitetura da solução

A arquitetura de *software* envolve a descrição dos elementos arquiteturais (componentes) dos quais os sistemas serão constituídos além de interações entre esses componentes, padrões que guiam sua composição e restrições sobre esses padrões (PRESSMAN, 2011; GARLAN, 2000). Assim, a arquitetura de *software* consiste na definição dos componentes de *software* das suas propriedades externas e dos seus relacionamentos com outros *softwares*. Essa definição, dos elementos, das suas propriedades, das suas propriedades e das suas ligações, acontece logo após o levantamento dos requisitos. E isso foi fundamental para o êxito deste trabalho. Com as definições e as orientações sugeridas pela equipe do Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento (CAD), foi possível o levantamento dos requisitos, essenciais para a realização do projeto.

Além disso, o MSL possibilitou avaliar o cenário vigente sobre as ferramentas computacionais para o ensino de alunos com TEA. Em geral, a comunicação com as partes interessadas permitiu o gerenciamento dos riscos e a diminuição dos custos, oportunizando um desenvolvimento seguro e com qualidade (GAMMA et al., 1994).

Esta seção apresenta a arquitetura proposta de solução, que foi dividida em duas: conceitual e tecnológica. Serão apresentados os requisitos, os elementos fundamentais, o conceito de *templates* e as tecnologias adotadas. Essa arquitetura é apresentada de modo minimalista. Desse modo, é possível ter uma visão simples e abstrata do *mTEA*.

4.1.1 Modelo conceitual

O modelo conceitual apresentado neste trabalho de mestrado está relacionado à arquitetura da solução, sem levar em consideração que tecnologias são adotadas para cada elemento. Nesse contexto, tal modelo não está atrelado a nenhum instrumento tecnológico específico. Isso possibilita que outros pesquisadores utilizem-no como base para estudos futuros relacionados ao tema.

4.1.1.1 Princípios

Quando um educador for realizar ensino com criança com TEA e desenvolver uma intervenção pautada nos princípios da ABA são necessários os seguintes passos, sequencialmente (COOPER; HERON; HEWARD, 2007):

1. Avaliar o desempenho do estudante;
2. Elaborar atividades personalizadas para cada um deles, com base nos dados analisados em cada avaliação;
3. Aplicar as atividades com registro dos dados;
4. Analisar as informações de cada estudante;
5. Propor novas tarefas a partir da análise dos dados de cada aluno.

O item 1 requer uma avaliação da criança com TEA pelo profissional da equipe multidisciplinar, utilizando algum método de análise. Dados relacionados sobre o sujeito podem ser salvos no *mTEA*. O item 2 é o propósito principal da plataforma proposta. O profissional sem conhecimentos avançados em computação pode elaborar atividades utilizando modelos disponíveis no *mTEA-WEB* (software *web* que será abordado no modelo tecnológico a seguir).

Nesse contexto, o agente ajusta cada atividade com base no repertório vigente da discente. No item seguinte, o profissional educador vai utilizar um *tablet* e aplicar as atividades criadas por meio do *mTEA-App*. O *mTEA* possibilita que a criança realize as tarefas e ao mesmo tempo envia o registro de cada ação para a base de dados centralizada. No item 4, o profissional educador analisa os dados de cada estudante novamente no *mTEA-WEB*. Esse ato é realizado com auxílio de relatórios e gráficos gerados pela ferramenta. Já no item 5, o profissional vai elaborar novas práticas com base na análise realizada na etapa anterior.

Realizar todos esses passos, com o método tradicional (papel, lápis, velcros e outros materiais), exige certo tempo dos profissionais, principalmente pela necessidade de realização dos registro ao tempo que é aplicada a atividade com a criança. E, levando em

consideração esse cenário descrito, o *mTEA* apresenta uma arquitetura capaz de facilitar a construção, a manutenção e a aplicação de tarefas (ou atividades) pautadas na ABA.

Para guiar o profissional no desenvolvimento do *mTEA*, um conjunto de princípios foi levantado a partir da análise das dificuldades enfrentadas por tais agentes e de lacunas encontradas nessa linha de pesquisa por meio do MSL. A seguir, são apresentados tais elementos:

- **Simplicidade:** a arquitetura definida para desenvolver atividades no *mTEA* deve proporcionar simplicidade para os usuário, especialmente para os que não têm habilidades avançadas em computação. Vale destacar que o principal propósito do educador ao acessar a *mTEA-WEB* é elaborar tarefas e avaliar gráficos e relatórios. Para isso, toda a estrutura desenvolvida pelos programadores encapsula as complexidades técnicas. Assim, o agente não precisará ter conhecimentos avançados em computação.
- **Flexibilidade:** para que a ferramenta alcance o propósito deste trabalho de mestrado, é necessário que os modelos de atividades (ou *template* aspecto que será abordado logo a seguir) disponíveis possam ser flexíveis para que o profissional educador elabore práticas conforme o repertório da criança. Diante disso, a flexibilidade é um dos princípios conceituais. Sem ela, não seria possível alcançar o objetivo da ABA(COOPER; HERON; HEWARD, 2007).
- **Expansividade:** em geral, a aplicação proposta - *mTEA* - permite que um mesmo modelo de atividade possa ser utilizada tanto para aplicação simples como para abordagens mais elaboradas (por exemplo, uso de palavras mais complexas). Quando a criança estiver em um estágio evolutivo melhor, dentro do seu repertório vigente, permite-se a elaboração atividades mais complexas. Vale ressaltar que a avaliação da criança com TEA é realizada com frequência pelo profissional, por meio da análise dos registros das ações já realizadas pelas crianças e disponíveis no *software web*.
- **Reforçamento:** essa característica é fundamental dentro de cada *template* que será desenvolvido. Com reforçador ou reforçamento, altera-se o consequente (C). Como um dos princípios da ABA, esse fator reforçador contribui para o envolvimento da criança na atividade que está realizando, levando em consideração as abordagens da ABA(COOPER; HERON; HEWARD, 2007; SKINNER, 1957; JÚNIOR, 2011).
- **Desconsiderar erros:** os *templates* disponíveis para a elaboração de tarefas pelo profissional educador devem desconsiderar os erros da criança. Deve-se permitir que ela tente outras vezes até acertar a atividade. Caso o aluno não consiga realizar a ação, pode ser, então, pode ser que a atividade não seja apropriada para o seu repertório vigente. Nesse caso, deve-se elaborar outro tipo de prática. Porém, para efeito de registro, os erros são guardados na base de dados.

4.1.1.2 Templates

O *template* foi idealizado com base na possibilidade de elaborar tarefas customizáveis, conforme o repertório da criança com TEA. Além disso, levam-se em consideração os princípios citados anteriormente e os aspectos da ABA (SIMPSON, 2001). Nesse contexto, para viabilizar a elaboração de ações personalizadas pelo profissional educador foi utilizado o conceito de *template* que é a estrutura que define o tipo da atividade de ensino, especificando quais os parâmetros podem ser alterados pelo educador.

A definição do escopo do *template* é realizada pela equipe multidisciplinar, com base nas abordagens trabalhadas no método tradicional. Em seguida, esse modelo é repassado para a equipe de programadores que desenvolvem o *template* para a ferramenta. Os desenvolvedores devem fazer isso seguindo as recomendações dos princípios listados anteriormente. Nesse sentido, os *templates* ficarão disponíveis no mTEA para que os agentes possam utilizá-los. De posse deles, os profissionais educadores podem criar tarefas para os estudantes com autismo conforme o repertório destes. A Figura 22 ilustra o uso do *template* "Formar Palavra" para a elaboração de atividades no mTEA.

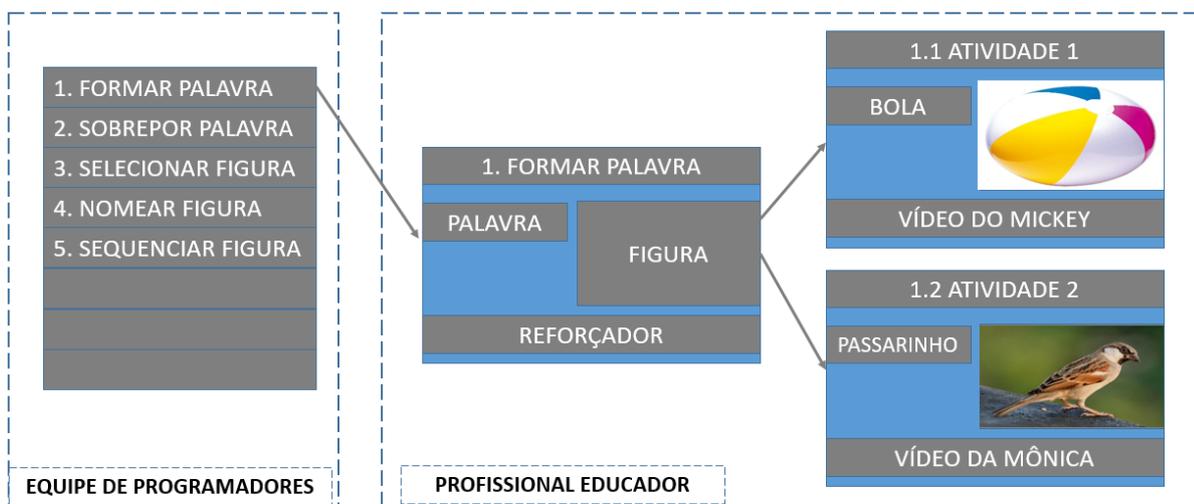


Figura 22 – *Templates* do mTEA: especificamente, o *template* "Formar Palavra", com elaboração de duas atividades: bola e passarinho

A Figura 22 destaca à esquerda, a lista de *templates* da Tabela 5 que é desenvolvida previamente pelos programados de *software*. À direita da Figura 22, é ilustrado o uso desses *templates* pelo profissional da educador. Por exemplo, no uso do *template* "Formar Palavra" (Figura 22), o educador usa o mTEA-WEB para criar a ATIVIDADE 1, formar a palavra BOLA. Além disso, para a mesma tarefa, ele define uma ilustração como dica visual (desenho da BOLA). Também adiciona um vídeo que será apresentado ao final da ação, servindo como reforçador. O professor deve escolher o vídeo de acordo com a preferência do estudante, para estimular a realização das práticas propostas.

Observa-se ainda, na Figura 22, a elaboração da ATIVIDADE 2, em que o educador

elabora outro ato (formar a palavra PASSARINHO) com o mesmo *template* formar palavra. Vale destacar que a escolha dos parâmetros de cada um dos *template* permite a elaboração de atividades personalizadas, de acordo com o currículo de cada estudante com TEA. A Tabela 5, a seguir, mostra a descrição dos cinco *templates* vigentes no mTEA.

Tabela 5 – Descrição dos cinco *templates* existentes no mTEA

| Template | Descrição |
|----------------------|--|
| Formar Palavras | Formar a palavra correspondente, arrastando cada letra para o espaço em branco. |
| Sobrepor Palavras | Arrastar cada letra sobre a letra correta na palavra acima. |
| Selecionar Figuras | Selecionar figuras idênticas (memória). |
| Nomear Figuras | Nomear as figuras que surgirem. |
| Sequenciar Figuras | Selecionar figura, seguindo a sequência que surgir para criança |
| Ditado Mudo | Ouvirá a mensagem e ver a imagem de modo que ficarão disponíveis letras para compor a palavra. |
| Copia por Composição | Ouvirá a mensagem e serão disponíveis letras para compor a palavra |

Vale destacar que esses são sugeridos pelo profissional educador levando em consideração os princípios conceituais citados. Além disso, os programadores desenvolvem isso levando em consideração os conceitos de engenharia de requisitos (PRESSMAN, 2011). Nesse cenário, é possível vislumbrar que novos *templates* podem ser elaborados, de maneira simples - isso se dá levando em consideração as recomendações dos princípios abordados e os atributos elencados pelo educador da equipe multidisciplinar.

Assim, novos *templates* podem ser elaborados de maneira que é possível abranger diversas habilidades de ensino com crianças com TEA. Por exemplo, um do tipo "Formar Palavra, dependendo da aluno, pode explorar determinada habilidade e talvez o mesmo não desenvolva igual habilidade para uma outro estudante. Isso vai depender do repertório vigente da criança.

Além disso, pode haver *template* que não seja apropriado para determinada pessoa com TEA. Porém, pode ser interessante para outra. Isso é o mesmo que acontece com o método tradicional.

Por fim, o propósito desse modelo ou dessa arquitetura conceitual é permitir e facilitar o desenvolvimento de novos componentes para o mTEA. Nesse sentido, qualquer novo participante que vá integrar o projeto pode, de maneira simples, criar novos *templates*. Assim, o projeto fica disponível para outros desenvolvedores para contribuições com a evolução do mTEA.

4.1.2 Modelo Tecnológico

Para desenvolver o *mTEA*, várias tecnologias foram utilizadas visando ao alcance das exigências dos requisitos e da arquitetura proposta.

O *mTEA* foi construído sob a infraestrutura e os recursos na Universidade Federal do Piauí (UFPI), dentro de seus próprios domínio e tecnologia. Com isso, em domínio da UFPI há uma garantia maior no que se refere ao aspecto de segurança dos dados de crianças com TEA e de profissionais. Além da possibilidade de possuir configurações suficientes para garantir a disponibilidade para o aumento da demanda, com o crescimento do número de usuários.

A linguagem de programação utilizada foi a Java. A escolha dela se justifica por ser robusta e a mais popular linguagem de programação, segundo ranking da TIOBE (TIOBE, 2018). Vale ressaltar que o *mTEA-App* também foi desenvolvido em Java para Android. Assim, foi possível deixar as tecnologias compatíveis, uma vez que foi utilizada uma só linguagem para desenvolvimento dos dois sistemas, tanto web quanto *app*.

Utilizou-se o sistema de gerenciamento de banco de dados *PostgreSQL*. Além disso, para facilitar o mapeamento objeto-relacional foi utilizado o *framework Hibernate5*, que facilitou a comunicação do código com os dados persistidos no banco de dados. O *Wildfly* foi escolhido como servidor de aplicação neste projeto. O *Jersey* foi definido como *framework* para a construção de *web services* que utilizam *RESTful*;

O subsistema *Front-end* foi baseado no padrão MVC (GAMMA et al., 1994) e foi construído com *JavaServer Faces (JSF)* e *Primefaces*. JSF é um *framework* que permite a utilização de componentes prontos para uso em interfaces *web* para o usuário. O *Primefaces* é uma biblioteca com um número considerável de componentes, o que facilita no desenvolvimento de diversos tipos de *templates* para o *mTEA* que podem ser utilizados nos sistemas feitos com JSF. Os demais componentes *Front-end* são os estéticos e os de identidade visual da ferramenta que foram desenvolvidos utilizando *HTML5* e *CSS3*.

Para que se desenvolvesse o *mTEA-App*, a linguagem Java para Android foi usada. Optou-se pela plataforma Android porque é amplamente utilizado entre os dispositivos móveis e tem maior alcance entre os apps. Além disso, utilizou-se um *plug-in* do YouTube para prover a funcionalidade do reforçador em cada atividade.

4.2 Componentes do *mTEA*

O *mTEA* foi desenvolvido seguindo as recomendações da arquitetura apresentada na Seção anterior. Nesse contexto, serão apresentados a visão geral do *mTEA*, os *softwares* relacionados e o modo como devem ser utilizados. As ferramentas ou os *softwares* desenvolvidos foram: *mTEA-Server* - servidor de aplicação; *mTEA-WEB* - aplicação *web*

para elaboração de atividades pelo profissional educador; e mTEA-App - aplicativo para execução das tarefas pelas crianças com TEA.

4.2.1 Visão geral

Como foi descrito no início deste capítulo, o ambiente digital proposto é composto por três módulos: i) servidor que armazena os dados na nuvem (mTEA-Server); ii) *software* ou aplicação *web* (mTEA-WEB) que se usa para a elaboração das atividades personalizadas; iii) um *app* para Android usado para aplicação das tarefas de ensino aos estudantes com TEA (mTEA-App).

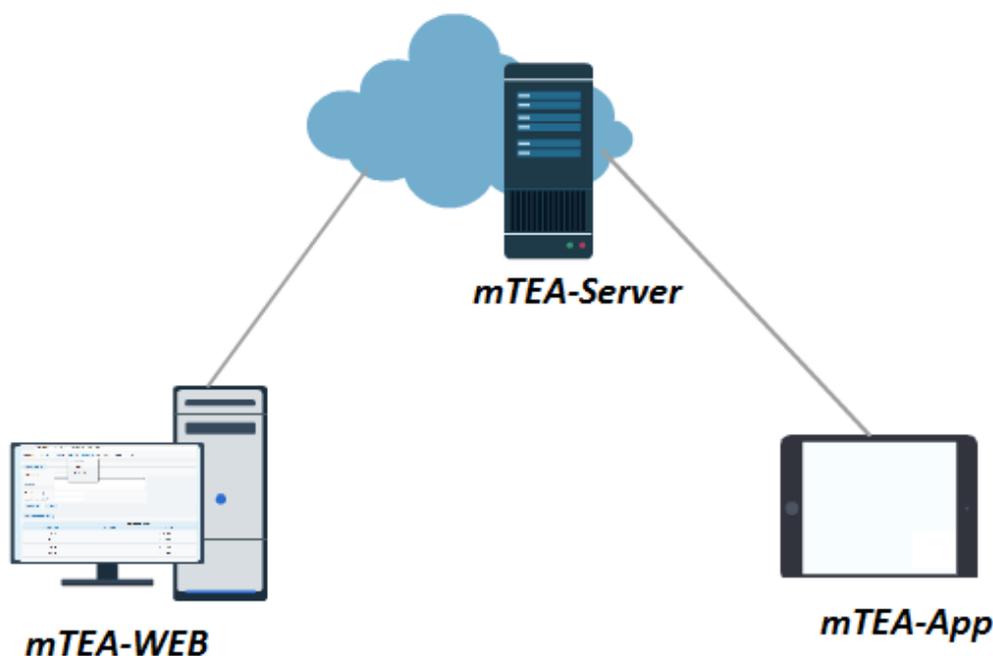


Figura 23 – Visão geral do mTEA

O mTEA-WEB foi desenvolvido com linguagem de programação Java (Java 8) e pode ser acessado via qualquer navegador *web*. O mTEA-Server é um servidor composto por um serviço de aplicação, o *Wildfly*, um banco de dados *Postgres*. O mTEA-App foi desenvolvido para a plataforma Android. Com o tablet, a criança usa-o funcionando com um *player* das atividades elaboradas pelo profissional educador. O aplicativo está disponível para instalação no link: <https://goo.gl/xoLL2u>. O acesso ao mTEA-WEB está disponível em: <http://bit.ly/2t76rs0>, com usuário "cbie" e a senha "cbie1".

4.2.2 mTEA-Server

O servidor é o núcleo mTEA. Nele estão armazenados todos os dados, na base de dados e a arquitetura tecnológica descrita anteriormente (que compõe o Front-End e o Back-End). A estrutura é formada por um servidor Linux Ubuntu 16.04 64bits, com

8GB de memória RAM e disco rígido de apenas 200GB. Inicialmente, os valores desse *hardware* sugerem insuficiência. Porém, com a tecnologia utilizada e o tipo de serviço disponível, é uma infraestrutura suficiente. Caso necessário é possível expandir os tais níveis de *hardware* de maneira transparente ao usuários.

4.2.3 mTEA-WEB

O *software* mTEA-WEB é outro importante componente do ambiente digital. Por meio dele, o educador pode elaborar atividades e listas de tarefas e avaliar relatórios de interações após a aplicação com a criança com TEA no mTEA-App. Essas ações e listas de tarefas podem ser compartilhadas e reutilizadas por outros profissionais para aplicação em outras alunos.

A Figura 24 apresenta a página inicial da ferramenta *web*, que pode ser acessada por meio do link <http://bit.ly/2t76rs0>. Pela imagem, podem-se verificar alguns dos recursos disponíveis pelo software *web*.

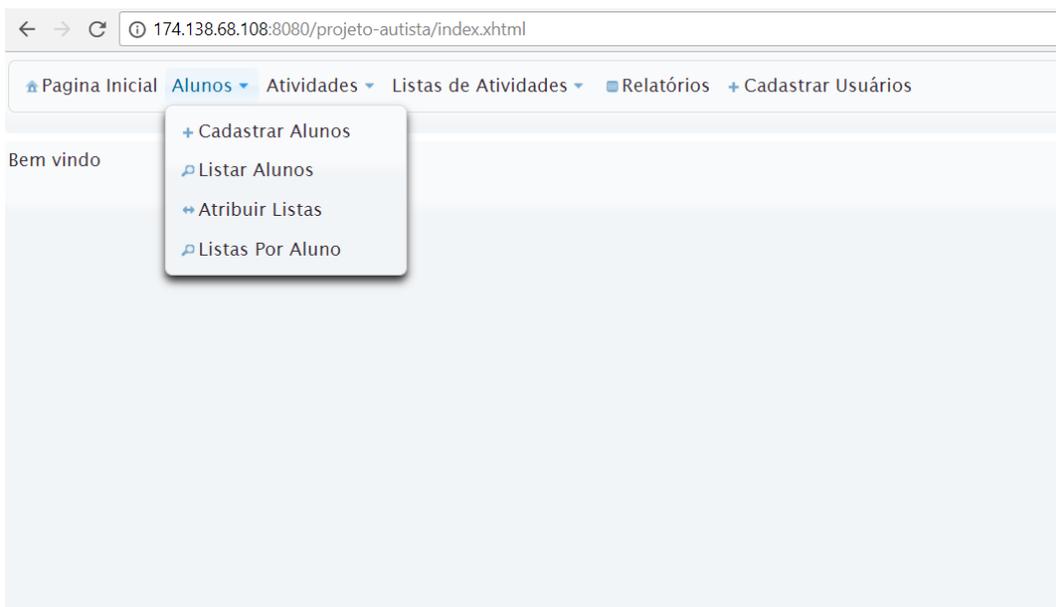


Figura 24 – Página inicial do mTEA-WEB

A Figura 25 apresenta a tela para elaboração de atividade pelo profissional educador. Na Figura imagem, observam-se no formulário as as opções para inserção do nome da atividade e do tipo de tarefa ou *template*. Quando selecionado o *template*, surgirão as opções correspondentes para a ele. No exemplo específico da imagem, com *template* "Formar Palavra', vão surgir o nome da palavra e o link de reforço no YouTube(que seria um vídeo de que a criança gosta). Por fim, embaixo há um botão para realização *upload* da imagem de dica visual sobre o termo. No exemplo específico da imagem o aluno vai formar a palavra BOLA. Em outros *templates*, há opções para carregar múltiplas imagens, fazer *upload* de som ou inserir múltiplas expressões etc.

[Pagina Inicial](#) [Alunos](#) [Atividades](#) [Listas de Atividades](#) [Relatórios](#) [Cadastrar Usuários](#)

Nome da atividade:

Selecione o template:

Link do reforço no youtube:

Palavra:

 bola.png 146.5 KB

| Imagem | Opções |
|-----------|--|
| bolla.png | <input type="button" value="Excluir"/> |

Figura 25 – Tela para elaborar lista de atividades

No mesmo mTEA-WEB, é possível fazer uma lista de tarefas, com o propósito de criar e aplicar várias ações em série para a mesma criança. Pode-se, também, aproveitar uma relação de atividades feita anteriormente para aplicação como uma nova lista para outra criança, otimizando o trabalho do educador. A Figura 26 apresenta a tela em que o profissional educador pode gerenciar essa listagem.

[Pagina Inicial](#) [Alunos](#) [Atividades](#) [Listas de Atividades](#) [Relatórios](#) [Cadastrar Usuários](#) Congresso Brasileiro de Informática

-
-
-

Nome da lista:

Descrição:

Data de criação (início):

Data de criação (fim):

| Nome da lista | Descrição | Data de criação | Ações |
|---------------|-----------|------------------|---------------------------------------|
| Lista 2 | | 01/10/2017 21:38 | <input type="button" value="Editar"/> |
| testeP | | 01/11/2017 13:00 | <input type="button" value="Editar"/> |
| teste_dit | | 16/11/2017 13:58 | <input type="button" value="Editar"/> |
| lista_dm | | 16/11/2017 18:42 | <input type="button" value="Editar"/> |
| teste_cnc | | 17/11/2017 18:28 | <input type="button" value="Editar"/> |

Figura 26 – Tela para elaborar atividade no mTEA-WEB

Assim, é possível reaproveitar listas de atividades já elaboradas e aplicar com outras crianças. Dessa forma, podem-se utilizar as mesmas tarefas realizadas com outro estudante com TEA.

Outro recurso essencial para o mTEA é a opção de relatórios de gráficos de interação em cada ação por cada aluno com TEA em que a prática foi aplicada. A Figura 27 apresenta uma aplicação do uso do relatório e do gráfico por um profissional educador. Na imagem, é possível visualizar a escala de acertos e erros do sujeito com o referido transtorno em cada tarefa em que ele interagiu. Nesse cenário, é possível que o educador avalie o rendimento do discente. Portanto, pode-se decidir sobre quais atividades serão aplicadas com base no repertório encontrado na criança, respaldado pela ABA (SIMPSON, 2001).



Figura 27 – Exemplo de tela gerada de relatório e gráfico

Além dessas funcionalidades citadas sobre o mTEA-WEB, existem outras que são comuns em qualquer outra aplicação: cadastro de usuário e de criança com TEA (aluno), gerenciamento das atividades e de listas (criar, remover, editar etc). Destaca-se, ainda, que a ferramenta vem passando por uma atualização de modo que novas funcionalidades serão desenvolvidas nas próximas versões, tais como: acompanhamento pelos pais, notificação por e-mails aos pais e aos educadores, novos templates predefinidos pelos profissionais dentre outras.

4.2.4 mTEA-App

O outro software que compõe o mTEA é o aplicativo para Android (*app*) denominado mTEA-App. Esse é um tipo de *player* no qual estará a lista de atividades elaboradas pelo profissional e que serão realizadas pelas crianças com TEA. Os recursos criados em cada *template*, na elaboração da tarefa, serão disponibilizados na execução da ação.

Por exemplo, para o *template* para a formação da palavra BOLA, da imagem da Figura 28, serão visualizados a figura cadastrada, a palavra embaralhada e o espaço em que se formará o termo corretamente pelo aluno.

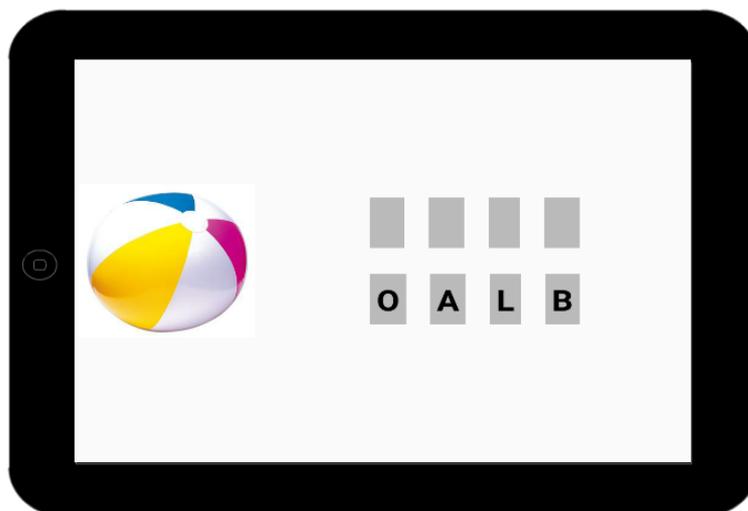


Figura 28 – Tela do mTEA-App ilustrando a execução da atividade formação da palavra BOLA

4.3 Considerações do Capítulo

O uso de recursos computacionais com crianças com TEA requer planejamento, esforço contínuo com repetições, e análise do rendimento desses sujeitos. Esses foram os ideais que embasaram os princípios do ambiente digital proposto - mTEA. Para o alcance dos propósitos idealizados para esse espaço, foram estruturadas as arquiteturas (ou modelos) conceituais e tecnológico. Com base nesses padrões, foram desenvolvidos e são mantidos três *softwares* incluídos: *Server*, *WEB* e *App*.

Este capítulo apresentou o ambiente digital proposto para esta pesquisa. Foram levantados os aspectos que tornam relevante um ferramenta para o auxílio a crianças com TEA. Foram abordados os pontos importantes de cada *software* que está incluído no mTEA e ainda apresentadas as arquiteturas conceituais e tecnológicas responsáveis pelo desenvolvimento da plataforma completa.

Além disso, foi discutido o problema do profissional educador para elaborar atividades. Para esse cenário, com o uso do mTEA. Foi abordado sobre o acompanhamento simultâneo no momento da aplicação da tarefa com alunos com TEA, via *tablet* que, no mTEA, é armazenado automaticamente no banco de dados, na nuvem, no mTEA-Server.

Na Seção 4.1 foi apresentada a arquitetura da solução proposta, descrevendo-se o modelo conceitual (ou arquitetura conceitual), com o conceito de *templates*. Em seguida foi mostrado o padrão tecnológico, descrevendo as tecnologias que foram utilizadas para a construção do mTEA.

Os componentes do mTEA foram apresentados na Seção 4.2. Foi descrito como cada módulo que compõe o mTEA foi desenvolvido e qual o seu papel dentro do ambiente proposto. No geral, tais elementos apresentam-se simples, porém no contexto deste projeto

oferece bons resultados.

O Capítulo 5 trará um estudo experimental desse ambiente digital que é o mTEA com crianças com TEA. Os experimentos foram realizados por profissionais com experiência com ABA, em alunos com tal transtorno, no Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento, na cidade de São Carlos São Paulo.

5 Estudo experimental

O método científico, como conhecido, é um conjunto de regras básicas utilizadas no desenvolvimento de uma investigação com o propósito de produzir conhecimento dito científico, com a obtenção de resultados os mais confiáveis possíveis, seja na produção de novos saberes, bem como na correção e na integração de conhecimentos dos já existentes (WAZLAWICK, 2014). As etapas da investigação envolvem os aspectos descritos a seguir:

- Observação: na ciência, as observações devem ser feitas de maneira precisa e bastante cuidadosa, nos mínimos detalhes.
- Hipótese: trata-se de uma possível explicação para determinado fenômeno e deve ser testada por experimentos. Caso a hipótese seja confirmada, pode dar origem a leis e teorias.
- Lei: uma lei só pode ser formulada após determinada quantidade de observações semelhantes, já que possui a característica de descrever eventos que se manifestam de forma invariável e uniforme.
- Teoria: uma hipótese testada por vários experimentos pode gerar uma teoria ou um modelo.

Investigar os desafios do ensino de alunos com autismo - notadamente com uso de recursos computacionais problema abordado neste trabalho - tem um aspecto relevante: a aplicação em seres humanos, especificamente em crianças com tal transtorno. Vale ressaltar que, além das novidades apresentadas neste estudo, descrito na Seção 3.5, comparado com os trabalhos relacionados no Capítulo 3, a abordagem com crianças com autismo requer ponderações e responsabilidades visto que são, a priori, pessoas portadoras de necessidades especiais. Indivíduos com autismo possuem uma variação em diversos aspectos do comportamento, da linguagem, do desenvolvimento motor, do autocuidados, das habilidades sociais e da cognição. Isso torna a avaliação para com essa população complexa e mais desafiadora, havendo a necessidade de cautela, especialmente na formação de possíveis grupos desse segmento. Por outro lado, todos esses fatores motivaram a realização desta avaliação experimental seguindo as diretrizes da ABA (COOPER; HERON; HEWARD, 2007). Este capítulo apresenta uma análise do mTEA realizada por dois profissionais educadores no CAD, com crianças com TEA.

5.1 Avaliação

Com o propósito de organizar a apresentação da avaliação nesta pesquisa, ela foi dividida em subtópicos. Serão descritos, inicialmente, os aspectos que foram utilizados na construção dessa análise. No decorrer deste capítulo, será delineada toda a avaliação realizada.

5.1.1 Considerações Éticas

Esta investigação, inicialmente, foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CAAE 60273816.4.0000.5504), e as atividades iniciaram após a aprovação e a assinatura dos termos de consentimento livre e esclarecido pelos participantes.

5.1.2 Participantes

Para a realização do presente estudo foram selecionados dois profissionais e cinco estudantes com TEA. Os critérios para a seleção dos agentes foram: a) desenvolver um trabalho profissional com estudantes com esse transtorno; b) ter conhecimento básico de informática; c) compor uma equipe interdisciplinar com abordagem teórica em ABA. Para os alunos, os aspectos definidos foram: a) ser atendido pelo profissional participante do estudo; b) apresentar diagnóstico médico de TEA.

A profissional A do estudo tinha formação na área da Psicologia e da Pedagogia e atuava há 10 anos no campo da educação especial, com intervenções envolvendo estudantes com autismo e ABA. A profissional B tinha formação na área da Terapia Ocupacional e atuava no âmbito do ensino especial há quatro anos.

Os estudantes com TEA, denominados como E1, E2, E3, E4 e E5, tinham quatro, cinco, oito, seis e nove anos, respectivamente e eram atendidos pela profissional há mais de um ano cada um deles. E1, E3, E4 e E5 são meninos enquanto E2 é menina. Com exceção de E3, que apresentava TEA leve, E5 tinha nível moderado e os demais apresentavam grau severo. A profissional A aplicou o mTEA com E1, E2 e E3, enquanto que a B aplicou com E4 e E5. A Tabela 6 lista as características relevantes dos participantes.

Vale destacar que entender a classificação dos diferentes graus de autismo pode ser complexo, especificamente no Brasil. O motivo é que dois manuais são adotados: DSM V (APA, 2013) e CID 10 (SAUDE-OMS, 2015). Apesar de ambos considerarem autismo como transtorno do desenvolvimento, o primeiro agregou todos os tipos de autismo sob a mesma classificação podendo ser medido com base na sua gravidade. Já o último especifica cada uma das subcategorias: autismo infantil; autismo atípico; síndrome de Rett; síndrome de Asperger; transtorno desintegrativo da infância; e transtorno geral do desenvolvimento

Tabela 6 – Perfil dos participantes da pesquisa

| Crianças | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Estudante | Idade | Sexo | Grau de autismo |
| E1 | 4 anos | Masculino | Severo |
| E2 | 5 anos | Feminino | Severo |
| E3 | 8 anos | Masculino | Leve |
| E4 | 6 anos | Masculino | Severo |
| E5 | 9 anos | Masculino | Moderado |
| Profissionais | | | |
| Profissional | Formação | Tempo com ABA | Estudantes |
| A | Psicologia e Pedagogia | 10 anos | E1, E2 e E3 |
| B | Terapia Ocupacional | 4 anos | E4 e E5 |

não especificado.

Para esta pesquisa, adotou-se o DSM V (APA, 2013). Assim, tal manual estabelece que o TEA pode ser medido com base na gravidade - termo que é baseado no grau de comprometimento (AUTISMSPEAKS, 2015). Com base nessa análise podem-se avaliar as habilidades de cada indivíduo com esse transtorno em: nível 3 - severo (sujeitos necessitam de maior suporte/apoio); Nível 2 - moderado (necessitam de suporte); e nível 1 - leve (necessitam de pouco suporte).

Sobre esses critérios de gravidade ainda não está bem claro em que circunstâncias, de fato pode ser compreendido o termo suporte (por exemplo: algumas crianças com TEA se desenvolvem bem em casa mas precisam de suporte na escola) (NEUROCIENCIA, 2017). Por causa disso, a Associação Americana de Psiquiatria (APA) está analisando sobre mudanças no DSM V (APA, 2013), de modo a tornar mais claro aspectos com relação aos níveis de classificação (NEUROCIENCIA, 2017). Isso reforça o quanto é complexo criar grupos desses sujeitos.

5.1.3 Situação e materiais

A elaboração e a aplicação das atividades pelas profissionais ocorreram em uma instituição especializada de atendimento, o Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento. O CAD conta com uma equipe interdisciplinar e conta com profissionais das áreas da Psicologia, da Pedagogia, da Psicopedagogia, da Fonoaudiologia, da Terapia Ocupacional e da Educação Especial. Todos os agentes aplicam o mesmo currículo de ensino elaborado com base na ABA. O local trabalha com estudantes com TEA e outras deficiências ou transtornos.

Como material foi utilizado um *tablet* Samsung Galaxy Tab A, com 16GB de memória, 8 polegadas, internet via 4G ou Wi-Fi, plataforma Android e Processador Quad Core além de microcomputador do tipo *desktop* para elaboração das atividades no

mTEA-WEB pelos profissionais participantes.

5.1.4 Variáveis

As **variáveis independentes** são aquelas que podem ser controladas e/ou modificadas durante o experimento. Elas possuem efeito sobre as dependentes. Para este estudo, representa a variável independente a construção das atividades no mTEA, pelas profissionais.

Já as **dependentes** são as responsáveis por medir o efeito dos tratamentos utilizados no experimento. Neste estudo, as variáveis dependentes mensuradas ao longo do trabalho se referiram ao desempenho das profissionais na elaboração e na aplicação das atividades. Essas variáveis são medidas por um questionário elaborado para essa finalidade. Adicionalmente, é avaliado o desempenho dos estudantes com TEA nas tarefas propostas pelas educadoras no mTEA.

5.1.5 Procedimento

Os procedimentos realizados nesta pesquisa se dividiram-se em duas etapas as quais são:

1. Desenvolvimento do mTEA pelos pesquisadores, descrito no Capítulo 3;
2. Elaboração e aplicação das atividades pelo profissional participante do estudo.

As profissionais do estudo tiveram acesso ao mTEA-WEB para cadastrar os estudantes (E1, E2, E3, E4 e E5). Em seguida, elas elaboraram as atividades para cada um deles, de acordo com as necessidades individuais que apresentavam em seus respectivos currículos personalizados. Para o cadastro das tarefas, utilizou-se a base de templates disponíveis no m-TEA. A Figura 29 relaciona a visualização do educador (mTEA-WEB) na elaboração da atividade de formar a palavra BOLA e a visualização do estudante (mTEA-App) na realização da respectiva ação.

Em seguida, as agentes aplicaram as práticas com os discentes, utilizando o mTEA-App no *tablet*. A Figura 29, do lado direito, ilustra o design da ação proposta no mTEA-App, visualizado pelo estudante. Destaca-se que as profissionais utilizaram uma imagem na respectiva atividade como dica visual, conforme é previsto no referido *template*.

No final do experimento, as educadoras responderam ao questionário, disposto na Tabela 7, que é composto por sete perguntas sobre a avaliação do mTEA. No geral, buscou-se comparar, a partir da perspectiva de cada uma delas, o mTEA aos métodos tradicionais, destacando os pontos negativos e positivos do ambiente, além da motivação e da concentração dos discentes para a realização das proposições. Além disso, objetivou-se

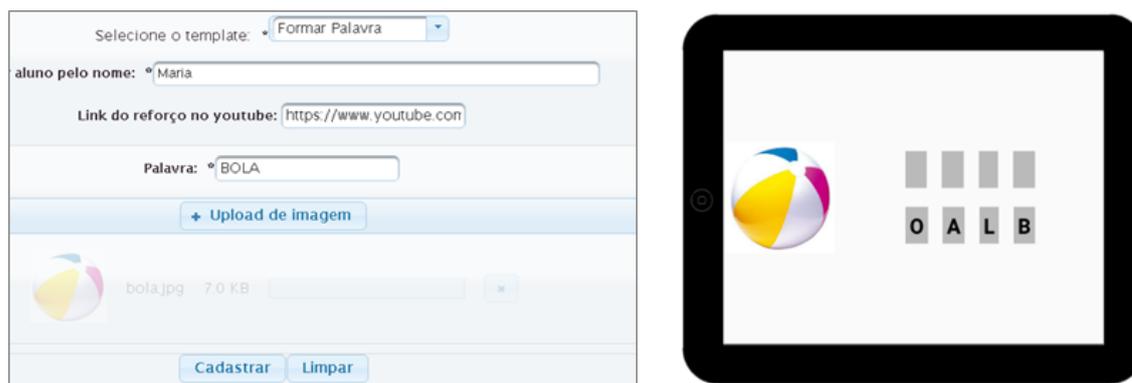


Figura 29 – Telas do mTEA. À esquerda exemplo do mTEA-WEB usado pela profissional-participante para elaboração das atividades. À direita a tela do mTEA-App visualizada pelos estudantes com TEA.

também avaliar a viabilidade para uso do mTEA em situação domiciliar, com aplicação pelos pais e a qualidade das análises de dados propostas pelo mTEA.

Tabela 7 – Questões para a profissional participante responder

| N | Descrição da questão |
|---|--|
| 1 | O ambiente digital proposto, considerando as atividades aplicadas, é equivalente aos métodos tradicionais? Por quê? |
| 2 | Quais os pontos negativos do ambiente digital em comparação com o método tradicional? |
| 3 | Quais os pontos positivos do ambiente digital em comparação com o método tradicional? As questões 4 e 5 se referem ao desempenho dos estudantes com TEA durante a aplicação das atividades no ambiente digital |
| 4 | Os alunos ficaram mais ou menos motivadas para a realização das tarefas? |
| 5 | Qual o nível de concentração das crianças quando o uso do ambiente digital? É possível fazer uma comparação do nível de atenção delas relação ao método tradicional? |
| 6 | Em sua opinião, o ambiente é útil para a realização de atividades na casa dos discentes com o acompanhamento dos pais? |
| 7 | Os dados dispostos nos relatórios e nos gráficos do ambiente <i>web</i> possibilitam a realização de um bom acompanhamento do rendimento da criança? |

5.1.6 Análise dos dados

Os dados foram analisados de acordo com o questionário respondido pelas profissionais, assim como pelos desempenhos dos cinco estudantes com TEA, nas diferentes atividades propostas por elas. De maneira geral, foram analisadas as propostas de melhorias e os encaminhamentos futuros para posterior aprimoramento do mTEA.

5.2 Resultados e contribuições

Os resultados foram agrupados em duas categorias que se referem ao desempenho dos estudantes nas atividades realizadas na plataforma. Essas tarefas foram elaboradas pelas profissionais A e B. Em seguida foi realizada uma avaliação por essas agentes no *mTEA*. A Figura 30 mostra os desempenhos dos estudantes E1, E2 e E3 nas atividades feitas e aplicadas pela profissional A. E1 realizou quatro atividades, de acordo com o seu currículo personalizado: sobreposição de palavras, formação de palavras (PAPAI), identificação de figuras similares e sequência numérica. E2 fez cinco práticas, com exceção da sequência numérica. E3 realizou cinco atividades com exceção da nomeação de figuras.

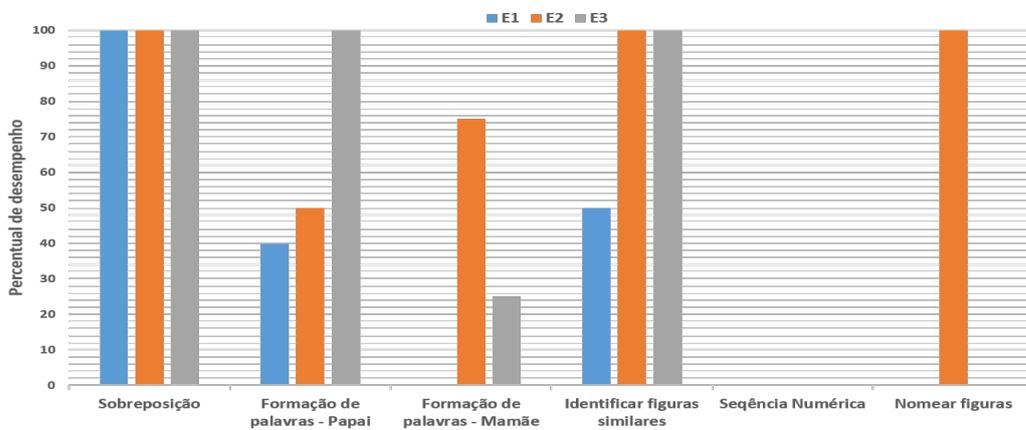


Figura 30 – Desempenho dos três estudantes E1, E2 e E3 nas atividades avaliadas no mTEA (a coluna azul se refere ao desempenho de E1; a coluna amarela ao desempenho de E2; e a cinza, E3)

A Figura 31 mostra o desempenho dos alunos E4 e E5 nas ações elaboradas e aplicadas pela profissional B.

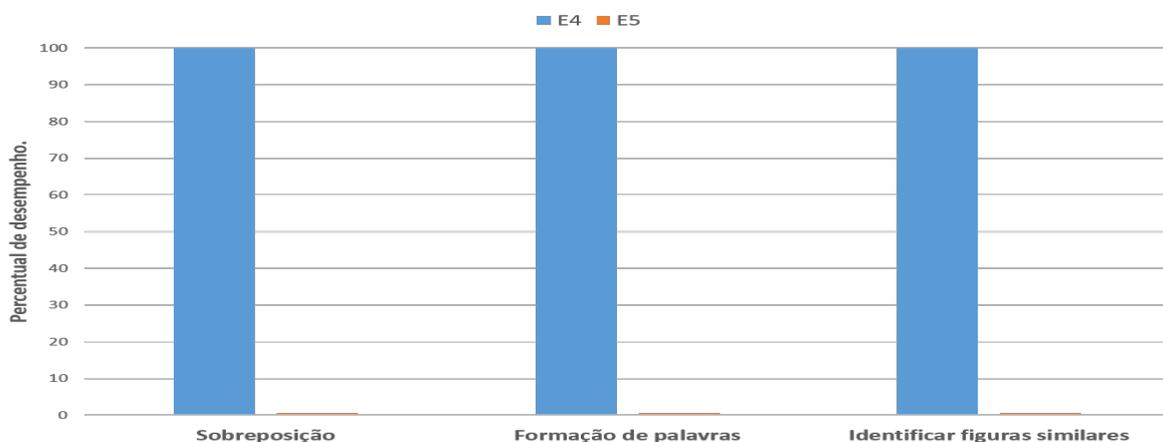


Figura 31 – Desempenho dos estudantes E4 e E5 nas atividades avaliadas no mTEA aplicadas pela profissional B (a coluna azul se refere ao desempenho de E4; a vermelha, ao de E5)

A Tabela 8 mostra as respostas da profissional A, participante, referentes às perguntas do questionário aplicado. Considere "Cat". como categoria.

Esses resultados levam em consideração a avaliação realizada por cada profissional participante. Cada um, como especificado na Tabela 6, tem sua experiência na área da pesquisa e isso pode refletir no contexto da análise. Outro ponto a ser considerado é que as duas profissionais receberam um manual de instrução do ambiente e, com base nessas instruções, elas interagiram nos sistemas. À medida que surgiam dúvidas em relação ao uso dos *softwares*, a equipe de desenvolvimento estava disponível para saná-las.

Tabela 8 – Categorias de análise das respostas da profissional A em relação à avaliação ao mTEA

| Cat. | Descrição da categoria | Respostas |
|------|---|---|
| 1 | Avaliação do ambiente digital em comparação às atividades aplicadas manualmente (questões 1, 2 e 3) | <p>“O ambiente facilita a aplicação das atividades com os estudantes com TEA, devido aos recursos que são possíveis de serem utilizados com o uso da tecnologia, além de favorecer uma análise de dados mais rápida, em comparação ao trabalho manual”.</p> <p>“O ambiente apresenta uma interface amigável e intuitiva, sem necessidade de conhecimento prévio na área da computação, além da facilidade para aplicação no <i>tablet</i> ou mesmo em <i>smartphone</i>. Outro ponto se refere à possibilidade de elaborar atividades de acordo com o desempenho do estudante e adaptá-las, conforme sua necessidade. O registro dos desempenhos automático pelo ambiente economiza o tempo de aplicação do profissional”.</p> <p>“Como em qualquer programa, podem ser realizadas melhorias, como, modificar a consequência reforçadora, de acordo com os interesses do estudante, por exemplo, ao finalizar a atividade, acesso automático a um vídeo no YouTube; fornecer instruções orais para serem dadas diretamente pelo ambiente conforme cada atividade e especificar as figuras/palavras no relatório de cada atividade”.</p> |
| 2 | Desempenho dos estudantes com TEA nas atividades (questões 4 e 5) | <p>“Ao visualizar as atividades no <i>tablet</i>, eles sorriam e solicitavam para fazê-las, o que significa que estavam motivados para realização de tais atividades. É importante destacar que tal comportamento não ocorria com as atividades no papel”.</p> <p>“Os estudantes estabeleciam contato visual permanente com os estímulos presentes nas atividades, o que favoreceu um maior número de acertos em cada uma delas, o que significa que eles estavam mais concentrados”.</p> |
| 3 | Uso do ambiente pelos pais (questão 6) | <p>“A aplicação das atividades é muito fácil e pode ser utilizada por qualquer população, inclusive pelos pais. Devido à automatização das atividades, o profissional pode programar uma sequência e deixar disponível para que os pais realizem com seus filhos, de modo a ampliar o tempo de intervenção, nas respectivas residências”.</p> |
| 4 | Análise de dados oferecida pelo ambiente (questão 7) | <p>“Os relatórios emitidos pelo ambiente otimizam a análise de dados, por agilizarem o cálculo de acertos e erros, facilitando, assim, as tomadas de decisão sobre o currículo de cada estudante com TEA, contudo, precisam ser mais específicos em relação ao desempenho para cada palavra e/ou figura”.</p> |

Já a Tabela 9 mostra as respostas da profissional B, também participante para as perguntas do questionário aplicado.

Após responderem aos questionários, tais sujeitos registram algumas indagações que são relevantes para os resultados e as discussões desta pesquisa. As dúvidas de uso do *software* foram tratadas à medida que os profissionais repassavam para a equipe de desenvolvedores.

Tabela 9 – Categorias de análise das respostas da profissional B em relação à avaliação ao mTEA

| Cat. | Descrição da categoria | Respostas |
|------|---|--|
| 1 | Avaliação do ambiente digital em comparação às atividades aplicadas manualmente (questões 1, 2 e 3) | “A ideia do aplicativo é muito legal, porém não é atra-tivo o suficiente, por exemplo, como outros aplicativos, que são coloridos, tem voz, música e cores vivas, e tem atividades semelhantes. Contudo, ao comparar com as atividades manuais, o aplicativo é bem mais eficaz, prin-cipalmente para análise dos dados”. |
| 2 | Desempenho dos estudantes com TEA nas ativida-des (Questão 4 e 5) | “Achei o aplicativo simples de se usar, mas acho que poderia ter opções de personalização, por exemplo, au-mentar a letra e imagens, para crianças que tem mais dificuldades motoras, como foi o caso de E5, que não respondeu para nenhuma atividade, devido à dificuldade motora para realização a atividade”. |
| 3 | Uso do ambiente pelos pais (questão 6) | “Acredito que o aplicativo seja válido para utilização em diversos ambientes. Em geral, a ideia é muito boa e acho que vai auxiliar bastante no aprendizado das crianças” . |
| 4 | Análise de dados oferecida pelo ambiente (questão 7) | “Outra coisa também é que achei complexo cadastrar as crianças pelo site e depois abrir o aplicativo (se fosse tudo no aplicativo ia facilitar muito pra cadastrar vá-rias crianças), acho que quanto mais simples mais fácil de disseminar a ideia e outras pessoas utilizarem desse recurso”. |

Dentre as dúvidas registradas pelas profissionais destacam-se as descritas a seguir:

a) Particularidades de cada atividade: por exemplo, sobre a necessidade de fazer *upload* da mesma figura duas vezes para a atividade de identificação de figuras similares – jogo da memória (profissional A); e a necessidade de ampliar a letra e personalizar ainda mais a tarefa para cada criança (profissional B).

b) Questões técnicas: por exemplo, o *link* digitado para acesso ao vídeo no YouTube após a realização da prática não funcionou; ao criar uma atividade, poder aproveitar a tarefa de outros estudantes, de modo a economizar o tempo de elaboração pelo profissional; estabelecer critério de repetição da ação; fornecer instruções orais pelo próprio ambiente (profissional A); dificuldade para cadastrar as crianças pelo site e depois abrir o aplicativo - se fosse tudo no aplicativo iria facilitar muito pra cadastrar várias crianças (profissional B).

5.3 Considerações do Capítulo

Este capítulo apresentou uma avaliação realizada por meio de questionário com profissionais educadoras na realização de atividades com crianças com TEA. Para esse procedimento, agentes especializados em ABA se propuseram a aplicar atividades e em seguida responder um questionário que versava sobre avaliação do mTEA. Objetivou-se fazer uma comparação com o método tradicional, destacando os pontos positivos e os negativos do ambiente.

Os resultados, as conclusões e os trabalhos futuros serão abordados no Capítulo 6.

6 Conclusões

A presente pesquisa objetivou elaborar e avaliar o ambiente mTEA para o ensino personalizado de habilidades básicas para estudantes com TEA, a partir da elaboração e da aplicação das atividades por um profissional que trabalhava com alunos. É fundamental ressaltar que tais discentes podem apresentar dificuldades relacionadas às diferentes áreas do desenvolvimento, a destacar: linguagem, desenvolvimento motor, autocuidados, habilidades sociais e cognição, especialmente no que concerne à aprendizagem acadêmica, no tocante às habilidades de leitura e de escrita.

Como uma forma de promover o ensino, são propostas estratégias diferenciadas, com o uso de recursos tecnológicos, orientados por uma equipe interdisciplinar, geralmente composta por pedagogos, educadores especiais, psicólogos, fonoaudiólogos e terapeutas ocupacionais. O uso de ferramentas que aporte essas estratégias de ensino favoreceu o ensino das diferentes habilidades supracitadas, nas diversas áreas de desenvolvimento. Assim, a forma como o mTEA foi estruturado viabilizou a elaboração de atividades que integrem um currículo delineado na perspectiva da ABA (COOPER; HERON; HEWARD, 2007).

O ambiente proposto foi viabilizado pela integração de um sistema *web* (mTEA-WEB) e do aplicativo para dispositivo móvel (smartphone e tablet). O mTEA-WEB possibilitou a elaboração de atividades personalizadas pela profissional que integra uma equipe interdisciplinar que trabalhava com estudantes com TEA. Além disso, permite o acompanhamento das atividades e a análise do desempenho individual de cada um deles. Isso contribui para a programação de um currículo de ensino de acordo com os princípios da ABA (COOPER; HERON; HEWARD, 2007).

Nesse sentido, a principal inovação com mTEA foi permitir que o profissional da equipe multidisciplinar elaborasse as atividades individualizadas, com base no currículo personalizado de cada aluno. Além disso, permite-se o registro automático do desempenho dos sujeitos com TEA, em conformidade com a avaliação da profissional participante A na Categoria 1 da Tabela 8. Outra característica importante desse ambiente se refere à possibilidade de os pais realizarem as tarefas com os seus filhos em suas residências, de acordo com o relatado na Categoria 3 da Tabela 8. Assim, os responsáveis pelas crianças podem controlar o tempo de realização das ações e acompanhar o rendimento dos filhos.

Outro item relevante, o relatório fornecido pelo ambiente otimizou a análise de dados e a aplicação das atividades. Nas tarefas manuais, o profissional necessita aplicar e registrar manualmente o desempenho do estudante com TEA, em cada prática. Já no mTEA, o agente não precisa registrar os dados, pois isso é realizado automaticamente,

segundo o relato da profissional A na Categoria 4 da Tabela 8.

De acordo com os relatos da profissional A, a motivação dos estudantes com TEA para a realização das atividades no mTEA foi considerada como satisfatória (Categoria 2 da Tabela 8). Isso corrobora os desempenhos apresentados na Figura 30, uma vez que realizaram todas as tarefas propostas em seus currículos personalizados.

Por outro lado, em relação ao desempenho de E5, a profissional B identificou que as ações eram muito difíceis para o discente, devido à coordenação motora necessária para realizá-las. Isso sugere que em versões futuras do programa sejam programados templates que treinem a coordenação motora, como rabiscar, desenhar igual o modelo, arrastar setas para diferentes lados, dentre outros. De maneira geral, tanto a profissional A, como a B, indicam a ferramenta para outros profissionais e continuam usando-a com alguns alunos.

As dicas visuais fornecidas nas tarefas de formação e sobreposição das palavras e de sequência numérica favoreceram o maior desempenho dos sujeitos. Isso corrobora os achados descritos na literatura (BERNARD-OPITZ V.; NAKAHODA-SAPUAN, 2004; KRANTZ; MCCLANNAHAN, 1998; SAHABANI et al., 2002). O conjunto de dados apresentados identifica os avanços do mTEA, em comparação aos ambientes com domínio público disponíveis para a elaboração de atividades por profissionais.

Além disso, são propostas sugestões para o aprimoramento do programa em versões futuras, no que diz respeito aos seguintes aperfeiçoamentos: a) após o término da atividade ter acesso automático ao vídeo do YouTube, de acordo com a preferência de cada estudante com TEA; b) copiar a tarefa para diferentes alunos, de modo a otimizar a elaboração; c) estabelecer critério de repetição da ação; d) fornecer instruções orais pelo próprio ambiente; e) no relatório dos dados, apresentar o desempenho em cada atividade de acordo com cada figura e cada palavra trabalhada e, ainda, descrever a resposta dos discentes em vez de apenas quantificá-la; f) ampliar o número de *templates* para outras práticas.

Algumas limitações podem ser identificadas ao longo da aplicação do estudo, tais como: não foi possível comparar objetivamente o uso das tarefas manuais e o das atividades no mTEA, visto que a comparação foi subjetiva, a partir dos relatos das duas profissionais que utilizaram o *software*. Isso confirma a importância dele, apesar das dificuldades identificadas nos depoimentos obtidos com a aplicação do questionário.

Outro ponto se refere à falta de medida em relação ao tempo gasto e ao nível de qualidade avaliada pelo profissional para a realização das práticas no programa, em comparação às atividades manuais. Não foi utilizado um esquema de grupo de alunos com TEA para usar o mTEA, devido à população alvo traçada no estudo, que apresenta muitas particularidades em seus desenvolvimentos, o que dificulta o estabelecimento de um segmento homogêneo para avaliação.

Os dados do questionário aplicado com os profissionais após o uso do mTEA

evidenciam a importância do programa, apesar de necessitar de futuras evoluções, pensando-se em uma aplicação em larga escala, com diferentes estudantes com TEA.

Os desempenhos dos alunos, apresentados nas Figuras 30 e 31, mostram que eles realizaram as atividades no mTEA e que para a maioria deles, as atividades estavam coerentes ao currículo personalizado de cada um. Contudo, não foi possível realizar uma comparação explícita do efeito das atividades manuais com o desempenho nas atividades do programa, devido ao efeito cumulativo da aprendizagem. Ou seja, ao fazer a tarefa no programa, o discente aprendeu quais são os estímulos que ele precisa responder, assim como ao fazer de maneira manual. Com isso, não se pode aferir até que ponto o aprendizado foi oriundo apenas do *software*, e até que ponto foi produto das práticas manuais. Estudos futuros podem pensar em como operacionalizar essa medida de forma mais clara.

Outra sugestão para a condução de trabalhos futuros envolve a aplicação do mTEA com vários profissionais e comparação do desempenho do profissional ao aplicar a atividade no programa com aplicação manual. De maneira subjetiva, foi possível aferir nos relatos a otimização da aplicação das sessões, a partir do uso do mTEA. Contudo, sugere-se que sejam conduzidas análises sistemáticas de tais aplicações, nos dois formatos propostos.

Os dados do presente estudo alcançaram os objetivos iniciais propostos em relação à elaboração e à avaliação do mTEA, com dados fundamentais para a continuidade e o aprimoramento do ambiente, visando à disseminação e ao uso por diferentes agentes educacionais. Os resultados mostram que o mTEA permitiu a criação de atividades específicas para a demanda curricular de cada estudante com TEA, sendo elaborado e aplicado por profissionais leigos na área computacional. Isso significa que o ambiente apresenta uma interface amigável flexível, além de favorecer o ensino das habilidades básicas supracitadas e a disseminação do seu uso por diferentes pessoas para diferentes alunos com TEA. Assim sendo, a reunião dos conhecimentos produzidos pelas áreas da ABA, assim como da educação especial e da ciência da computação foi fundamental para a elaboração do mTEA, visando ao ensino e à aprendizagem de tarefas para esses discentes com TEA, de acordo com as suas necessidades individuais.

Atualmente, o mTEA possui sete *templates* para elaboração de atividades por profissionais da equipe multidisciplinar. Com as informações das arquiteturas propostas neste trabalho, outros desenvolvedores podem programar novos *templates*. Além disso, o mTEA está em processo de registro no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

As contribuições deste trabalho são descritas a seguir:

- **Realização de um mapeamento sistemático:** foi realizado um estudo de mapeamento de trabalhos relacionados, com o propósito de construir conhecimento com as publicações relacionadas às ferramentas tecnológicas de apoio ao ensino de crianças

com TEA (Capítulo 3). O uso da metodologia aplicada permite replicar esse tipo de abordagem de modo que os resultados possibilitam a escolha de ferramentas de ensino e serviram de base para apoiar esta pesquisa bem como para o desenvolvimento do mTEA.

- **Elaboração de atividades adaptáveis ao nível da criança com TEA:** como propósito principal desta investigação, a elaboração de tarefas com uso de recursos computacionais de maneira adaptável ao repertório do aluno é importante para a evolução das pesquisas com usos de instrumentos e ferramentas tecnológicas no desenvolvimento do sujeito com TEA. A Seção 4.1 tratou a respeito dessa contribuição.
- **mTEA:** desenvolveu-se um conjunto de ferramentas (*mTEA-Server*, *mTEA-WEB* e *mTEA-App*) integradas formando um ambiente digital *mTEA*. Esse espaço possibilita que usuários profissionais educadores elaborem atividades de maneira customizável e apliquem nas crianças com TEA que utilizam *tablet*. Em seguida os resultados podem ser avaliados pelos profissionais para acompanhamento do rendimento dos alunos.
- **Avaliação da proposta:** Realizaram-se experimentos com crianças com o citado transtorno para avaliar a proposta deste trabalho. Em seguida, realizou-se uma análise com profissionais com experiência com sujeitos com TEA. Considerando os aspectos que restringem a pesquisa com crianças com TEA, os resultados foram satisfatórios.

6.1 Trabalhos futuros

Destacam-se, a seguir, algumas propostas para estudos futuros:

- **Desenvolvimento de novos templates:** atualmente o *mTEA* dispõe de sete *templates*. Porém, é possível incluir vários outros. Com as recomendações dos profissionais educadores, seguir as diretrizes da ABA (COOPER; HERON; HEWARD, 2007; LOVAAS, 1987; SIMPSON, 2001) e a arquitetura proposta neste trabalho
- **Revisão sistemática:** como o MSL tem caráter quantitativo, é possível ampliar a avaliação de trabalhos o MSL para criar uma revisão sistemática, que possibilitem analisar estudos de maneira aprofundada e as ferramentas de ensino abordadas.
- **Usabilidade da ferramenta:** como o foco desta pesquisa não foi abordar sobre a usabilidade dos *softwares* envolvidos, isto pode ser uma opção para trabalhos futuros: avaliar e aprimorar a usabilidade do *mTEA* tanto no *app* como no software *web*.

- **Comparação com método manual de maneira objetiva:** como não foi possível realizar uma comparação objetiva entre o uso das tarefas manuais e as ações no *mTEA*, visto que a comparação foi subjetiva, a partir dos relatos das duas profissionais que utilizaram o *software* e confirmaram a importância dele, existe espaço para estudo mais elaborados realizando essa análise de maneira sistematizada e isenta.
- **Novas avaliações com tempo:** outro ponto relevante para novas pesquisas se refere à medida em relação ao tempo gasto e ao nível de qualidade avaliado pelo profissional para a realização das atividades no programa, também comparadas às práticas manuais. Será relevante avaliar a eficiência na utilização dos recursos do *mTEA* levando em consideração o tempo gasto para a elaboração das ações aplicadas com a criança com TEA.

Por fim, como o *mTEA-WEB* está disponível nos servidores da Universidade Federal do Piauí (UFPI), por meio do link [mTEA-WEB](#) (usuário: cbie; senha: cbie1), outros pesquisadores podem continuar estudos sobre a proposta. Destaca-se a possibilidade de surgirem novos trabalhos com o uso do *mTEA* no desenvolvimento de outras análises científicas com indivíduos com TEA.

Referências

- AGL, P. *Autismo e escola: a perspectiva de pais e professores [dissertação]*. [S.l.]: Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Citado na página 5.
- APA. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais - dsm-5-tr. *American Psychiatric Association, APA*, 2013. Disponível em: <<https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>>. Citado 4 vezes nas páginas 1, 5, 50 e 51.
- ARESTI-BARTOLOME, N.; GARCIA-ZAPIRAIN, B. Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 11, n. 8, p. 7767–7802, 2014. ISSN 1660-4601. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1660-4601/11/8/7767>>. Citado na página 32.
- AUTISMSPEAKS. *DSM-5 Diagnostic Criteria*. 2015. Disponível em: <<<https://www.autismspeaks.org/what-autism/diagnosis/dsm-5-diagnostic-criteria>>. Citado na página 51.
- BAER, M. M. W. E. T. R. R. D. M. *Some current dimensions of applied behavior analysis*. 1968. 91-97 p. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16795165>>. Citado na página 8.
- BENITEZ, P. *Aplicação de um programa informatizado de ensino de leitura e escrita por familiares de indivíduos com deficiência intelectual*. [S.l.]: Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo., 2011. Citado na página 11.
- BERNARD-OPITZ V., R. K.; NAKAHODA-SAPUAN, S. Aenhancing social problem solving in children with autism and normal children with computer assisted instruction. *Journal of Autism and Developmental Disorder*, v. 31, n. 4, p. 377–384, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 60.
- BRAGA, R. et al. Estudo prático sobre mapeamento sistemático da literatura utilizando a ferramenta theend. *Anais Escola Regional de Informática do Piauí*, n. 1, p. 77–91, 2016. Citado 4 vezes nas páginas 13, 16, 17 e 20.
- BRITES, M. V. C. *AUTISMO O QUE É? DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS*. 2015. Disponível em: <<http://entendendoautismo.com.br/artigo/autismo-o-que-e/>>. Citado na página 5.
- BUZZI, M. C. et al. Abcd sw: Autistic behavior & computer-based didactic software. In: *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (W4A '12), p. 28:1–28:2. ISBN 978-1-4503-1019-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2207016.2207037>>. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 34.
- CARRER H.J., e. a. Avaliação de software educativo com reconhecimento de fala em indivíduos com desenvolvimento normal e atraso de linguagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 17, n. 3, p. 1–16, 2015. Citado na página 6.

CDCP. Prevalence of autism spectrum disorders. *Centers for Disease Control and Prevention, CDCP*, n. 3, p. 1–19, 2012. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/mmwr/pdf/ss/ss6103.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 5.

CDCP. Estimated prevalence of autism and other developmental disabilities following questionnaire changes in the 2014 national health interview survey. *Centers for Disease Control and Prevention, CDCP*, 2014. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html>>. Citado na página 1.

CHIEN, M.-E. et al. ican: A tablet-based pedagogical system for improving communication skills of children with autism. *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 73, p. 79 – 90, 2015. ISSN 1071-5819. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S107158191400086X>>. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.

COOPER, J. O.; HERON, T. E.; HEWARD, W. L. Applied behavior analysis. *Upper Saddle River, NJ: Pearson Education*, 2007. Citado 9 vezes nas páginas 2, 6, 7, 11, 38, 39, 49, 59 e 62.

DIXON, W. J.; MASSEY, F. J. Book; Book/Illustrated. *Introduction to statistical analysis*. 2nd ed. ed. [S.l.]: New York : McGraw-Hill, 1957. Citado na página 22.

ESCOBEDO, L. et al. Mosoco: A mobile assistive tool to support children with autism practicing social skills in real-life situations. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (CHI '12), p. 2589–2598. ISBN 978-1-4503-1015-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2207676.2208649>>. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.

FARIAS, E.; SILVA, L.; CUNHA, M. Abc autismo: Um aplicativo móvel para auxiliar na alfabetização de crianças com autismo baseado no programa teacch. *Anais do Simpósio Brasileiro de Sistema de Informação*, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 2, 33 e 34.

GAMMA, E. et al. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. [S.l.]: Pearson Education, 1994. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 42.

GARLAN, D. Software architecture: a roadmap. In: ACM. *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering*. [S.l.], 2000. p. 91–101. Citado na página 37.

GOMES C. G. S.; SILVEIRA, A. D. *Ensino de Habilidades Básicas para pessoas com autismo: manual para intervenção comportamental intensiva*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 1. 215 p. Citado na página 7.

GUTHRIE, W. et al. *Early diagnosis of autism spectrum disorder: stability and change in clinical diagnosis and symptom presentation*. 2013. 582-590 p. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jcpp.12008>>. Citado na página 5.

HANI, H.; ABU-WANDI, R. Dissero mobile application for autistic children's. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 90:1–90:6, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.

HAYDU, V. O modelo da equivalência de estímulos na forma de jogos educativos para o ensino leitura e escrita em contexto coletivo. *Psicologia e Análise do Comportamento: Conceituações e Aplicações à Educação, Organizações, Saúde e Clínica*, v. 1, p. 177–197, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 34.

- HINIKER, A.; DANIELS, J. W.; WILLIAMSON, H. Go go games: Therapeutic video games for children with autism spectrum disorders. p. 463–466, 06 2013. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- HOWARD, J. S. et al. A comparison of intensive behavior analytic and eclectic treatments for young children with autism. *Research in Developmental Disabilities*, v. 26, n. 4, p. 359 – 383, 2005. ISSN 0891-4222. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891422205000247>>. Citado 3 vezes nas páginas 6, 8 e 23.
- J.J. SMITH T, L. O. I. M. *Long-term outcome for children with autism who received early intensive behavioral treatment*. [S.l.: s.n.], 1993. v. 97. 359-372 p. Citado na página 11.
- JÚNIOR, W. C. *Transtornos Invasivos do Desenvolvimento*. [S.l.: s.n.], 2011. Citado na página 39.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. M. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. 2007. Citado 7 vezes nas páginas 14, 15, 16, 19, 21, 32 e 34.
- KOEGEL, L. K. et al. The importance of early identification and intervention for children with or at risk for autism spectrum disorders. *International journal of speech-language pathology*, v. 16 1, p. 50–6, 2014. Citado na página 6.
- KRANTZ, P. J.; MCCLANNAHAN, L. E. Social interaction skills for children with autism: A script-fading procedure for beginning readers. *ournal of Applied Behavior Analysis*, v. 31, p. 191–202, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 60.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. [S.l.]: Atlas, 2001. v. 4. Citado na página 13.
- LEAR, K. Help us learn: A self-paced training program for aba. part i:training manual. v. 2, 2004. Citado 4 vezes nas páginas 9, 10, 11 e 35.
- LOVAAS, O. I. Behavioral treatment and normal education and intellectual functioning in young children. v. 55, p. 3–9, 1987. Citado na página 62.
- LOVAAS, O. I. Teaching individuals with developmental delay: Basic intervention techniques. 2002. Citado 3 vezes nas páginas 9, 11 e 35.
- MARTIN G., . P. J. Modificação de comportamento: o que é e como fazer. 2009. Citado na página 8.
- MATSON, J. L.; WILKINS, J.; FODSTAD, J. C. The validity of the baby and infant screen for children with autism traits: Part 1 (biscuit: Part 1). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 41, n. 9, p. 1139–1146, Sep 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10803-010-0973-3>>. Citado na página 6.
- MITCHELL, S.; CARDY, J. O.; ZWAIGENBAUM, L. Differentiating autism spectrum disorder from other developmental delays in the first two years of life. *Developmental Disabilities Research Reviews*, v. 17, n. 2, p. 130–140, 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ddrr.1107>>. Citado na página 6.

- NEUROCIENCIA. *GRAUS DE AUTISMO – IMPORTANTE SABER*. 2017. Disponível em: <<http://neuroconecta.com.br/graus-de-autismo-importante-saber/>>. Citado na página 51.
- OLIVEIRA, C. Um retrato do autismo no brasil. *Revista Espaço Aberto da USP*, 2015. Citado na página 1.
- OMS, O. M. D. S. *O papel do farmacêutico em atenção ao Saude: Declaração de Tóquio*. [S.l.]: Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993. Citado na página 30.
- OZAND, P. e. a. Eautism: a review. *Journal of Pediatric Neurology*, n. 2, p. 55–67, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 1, 5 e 6.
- PARR, J. *Autism*. [S.l.]: Clinical Evidence (Online), 2010. Citado na página 1.
- PASSERINO, L.; AVILA, B. G.; BEZ, M. R. Scala: um sistema de comunicação alternativa para o letramento de pessoas com autismo. *RENTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 1, p. 1–10, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- PEDROZA, M. T. *Conheça a Terapia ABA*. 2017. Disponível em: <<http://bhave.life/aba/>>. Citado na página 8.
- PETERSEN S. MUJTABA, M. M. K. F. Systematic mapping studies in software engineering. *Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE'08*, p. 68–77, 2008. Citado 4 vezes nas páginas 13, 15, 32 e 34.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 41.
- ROGERS, L. V. S. J. Interventions for infants and toddlers at risk for autism spectrum disorder. *Handbook of autism and developmental disorders*, v. 4, p. 739–769, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 23.
- SAHABANI, D. B. et al. Increasing social initiations in children with autism: Effects of a tactile prompt. *Journal of Applied Behavior*, v. 35, n. 3, p. 79–83, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 60.
- SAUDE-OMS, O. M. da. *Cid-10 - Classificação Estatística Internacional de Doenças*. [S.l.]: Edusp, 2015. v. 3. Citado na página 50.
- SIMPSON, R. L. ABA and students with autism spectrum disorders: Issues and considerations for effective practice. *Focus on autism and other developmental disabilities*, v. 16, p. 68–71, 2001. Citado 6 vezes nas páginas 1, 6, 8, 40, 46 e 62.
- SKINNER, B. F. *Verbal behavior*. Prentice-Hall, 1957. Citado na página 39.
- TENORIO, J. P. *Programação e avaliação do ensino de leitura e escrita por meio de jogos educativos para crianças com dificuldades de aprendizagem*. [S.l.]: Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo., 2013. Citado na página 11.
- TIOBE. *TIOBE Index for March 2018*. 2018. Disponível em: <<https://www.tiobe.com/tiobe-index/>>. Citado na página 42.

VIRUES-ORTEGA, J. Applied behavior analytic intervention for autism in early childhood: Meta analysis, meta-regression and dose–response meta-analysis of multiple outcomes. *linical Psychology Review*, v. 30, p. 378–399, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 23.

WAZLAWICK, R. S. *Metodologia de Pesquisa para Ciências da Computação*. [S.l.]: Elsevier, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 49.