



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE SOBRAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DE
COMPUTAÇÃO

JOAQUIM EUCLIDES BARROZO NETO

TECA: TECNOLOGIA EDUCACIONAL PARA CRIANÇAS AUTISTAS

SOBRAL

2019

JOAQUIM EUCLIDES BARROZO NETO

TECA: TECNOLOGIA EDUCACIONAL PARA CRIANÇAS AUTISTAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação do *Campus* de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Elétrica e de Computação. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Rolim Fernandes

SOBRAL

2019

JOAQUIM EUCLIDES BARROZO NETO

TECA: TECNOLOGIA EDUCACIONAL PARA CRIANÇAS AUTISTAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação do *Campus* de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Elétrica e de Computação. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alexandre Rolim
Fernandes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Iális Cavalcante de Paula Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A todos que sonham e que mesmo cientes de suas limitações, ousam realizar.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Alexandre Rolim Fernandes, por suas orientações que levaram ao desenvolvimento não só do projeto, mas também ao meu desenvolvimento como acadêmico e pesquisador.

A minha esposa Virgínia Rute do Nascimento Barrozo, por sempre apoiar e acreditar em mim. Por toda paciência e amor a mim dedicado. Por me auxiliar na revisão desta dissertação.

A minha mãe Maria Salete Sousa e ao meu pai Alexandre Euclides Barrozo Neto que muito contribuíram com suas motivações e apoio.

A todos que participaram da criação e aplicação do jogo TECA: Tracy Glenday, Shyrlane Souza, Milton Dutra, Pedro Renoir, Ester do Nascimento e Ítalo Felix. Eu realmente admiro a capacidade e a dedicação que cada um demonstrou para realização deste projeto. O jogo TECA possui um pedacinho de cada um de vocês e sem vocês este jogo jamais seria o mesmo.

A Universidade Federal do Ceará e aos meus professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação que, por desejarem o melhor para seus alunos, exigiram de cada um nada menos do que o melhor em todas aulas e atividade.

Aos pais e crianças que, acreditando na equipe do jogo TECA, participaram do projeto e contribuíram imensuravelmente com suas experiências e opiniões. Vocês foram a motivação para que cada detalhe tenha sido planejado e desenvolvido tão zelosamente.

A todos os colegas de mestrado que tanto me ajudaram, orientaram e motivaram. Foi um prazer enorme dividir estes momentos de estudos e pesquisa com vocês.

A todos que direta ou indiretamente contribuí para realização deste importante projeto e almejo título.

A Deus, autor e consumidor de todas as coisas. Que em sua infinita bondade reservou um lugar para mim neste programa de mestrado, capacitou-me para todos os desafios, sustentou-me em todas as minhas necessidades e trouxe até mim tantas pessoas incríveis que me ajudaram de modo que não posso recompensar.

Muito obrigado.

“A educação é um fardo leve e valioso, que você pode levar a qualquer lugar e nunca vão poder roubar de você.”

(Meus pais)

RESUMO

Desde os primeiros estudos em 1943, muito se tem avançado na identificação e categorização das características e no desenvolvimento de metodologias de tratamento do Transtorno do Espectro Autista. Entretanto, ainda não foi possível identificar de forma precisa as causas que levam à manifestação dos sintomas que caracterizam o autismo. Este fato tem aumentado as preocupações de pais, amigos e sociedade em geral. O projeto desta dissertação consiste no planejamento, desenvolvimento, aplicação e avaliação do jogo sério TECA, Tecnologia Educacional para Crianças Autistas, planejado a partir das pesquisas e observações das características, déficit, pontos fortes e tratamentos comuns a este público, bem como da análise da aplicação de sistemas computacionais voltados para educação e do estudo dos componentes de gamificação utilizados em jogos sérios. O TECA foi criado com o propósito de auxiliar de maneira lúdica, especializada e adaptativa no desenvolvimento da autonomia e educação das crianças autistas. Entre os componentes que compõem o jogo, destacam-se a utilização de imagens e sons antes das atividades, em enredos que contextualizam a aplicação do conteúdo estudado, e durante a atividade, facilitando a compreensão e associação dos conteúdos das atividades, bem como o consequente aprendizado da criança. Visando maior interação entre o jogo, a criança e o meio em que ela está inserido, também são utilizados em suas funcionalidades diversos recursos como *touchscreen*, câmera e realidade aumentada. Além disto, também foram inseridos mecanismos de adaptação ao nível e ritmo de aprendizado do aluno através de um sequenciamento de atividades. O jogo TECA foi utilizado e testado por um grupo de 10 crianças autistas, que recebem atendimento na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais, APAE, da cidade de Sobral/CE. Durante o projeto, foram realizadas a avaliação do jogo a partir da percepção dos responsáveis e a avaliação do aprendizado da criança a partir do jogo. O jogo TECA demonstrou, a partir da comparação dos resultados das duas etapas de avaliação, um aumento significativo no percentual de acerto das crianças após o estudo como o jogo. Também foi observado um alto índice de aprovação dos responsáveis das crianças que participaram do projeto, quanto à metodologia, contribuições para desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais e elementos do jogo.

Palavras-chave: Autismo, Jogo sério, Desenvolvimento, Educação, Tratamento.

ABSTRACT

Since the first studies in 1943, many advances were made in the identification, categorization and treatments of the Autism Spectrum Disorder. However, it has not yet been possible to identify precisely the causes for the manifestation of the symptoms that characterize autism. This fact increased the concerns of parents, friends and society in general. In order to contribute to this issue, this dissertation presents the design, development, application and evaluation of the serious game TECA, Educational Technology for Autistic Children, designed from researches and observations of the characteristics, deficits, strengths and treatments common to this public, as from the analysis of the application of computer systems for education and the study of gamification components used in serious games. The TECA was created with the purpose of assisting in a playful, specialized and adaptive way in the development of autonomy and education of autistic children. Among the components used by the game, it can be highlighted the use of images and sounds before the activities, in plots that contextualize the application of the studied content, and during the activity, facilitating the understanding and association of the activities contents and consequently the learning, as well as the learning processing. Aiming a greater interaction between the game, the child and the environment in which they are inserted, various features, such as touchscreen, camera and augmented reality, are also used in its functionalities. In addition, mechanisms of adaptation to the student's level and pace of learning were also inserted through a series of activities. The TECA game was used and tested by a group of 10 autistic children, who receive care in the Association of Parents and Friends of the Exceptional, APAE, in the city of Sobral / CE. The evaluation of the game was performed in two different ways: from the subjective perception of the parents and from the learning the children got from the game. The TECA game demonstrated significant increase in the percentage of children, in addition to a high approval rating of the parents who participated in the project, regarding the used methodology, contributions to the development of cognitive and social skills, and elements of the game.

Keywords: Autism, Serious game, Development, Education, Treatment

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Canal de Fluxo de Mihalyi Csikszentmihalyi	38
Figura 2 – Absorção da luz pelos cones vermelhos, verdes e azul no olho humano como função do comprimento de onda	52
Figura 3 – Representação do modelo RGB por meio de um cubo	53
Figura 4 – Representação do modelo HSV através de um cilindro	54
Figura 5 – <i>Continuum</i> Realidade-Virtualidade	56
Figura 6 – Tela de <i>login</i> do jogo TECA	62
Figura 7 – Formulário de cadastro do jogo TECA	62
Figura 8 – Formulário de cadastro do jogo TECA	63
Figura 9 – Menu inicial do TECA	63
Figura 10 – Menu de configurações do TECA	64
Figura 11 – Menu de configurações de vídeo do TECA	64
Figura 12 – Menu de configurações de dados do TECA	65
Figura 13 – Parte dos créditos do TECA	65
Figura 14 – Atividade com associação entre animal e som	68
Figura 15 – Atividade com associação entre animal e comida	69
Figura 16 – Enredo com áudio do subgrupo de atividade sobre gato	70
Figura 17 – Dica com áudio da segunda atividade sobre gato	70
Figura 18 – Atividade com AVP	71
Figura 19 – Atividade com AVD	72
Figura 20 – Atividade com identificação de cor	72
Figura 21 – Atividade com realidade aumentada	73
Figura 22 – Mapa de atividades - Fazenda	73
Figura 23 – Enredo de apresentação do animal cachorro	74
Figura 24 – Mapa de atividades - Casa	75
Figura 25 – Enredo para ensino da cor verde	75
Figura 26 – Atividade com <i>feedback</i> motivacional para uma nova tentativa	76
Figura 27 – Animação de parabéns padrão do jogo TECA	77
Figura 28 – Adaptação de nível através de dicas	78
Figura 29 – Intervalo de matiz correspondente a cor azul no jogo TECA	81
Figura 30 – Identificação de animal utilizando Realidade Aumentada	82

Figura 31 – Classificação indicativa do jogo TECA	84
Figura 32 – Questionário de classificação indicativa do sistema IARC	84
Figura 33 – Atividade para o ensino da mecânica de jogo Clicar em Objeto	88
Figura 34 – Atividade para o ensino da mecânica de jogo Realidade Aumentada	89
Figura 35 – Atividade de avaliação inicial referente à cor verde	90
Figura 36 – Atividade de avaliação inicial referente à cor vermelha	90
Figura 37 – Atividade de avaliação final referente à cor verde	92
Figura 38 – Atividade de avaliação final referente à cor vermelha	92
Figura 39 – Gráfico de médias de acertos nas etapas de avaliação por atividade	94
Figura 40 – Gráfico do percentual de acertos nas etapas de avaliação por criança	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características e elementos de jogos e seus impactos motivacionais no jogador	39
Tabela 2 – Mecânicas de jogo por atividade	66
Tabela 3 – Perguntas referentes à metodologia do jogo	95
Tabela 4 – Perguntas referentes à contribuição do jogo	95
Tabela 5 – Perguntas referente aos elementos do jogo	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADDM	<i>Autism and Developmental Disabilities Monitoring</i>
AIVP	Atividades Instrumentais de Vida Prática
APA	<i>American Psychiatric Association</i>
APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
API	<i>Application Programming Interface</i>
AVD	Atividades de Vida Diária
AVP	Atividades de Vida Prática
CDC	<i>Center of Disease Control and Prevention</i>
ClassInd	Classificação Indicativa
ESRB	<i>Entertainment Software Rating Board</i>
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IA	Inteligência Artificial
IARC	<i>International Age Rating Coalition</i>
IUT	Interface de Usuário Tangível
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
TEA	Transtorno do Espectro Autista
UFC	Universidade Federal do Ceará
VA	Virtualidade Aumentada
VC	Visão Computacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Revisão de Literatura	18
<i>1.1.1</i>	<i>Jogos para autistas com foco em habilidades sociais</i>	18
<i>1.1.1.1</i>	<i>ECHOES</i>	18
<i>1.1.1.2</i>	<i>FaceSay</i>	19
<i>1.1.1.3</i>	<i>COSPATIAL</i>	20
<i>1.1.2</i>	<i>Jogos para autistas com foco em habilidades linguísticas</i>	21
<i>1.1.3</i>	<i>Jogos para ensino de conteúdos diversos</i>	21
1.2	Contribuições	24
1.3	Produção Científica	25
1.4	Estrutura do Trabalho	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1	Autismo	26
<i>2.1.1</i>	<i>Diagnóstico</i>	26
<i>2.1.2</i>	<i>Principais características</i>	29
<i>2.1.3</i>	<i>Tratamento</i>	30
<i>2.1.3.1</i>	<i>Déficit linguístico</i>	30
<i>2.1.3.2</i>	<i>Atividades de vida diária e de prática de vida</i>	30
2.2	Sistemas computacionais na educação	31
<i>2.2.1</i>	<i>Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir da natureza do software</i>	31
<i>2.2.2</i>	<i>Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir da natureza da proposta pedagógica</i>	32
<i>2.2.3</i>	<i>Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir da utilização do ambiente de informática</i>	32
<i>2.2.4</i>	<i>Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir do objetivo da aplicação</i>	33
2.3	Jogo eletrônico	33
<i>2.3.1</i>	<i>Gêneros de jogo</i>	34
<i>2.3.2</i>	<i>Modelo de jogo</i>	35

2.3.2.1	<i>Parte correspondente ao Jogo</i>	35
2.3.2.2	<i>Parte correspondente ao Jogador</i>	35
2.3.2.3	<i>A relação entre os domínios do jogador e do jogo</i>	36
2.3.2.4	<i>Elementos de relação entre o jogo e o jogador</i>	36
2.3.3	<i>Componentes de gamificação em jogos sérios</i>	39
2.3.4	<i>Estatísticas referentes aos jogos</i>	41
2.3.5	<i>Classificação indicativa de jogos</i>	42
2.3.5.1	<i>Entertainment Software Rating Board</i>	42
2.3.5.2	<i>Classificação indicativa de jogos no Brasil</i>	44
2.3.5.3	<i>International Age Rating Coalition</i>	47
2.4	<i>Visão Computacional</i>	48
2.4.1	<i>Etapas da visão computacional</i>	48
2.4.1.1	<i>Aquisição</i>	48
2.4.1.2	<i>Realce e restauração</i>	49
2.4.1.3	<i>Segmentação</i>	49
2.4.1.4	<i>Extração de atributos ou características</i>	50
2.4.1.5	<i>Classificação e reconhecimento</i>	50
2.4.1.6	<i>Decisão</i>	51
2.4.1.7	<i>Etapas de visão computacional de acordo com outros autores</i>	51
2.4.2	<i>Visão humana</i>	51
2.4.3	<i>Modelo de cores</i>	52
2.4.3.1	<i>Modelo RGB</i>	52
2.4.3.2	<i>Modelo HSV</i>	53
2.4.3.3	<i>Conversão de RGB para HSV</i>	54
2.5	<i>Realidade Aumentada</i>	55
2.5.1	<i>História</i>	55
2.5.2	<i>Continuum Realidade-Virtualidade</i>	56
2.5.2.1	<i>Realidade Aumentada X Virtualidade Aumentada</i>	57
2.5.2.2	<i>Realidade Aumentada X Realidade Virtual</i>	57
2.5.3	<i>Realidade Aumentada na educação</i>	57
2.5.3.1	<i>Contribuições da realidade aumentada na educação</i>	58
2.5.3.2	<i>Realidade Aumentada combinada com ferramentas educacionais</i>	59

2.5.3.3	<i>Uso da realidade aumentada para a educação de pessoas com necessidades especiais</i>	59
3	JOGO TECA	61
3.1	Modelo do jogo	61
3.1.1	<i>Partes do jogo</i>	61
3.1.2	<i>Partes do jogador</i>	66
3.1.3	<i>Interação entre o jogo e o jogador</i>	67
3.2	Componentes de gamificação em jogos sérios	67
3.2.1	<i>Utilização de associação como metodologia de ensino</i>	68
3.2.2	<i>Uso de áudio em atividades educacionais para crianças autistas</i>	69
3.2.3	<i>Tarefas de que abordam AVD e AVP</i>	70
3.2.4	<i>Interação social e com o ambiente</i>	71
3.2.5	<i>Enredos e contextualização</i>	72
3.2.6	<i>Objetivos de Aprendizagem Direta em torno das habilidades direcionadas</i>	75
3.2.7	<i>Aprendizado por feedbacks</i>	76
3.2.8	<i>Adaptação de níveis de dificuldade</i>	77
3.2.9	<i>Possibilidade de escolha</i>	78
3.3	Uso de visão computacional pelo jogo TECA	79
3.3.1	<i>Etapa de aquisição de imagem</i>	79
3.3.2	<i>Etapa de realce de imagem</i>	79
3.3.3	<i>Etapa de segmentação de imagem</i>	80
3.3.4	<i>Etapa de decisão</i>	80
3.3.5	<i>Demais etapas comuns a um sistema de visão computacional</i>	81
3.4	Uso de Realidade Aumentada pelo jogo TECA	82
3.5	Classificação indicativa	83
4	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS	85
4.1	Planejamento	85
4.2	Desenvolvimento	86
4.3	Etapas de aplicação e avaliação do projeto	87
4.3.1	<i>Metodologias de avaliação</i>	87
4.3.2	<i>Nivelamento Tecnológico</i>	88
4.3.3	<i>Avaliação inicial</i>	89

4.3.4	<i>Etapa de estudos</i>	91
4.3.5	<i>Avaliação final</i>	91
4.4	Resultados das avaliações	93
4.4.1	<i>Resultados da avaliação da aprendizagem a partir do jogo TECA</i>	93
4.4.2	<i>Resultados do questionário de avaliação do jogo</i>	93
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	97
5.1	Perspectivas para trabalhos futuros	98
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICES	105
	APÊNDICE A – Questionário para avaliação do jogo	105
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido	107
	ANEXOS	109
	ANEXO A – Tabela de níveis de gravidades para TEA	109

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) foi primeiramente estudado e diagnosticado em 1943 e, desde então, muitos avanços foram realizados em direção a um maior entendimento dos sintomas que o caracterizam e para desenvolvimento de métodos de ensino e tratamento para as pessoas com esta deficiência (GRANDIN; PANEK, 2015).

Porém, mesmo com todos os avanços, ainda não é possível afirmar a causa, nem os motivos pelos quais o número de diagnósticos de TEA tem aumentado de modo tão acelerado. Este aumento tem provocado cada vez mais preocupações aos pais, amigos e sociedade em geral sobre o que pode ser feito para auxiliar no tratamento e ensino deste número crescente de crianças com TEA e assim ajudá-las a desenvolver a autonomia para as mais diversas atividades comuns de uma pessoa e a aprender habilidades cognitivas e sociais necessárias na infância e na fase adulta.

O TEA é caracterizado pelos sintomas de déficit persistente nas habilidades sociais de comunicação ou interação e pelo padrão de comportamento repetitivo ou restrito, que podem ser apresentados em três diferentes níveis e normalmente são demonstrados ainda na infância.

Devido aos diferentes sintomas que caracterizam o autismo e os diferentes níveis em que eles podem se manifestar, o tratamento para uma pessoa com TEA pode exigir o acompanhamento de diversos profissionais e a aplicação de diversas abordagens. O tratamento mais comum para o autismo é a terapia ocupacional, sendo ainda complementado por métodos aplicados por fonoaudiólogo, psicólogo e educadores especializados.

Tem-se desenvolvido pesquisas para identificar, compreender e categorizar as características comuns aos autistas (JUST *et al.*, 2004; PITSKEL *et al.*, 2011; DSM-5, 2014) e, a partir deste conhecimento, elaborar métodos de tratamento que amenizem os déficits apresentados (CAVALCANTI; GALVÃO, 2007).

As contribuições dadas pelas pesquisas e projetos na área da computação podem assumir diversos meios e abordagens. Entre eles temos *softwares* com funcionalidades que buscam identificar e categorizar as características comuns aos autistas e, usando alguma metodologia prática, buscam mitigar os déficits da pessoa com TEA. Existem ainda combinações de *software* e *hardware* de modo a incrementar as possibilidades de interação entre a ferramenta proposta e o autista.

Entre as diversas formas de contribuição oriundas da área da computação, destaca-se o uso de jogos sérios, que tem como principal característica o uso de uma abordagem lúdica para

estimular a realização de atividades que desenvolvam e exercitem habilidades que são tanto úteis no contexto do jogo como podem ser generalizadas e adaptadas para situações reais (WHYTE *et al.*, 2015).

Dada a crescente proporção de pessoas com autismo em todo o mundo e a então necessidade de desenvolvimento de métodos e ferramentas mais efetivos para o auxílio no tratamento e ensino de pessoas com TEA, esta dissertação tem como projeto o planejamento, desenvolvimento, aplicação e avaliação de um jogo para crianças autistas. O projeto foi desenvolvido a partir da análise das principais características comuns as pessoas com TEA, o estudo e aplicação de sistemas computacionais na educação e de componentes de gamificação utilizados em jogos sérios. O jogo tem como objetivo atuar como ferramenta de auxílio ao tratamento e ensino de modo acessível, gratuito, lúdico, adaptativo e especializado.

Para o planejamento, aplicação e avaliação do jogo foi realizada uma parceria com a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAÉ) de Sobral. Durante as visitas à APAÉ, foram realizadas reuniões com a psicóloga da instituição e observações de atendimentos às crianças autistas. Também foi realizada uma reunião com os responsáveis das crianças atendidas na APAÉ para apresentação do projeto e convite para participação das crianças no projeto. Após a autorização da participação de 10 crianças, foram realizadas as etapas de aplicação e avaliação do projeto.

A aplicação e avaliação do projeto consistiram em quatro etapas: 1) nivelamento Tecnológico para ensino das principais mecânicas do jogo, 2) avaliação inicial para avaliação do conhecimento prévio das crianças referentes aos objetivos de aprendizados a serem estudados, 3) etapa de estudos com utilização livre do jogo durante duas semanas com o intuito de auxiliar no aprendizado dos objetivos de aprendizagem e 4) avaliação final para medição do conhecimento das crianças referentes aos objetivos de aprendizagem após a utilização do jogo.

Todas as etapas eram voltadas para os objetivos de aprendizagem de identificação de cores e de animais e utilizavam as mecânicas de jogo: clicar em um objeto utilizando tela *touchscreen*, mover um objeto, montar quebra-cabeça, combinar recurso de giroscópio, quando presente no celular, com clique em objetos para procurar e clicar um objeto em um ambiente de realidade aumentada e utilizar a câmera para tirar foto de um objeto de uma determinada cor. Na etapa de nivelamento tecnológico a criança poderia tirar foto de qualquer objeto.

Ao final do projeto, foi observado o aprendizado das crianças a partir do jogo, através da análise dos resultados obtidos nas etapas de avaliações. Também foi coletada a opinião dos

responsáveis das crianças que participaram do projeto por meio de um questionário referente ao conteúdo, metodologia e contribuições do jogo.

1.1 Revisão de Literatura

Nesta seção apresentaremos uma breve discussão sobre as contribuições de outros trabalhos para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais de pessoas autistas utilizando jogos sérios que serviram como base para essa dissertação. Os jogos educacionais para o público com TEA possuem funcionalidades e atividades que focam, principalmente, nos pontos de maiores déficits das pessoas autistas, que são as habilidades sociais e linguísticas. Entretanto, também há outros jogos que adaptam suas metodologias de ensino de conteúdos diversos para as características comuns aos autistas.

1.1.1 Jogos para autistas com foco em habilidades sociais

Devido à preocupação em mitigar os déficits nas habilidades sociais de pessoas autistas foram desenvolvidos diversos softwares que buscam com diferentes funcionalidades e abordagens contribuir para o desenvolvimento social de pessoas com TEA. Alguns destes *softwares* são apresentados a seguir.

1.1.1.1 ECHOES

O jogo sério ECHOES busca incrementar as habilidades sociais através da interação entre a criança e as diversas atividades de aprendizagem utilizando uma tela LCD multitoque de 42 polegadas com rastreamento do olhar por meio de câmeras. Para cada criança, as atividades de aprendizagem são selecionadas manualmente por um operador humano (normalmente, mãe, pai ou outro cuidador) por meio de uma interface gráfica. As atividades de aprendizagem do ECHOES centram-se na comunicação social e, em particular, nos dois subcomponentes da comunicação social: a atenção conjunta e uso de símbolos (BERNARDINI *et al.*, 2014).

Segundo (BERNARDINI *et al.*, 2014), o objetivo do ECHOES é o desenvolvimento de um agente virtual que atue como um parceiro social artificial que possa agir com credibilidade tanto como um colega quanto como um tutor para crianças com autismo e, como resultado disso, que pudesse fornecer apoio educacional e interpessoal. Como tutor, o agente visa oferecer suporte visual e organizacional para:

- expandir e melhorar o desenvolvimento do sistema de comunicação expressiva de uma criança;
- apoiar o entendimento da criança sobre a linguagem, bem como o comportamento não verbal dos outros;
- apoiar o senso de organização da criança, a estrutura da atividade e o senso de tempo.

Como parceiro para a criança, o agente do ECHOES visa fornecer-lhe apoio interpessoal por:

- acomodar a preferência da criança por estrutura e previsibilidade, enquanto promove a iniciação, a espontaneidade e a autodeterminação;
- expondo a criança a uma interação positiva com um parceiro que pode beneficiar-se otimamente dos bons modelos de linguagem, sociais e lúdicos.

1.1.1.2 FaceSay

O enfoque nas habilidades sociais também é observado no *software* FaceSayTM (FACESAY, 2018), que corresponde a um *software* de habilidades sociais que melhora as interações sociais de alunos com autismo no cotidiano. Foram realizados vários estudos controlados e randomizados, onde alunos em idade escolar com TEA que jogaram os jogos do FaceSay por apenas 12 sessões melhoraram significativamente as medidas de reconhecimento de emoções e reconhecimento facial. Entre os jogos que compõem o FaceSay temos “*Amazing Looking*”, “*Band Aid Clinic*” e “*Follow the Leader*”.

Segundo (HOPKINS *et al.*, 2011), o jogo “*Amazing Looking*” é projetado para ensinar as crianças a olhar para o olhar, responder à atenção conjunta e entender que o olhar pode transmitir intenção. No jogo, o avatar é cercado por uma matriz de objetos, números ou faces. A criança é convidada a tocar no objeto, número ou rosto em que o avatar está olhando.

O segundo jogo é projetado para ensinar processamento facial holístico e reconhecimento facial. A criança é convidada a selecionar o rosto apropriado “*band-aid*” que se ajustaria à parte distorcida do rosto do avatar. As possíveis combinações aumentam em número e similaridade à medida que os jogos progridem.

O último jogo é projetado para que as crianças assistam a movimentos na área ao redor dos olhos para melhorar sua capacidade de discriminar expressões faciais. O jogo enfatiza especificamente como mudanças sutis na informação ocular, frequentemente ignoradas por crianças com TEA, podem alterar a percepção da expressão facial.

1.1.1.3 COSPATIAL

O jogo para autistas COSPATIAL também possui enfoque nas habilidades sociais. Segundo (BIRMINGHAM, 2018), COSPATIAL foi um projeto desenvolvido durante os anos de 2009 a 2012 e financiado pelo *Seventh Framework Programme of the European Commission*. O projeto investigou o uso de tecnologias colaborativas para apoiar o ensino de habilidades sociais para crianças com condições de espectro do autismo. Diversas aplicações educacionais foram desenvolvidas pelos parceiros do projeto COSPATIAL na Universidade de Nottingham e pela Fondazione Bruno Kessler, na Itália, em parceria com a Universidade de Southampton, a Universidade de Haifa e a Universidade Bar Ilan (Israel).

COSPATIAL é um conjunto de aplicativos que usam novas tecnologias para dar suporte a uma variedade de tarefas que promovem cooperação e colaboração. Eles foram desenvolvidos usando uma abordagem de design participativo, onde professores, terapeutas, especialistas e crianças participaram regularmente da criação e aperfeiçoamento dos programas.

Ainda segundo (BIRMINGHAM, 2018), o projeto se concentra no uso de dois tipos principais de tecnologias:

- **Ambientes Virtuais Colaborativos**

Ambientes que permitem que vários usuários interajam e se comuniquem dentro de um espaço virtual compartilhado, o que proporciona uma oportunidade para as crianças com autismo praticarem habilidades de comunicação e colaboração através de um meio seguro e confortável.

- **Superfícies Ativas Compartilhadas**

Grandes superfícies interativas nas quais uma interface especificamente projetada é exibida. Cada jogo compreende uma parte de aprendizado e uma parte de experiência. Na fase de aprendizado, os usuários exploram problemas sociais e discutem possíveis soluções, incentivando-os a pensar nos benefícios potenciais da cooperação.

(WANG *et al.*, 2018) também apresenta um jogo baseado em ambientes de aprendizagem virtual colaborativos para jovens autistas com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de habilidades de interação social. Neste jogo 3D os usuários podem utilizar seus avatares para realizarem interações sociais com outros jogadores em um ambiente de realidade virtual utilizando linguagens verbais e não-verbais.

1.1.2 Jogos para autistas com foco em habilidades linguísticas

Outros jogos para autistas focam nos déficits das habilidades linguísticas, como Baldi, uma cabeça tridimensional falante animada por computador, apresentado em um aplicativo de tutorial de idiomas para treinar e desenvolver habilidades de vocabulário, linguagem e compreensão auditiva. Segundo (BOSSALER; MASSARO, 2003), ele atua como tutor de idioma e permite a fácil criação e apresentação de uma aula de idiomas envolvendo a associação de imagens e palavras faladas. Para proporcionar maior realismo, Baldi também possui dentes, língua e palato para simular o interior da boca, e os movimentos da língua foram treinados para imitar os movimentos naturais da língua.

(BOSSALER; MASSARO, 2003) define como o objetivo de sua pesquisa usar avanços recentes em pesquisa, teoria e tecnologia para desenvolver e implementar e avaliar um tutor para aprendizagem de línguas para crianças com autismo, tendo como principais características a interação face a face com um agente animado por computador, práticas automatizadas, *feedbacks* e incorporação de texto, imagem e som.

O jogo Brainy Mouse tem a finalidade de ser uma ferramenta educacional que estimula a autonomia de crianças autistas, dando-lhes a oportunidade de inclusão social, interação e socialização (FOUNDATION, 2019). O jogo é voltado para a alfabetização de crianças autistas e possui como contexto das atividades restaurantes de diferentes nacionalidades. As atividades do jogo propõem como objetivo coletar as sílabas das palavras espalhadas no restaurante sempre da esquerda para direita, formando as palavras indicadas no menu de tarefa do prato determinado.

No Brainy Mouse, o usuário pode customizar as roupas e o personagem utilizando *cheese coins*, conquistados durante o jogo. O personagem do jogo, Rato Amigo, possui superpoderes que ajudam a criança a encontrar as sílabas e a fugir do chefe cozinheiro. (FOUNDATION, 2019) explica que estas funcionalidades foram inseridas com o intuito de estimular o desenvolvimento da socialização da criança e cria oportunidades de desenvolver suas habilidades cognitivas.

1.1.3 Jogos para ensino de conteúdos diversos

Entre os jogos que adaptam suas metodologias para o ensino de conteúdos diversos temos os *softwares* da CanGame. Estes jogos propõem a disponibilização de uma plataforma com ferramentas para livre elaboração de atividades por pais, médicos ou educadores. Segundo

(LIFEUP, 2017), CanGame possui *softwares* multidisciplinares voltados não só para educação de pessoas com autismo, mas também com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), déficit de atenção e transtornos que envolvem o aprendizado. Entre os *softwares* da CanGame destacam-se o CanGame Maker e o CanGame Learn.

O CanGame Maker é um aplicativo disponibilizado gratuitamente e possui como principais características e funcionalidades:

- criação de tarefas por pais ou médicos, principalmente fonoaudiólogo, essas tarefas podem conter texto, imagem, áudio e vídeo, e seu formatos vão depender da criatividade do elaborador;
- um conjunto de tarefas que podem ser unidas em rotinas e organizadas em categorias;
- as tarefas podem ser compartilhadas por diversos canais que possibilita o compartilhamento online de arquivos;
- possui relatórios das rotinas e tarefas realizadas;
- envio de relatórios por e-mail para o médico responsável.

O CanGame Learn é um aplicativo disponibilizado de forma paga e pode ser visto como uma continuação da ideia utilizada no CanGame Maker. Este aplicativo possui mais funcionalidades que o CanGame Maker e possibilita praticamente todas as formas de estruturação de atividades populares. Entre as suas principais características e funcionalidades temos:

- possibilidade de cadastros associativos de aluno, familiares e especialistas;
- funcionalidades de karaokê e cinema;
- diversas estruturas de atividade, como múltipla escolha, única escolha e outras;
- relatórios com gráficos, porcentagens, legendas e outras informações;
- opção de compartilhar relatório;
- loja virtual.

(VALLEFUOCO *et al.*, 2017) apresenta o protótipo de um jogo sério voltado para melhorar o aprendizado de conceitos matemáticos em crianças com autismo através de um *design* personalizado. O jogo é formado por 11 atividades que buscam desenvolver as habilidades matemáticas referente aos conceitos de número e quantidade. O jogo utiliza como contextualização o cenário de uma piscina semelhante a uma piscina real utilizada pelo público de teste do jogo. O jogo possui como uma de suas funcionalidades o *feedback* ao jogador utilizando áudios, textos e imagens.

(BARTOLOME *et al.*, 2013) combinou *hardware* e *software* para o desenvolvimento

de um jogo sério para auxiliar crianças autistas em áreas que mais os afetam. O jogo também possui o objetivo de analisar como a tecnologia de rastreamento de área de visão pode ajudar no tratamento e ensino de crianças autistas através de um jogo sério. Em suas atividades iniciais o jogo propõe a distinção de objetos geométricos como círculos, quadrados, triângulos e estrelas e, em uma segunda etapa, a distinção de doces como bombons, sorvetes, bolos e *cupcakes*. Os doces foram escolhidos por terem um formato semelhante aos das formas geométricas. Além da área de visão do usuário, também são avaliados pelo jogo a posição do *mouse* ou dedos, se for utilizado uma tela *touchscreen*, posição do objeto, tempo entre as seleções do *mouse*, acertos e erros.

(BARAJAS *et al.*, 2017) desenvolveu um jogo sério visando auxiliar o aprimoramento das habilidades conceitual, prática e social das crianças autistas. Para a criação do jogo, foi usado o MEGA BLOKS® como uma Interface de Usuário Tangível (IUT) integrada eletricamente com um aplicativo de gráficos 3D em execução em um computador. As atividades do jogo solicitam principalmente a formação de letras e número por parte do usuário. Para isto, o usuário deve encaixar bloco na IUT cujas as posições são verificadas em tempo real pelo *software*.

(URTURI *et al.*, 2011) desenvolveu um projeto cujo o objetivo principal é a criação de um sistema composto por vários jogos sérios, orientados à educação em primeiros socorros, doenças menores e conhecimento de especialidades médicas empregando tecnologias como o sistema operacional *Android*. Este projeto conta com um jogo sério que simula a atividade de vida diária de primeiros socorros. As atividades são formadas principalmente por conjuntos de imagens em que o usuário deve organizar as fotos de maneira adequada. Por exemplo, uma atividade possui o contexto de um corte não profundo no dedo da mão, então é solicitado ao usuário que ele ordene as fotos apresentadas de modo a formar o passo a passo para colocação de um curativo.

Com relação ao uso da realidade aumentada em jogos, esta se tornou bastante conhecida após o lançamento do jogo Pokemon GO, que atingiu a marca de 1 bilhão de *downloads* (NIANTIC, 2019). O uso realidade aumentada também é utilizado em jogos sérios voltados para o público autista. O jogo apresentado por (SILVA *et al.*, 2017) é composto por atividades que ensinam conteúdos diversos, entre eles os ensino das vogais. Uma das funcionalidades do jogo é a utilização de geolocalização para encontrar “monstros” espalhados por um território com localização definida por um supervisor da criança. Cada monstro possui uma atividade com um objetivo de aprendizado específico. Os monstros podem ser visualizados pelo usuário através de

realidade aumentada.

1.2 Contribuições

Ciente do aumento constante da proporção de pessoas autistas na sociedade e das dificuldades que estas pessoas possuem em diversas áreas, entre elas sociais e educacionais, entendendo ainda que estas dificuldades não devem ser um problema apenas de quem possui este transtorno e de seus familiares, mas sim uma preocupação de toda a sociedade, o projeto desta dissertação propõe o planejamento, desenvolvimento, execução e avaliação de um jogo sério que desenvolva a autonomia e auxilie no aprendizado de crianças autistas de modo lúdico, adaptativo e especializado.

Para tanto, foram desenvolvidos um conjunto de enredos e atividades que integrem de forma harmônica e gradual as metodologias de ensino e tratamento de crianças autistas e o uso de jogos e seus componentes.

As principais contribuições desse trabalho são:

- desenvolver um jogo sério para crianças autistas que pode ser acessado a partir de qualquer *smartphone* com sistema operacional *Android* e acesso a internet, composto por atividades que utilizam metodologias especializadas ao público autista e que se adaptam as habilidades da criança e disponibilizado de forma completamente gratuita;
- criar atividades que desenvolvam e exercitem habilidades educacionais e sociais a partir de metodologias que explorem os pontos fortes comuns às crianças autistas proporcionando um maior aprendizado;
- auxiliar no desenvolvimento da autonomia da criança autista a partir de atividades e enredos que ensinem e exercitem habilidades que podem ser generalizadas e adaptadas para realização autônoma de atividades reais e comuns a todas as pessoas;
- atenuar as deficiências educacionais e de relação social de comunicação e interação por meio de diferentes abordagens que desenvolvem o conhecimento e habilidades previstas para a faixa etária e que estimulam uma maior interação com o meio e com outras pessoas;
- proporcionar um ambiente complementar de estudo e tratamento 24 horas por dia, podendo ser utilizado nos momentos de tratamentos e estudos em associações e escolas ou ainda fora desses ambientes em momentos familiar e de lazer.

As etapas de aplicação e avaliação do projeto foram realizadas com 10 crianças autistas e seus responsáveis. A partir da análise da avaliação de aprendizagem utilizando o

jogo foram observados um aumento médio de 25% na quantidade de acertos das crianças. O jogo também foi avaliado pelos responsáveis, entre as opiniões dos responsáveis destaca-se a unanimidade quanto: 1) acreditar que um jogo educacional eletrônico pode contribuir para o aprendizado educacional e desenvolvimento da autonomia da criança, 2) acreditar que as fases do jogo que abordam atividades comuns do dia-a-dia podem contribuir para autonomia da criança 3) acreditar que os conteúdos do jogo são importantes para educação da criança e 4) consideram o jogo de fácil utilização e 5) indicariam o jogo para outras crianças autistas.

1.3 Produção Científica

Durante a elaboração dessa dissertação foi aprovado e apresentado o seguinte artigo científico:

Barrozo Neto, J. E., Dutra, M. C. X., Souza, S. N., Sampaio, P. R. S., C. Alexandre. R. Fernandes, “*TECA: Tecnologia Educacional para Crianças Autistas*”, XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) , Fortaleza - CE, 17 a 20 de setembro, 2019.

O jogo TECA foi premiado como Melhor Jogo Sériado do Festival de Jogos do Ceará 2019 organizado pela Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Estado do Ceará - SECITECE. Na ocasião o jogo também recebeu o destaque como jogo de melhor conteúdo.

No momento, está em processo de desenvolvido um artigo referente ao jogo TECA e suas metodologias de ensino adaptativas para publicação em revista científica.

1.4 Estrutura do Trabalho

O restante deste trabalho está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 2 - Aborda os principais temas que serviram como fundamentação teórica para elaboração do presente trabalho.

Capítulo 3 - Apresenta o jogo TECA a partir do detalhamento das funcionalidades, conteúdos e métodos de ensino e tratamento que o compõem.

Capítulo 4 - Detalha as metodologias de planejamento, desenvolvimento, aplicação e avaliação do jogo TECA e demonstra os resultados obtidos.

Capítulo 5 - Apresenta as conclusões extraídas no decorrer deste trabalho, destacando os principais resultados obtidos e as perspectivas para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão da teoria tomada como base para a elaboração do presente trabalho. A Seção 2.1 refere-se aos estudos e estatísticas do autismo, as diretrizes para seu diagnóstico, as principais características das pessoas com TEA e os métodos comuns de tratamento e ensino. A Seção 2.2 apresenta a utilização de sistemas computacionais na educação e suas classificações quanto a aplicação. A Seção 2.3 apresenta os gêneros de jogo, as partes de um modelo de jogo, os componentes de gamificação utilizados em jogos sérios, estatísticas e os sistemas de classificação indicativa ERBS e ClassInd. A Seção 2.4 define visão computacional e suas etapas, resume o funcionamento da visão humana e explica os modelo de cores RGB e HSV. A Seção 2.5 apresenta as definições de Realidade Aumentada, sua história, a distinção de Realidade Aumentada e demais termos do *Continuum* Realidade-Virtualidade e a utilização de Realidade Aumentada na educação.

2.1 Autismo

Os primeiros estudos sobre o autismo foram realizados pelo médico Leo Kanner da Universidade Johns Hopkins em 1943 (GRANDIN; PANEK, 2015). Porém, apesar dos grandes avanços, até hoje não se sabe determinar se o autismo é causado devido a problemas biológicos ou psicológicos, de modo que o diagnóstico é obtido a partir de observações e avaliações comportamentais.

Entretanto, por um motivo ainda não identificado, o número de pessoas diagnosticadas com autismo continua crescendo. A *Center of Disease Control and Prevention* (CDC), através do *Autism and Developmental Disabilities Monitoring* (ADDM), realizou nos Estados Unidos uma estimativa em 2007, com dados de 2002, que apontava que uma em cada 150 crianças tinham autismo. Em 2009, este número aumentou para uma em cada 110. Em 2012, estimava-se uma em cada 68 e em 2014, uma em cada 59 crianças de oito anos tinham autismo (AUTISM, 2018).

2.1.1 Diagnóstico

Segundo (AUTISM, 2019), desde maio de 2013, os psicólogos e psiquiatras passaram a utilizar os critérios de avaliação da quinta versão do Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtorno Mentais, o DSM-5[®], elaborado pela *American Psychiatric Association* (APA).

Entre as mudanças na nova versão, destaca-se a consolidação de diversas categorias de autismo previamente separadas que a partir destas mudanças passam a ter um único diagnóstico abrangente de transtorno do espectro autista (DSM-5, 2014).

“O transtorno do espectro autista engloba transtornos antes chamados de autismo infantil precoce, autismo infantil, autismo de Kanner, autismo de alto funcionamento, autismo atípico, transtorno global do desenvolvimento sem outra especificação, transtorno desintegrativo da infância e transtorno de Asperger (DSM-5, 2014)”.

Segundo (DSM-5, 2014), os principais critérios para o diagnóstico de TEA são os déficits na comunicação social e na interação social e padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades.

"A. Déficit persistentes na comunicação social e na interação social em múltiplos contextos, conforme manifestado pelo que segue, atualmente ou por história prévia (os exemplos são apenas ilustrativos, e não exaustivos; ver o texto):

1. Déficit na reciprocidade socioemocional, variando, por exemplo, de abordagem social anormal e dificuldade para estabelecer uma conversa normal a compartilhamento reduzido de interesses, emoções ou afeto, a dificuldade para iniciar ou responder a interações sociais.

2. Déficit nos comportamentos comunicativos não verbais usados para interação social, variando, por exemplo, de comunicação verbal e não verbal pouco integrada a anormalidade no contato visual e linguagem corporal ou déficits na compreensão e uso gestos, a ausência total de expressões faciais e comunicação não verbal.

3. Déficit para desenvolver, manter e compreender relacionamentos, variando, por exemplo, de dificuldade em ajustar o comportamento para se adequar a contextos sociais diversos a dificuldade em compartilhar brincadeiras imaginativas ou em fazer amigos, a ausência de interesse por pares.

B. Padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades, conforme manifestado por pelo menos dois dos seguintes, atualmente ou por história prévia (os exemplos são apenas ilustrativos, e não exaustivos; ver o texto):

1. Movimentos motores, uso de objetos ou fala estereotipados ou repetitivos (p. ex., estereotipias motoras simples, alinhar brinquedos ou girar objetos, ecolalia, frases idiossincráticas).
2. Insistência nas mesmas coisas, adesão inflexível a rotinas ou padrões ritualizados de comportamento verbal ou não verbal (p. ex., sofrimento extremo em relação a pequenas mudanças, dificuldades com transições, padrões rígidos de pensamento, rituais de saudação, necessidade de fazer o mesmo caminho ou ingerir os mesmos alimentos diariamente).
3. Interesses fixos e altamente restritos que são anormais em intensidade ou foco (p. ex., forte apego a ou preocupação com objetos incomuns, interesses excessivamente circunscritos ou perseverativos).
4. Hiper ou hiporreatividade a estímulos sensoriais ou interesse incomum por aspectos sensoriais do ambiente (p. ex., indiferença aparente a dor/temperatura, reação contrária a sons ou texturas específicas, cheirar ou tocar objetos de forma excessiva, fascinação visual por luzes ou movimento). (DSM-5, 2014)".

Os critérios A e B podem ainda ser classificados em três diferentes níveis de gravidade. O nível 1 indica que a pessoa exige apoio, o nível 2 que exige apoio substancial e o nível 3 que exige apoio muito substancial, como pode ser visto no Apêndice A, juntamente com seus respectivos déficits de comunicação social e comportamentos restritos e repetitivo, é ainda necessário, durante a realização do diagnóstico, observar os três critérios a seguir:

- C. Os sintomas devem estar presentes precocemente no período do desenvolvimento (mas podem não se tornar plenamente manifestos até que as demandas sociais excedam as capacidades limitadas ou podem ser mascarados por estratégias aprendidas mais tarde na vida).
- D. Os sintomas causam prejuízo clinicamente significativo no funcionamento social, profissional ou em outras áreas importantes da vida do indivíduo no presente.
- E. Essas perturbações não são mais bem explicadas por deficiência intelectual (transtorno do desenvolvimento intelectual) ou por atraso global do desenvolvimento. Deficiência intelectual ou transtorno do espectro autista costumam ser comórbidos; para fazer o diagnóstico da comorbidade de transtorno do espectro autista e defici-

ência intelectual, a comunicação social deve estar abaixo do esperado para o nível geral do desenvolvimento.

2.1.2 Principais características

Como visto na Seção anterior, a pessoa com TEA apresenta como características comprometimentos persistentes na interação ou comunicação social e comportamentos repetitivos ou restritos.

Entretanto, (GRANDIN; PANEK, 2015) apresenta características tanto prejudiciais à autonomia da pessoa como características consideradas pela autora como pontos fortes. Pode ser observado como características comuns de uma pessoa autista:

- hipersensibilidade sensorial;
- fixação por objetos giratórios;
- comportamento destrutivo;
- déficit no desenvolvimento da linguagem;
- déficit na memória de curto prazo;
- pensamento utilizando associação de imagens;
- déficit em uma linguagem conotativa.

Como pontos fortes, podem ser destacadas as qualidades de notar detalhes que normalmente são despercebidos, o pensamento associativo, principalmente com imagens, e o pensamento criativo.

Os autistas são bons em observar detalhes. (GRANDIN; PANEK, 2015) comenta sobre um jovem chamado Tiro que, em um encontro com um médico, enxergou na porta uma série de propriedades como aspectos físicos (as dobradiças), formas (retangular) e funções (permitir a entrada de pessoas na sala). Assim, para o reconhecimento de algo, o jovem costuma olhar, primeiramente, os detalhes como aspectos físicos, formas e funções para então entender o que vê.

Outra característica positiva é o pensamento associativo. (GRANDIN; PANEK, 2015) diz que seu cérebro funciona como um mecanismo de busca. Se for pedido para pensar em um assunto, ele gera um monte de resultados associados ao que foi proposto. Porém, observa que ele também pode fazer conexões fáceis que saem rapidamente do assunto original. A autora também apresenta em diversas situações nas quais essas associações são comumente realizadas utilizando imagens mentais.

O pensamento criativo é outro ponto forte dos autistas. (GRANDIN; PANEK, 2015) aponta que a atenção aos detalhes, a memória visual formidável e a capacidade de fazer associações podem funcionar juntas para tornar um improvável salto criativo ainda mais provável.

2.1.3 Tratamento

O tratamento mais comum para o autismo é a terapia ocupacional que reúne atividades de diversos profissionais com fonoaudiólogos, psicólogos e principalmente a família. Muitos dos tratamentos para crianças autistas têm por finalidade amenizar os déficits na comunicação social e na interação social. As seções a seguir demonstram algumas abordagens utilizadas com estes objetivos.

2.1.3.1 Déficit linguístico

Devido à característica frequentemente observada nos autistas de possuir um déficit de linguagem, é comum o fonoaudiólogo realizar atividades com perguntas curtas e objetivas, falando de modo lento para que a criança possa identificar os sons de cada letra e como fazer para reproduzi-las.

Esta prática é corroborada pelos estudos de (GEPNERA; FÉRON, 2009), que demonstra que o grupo de indivíduos com TEA exibiu um déficit na categorização do fonema da fala e que isto ocorre quando os fonemas de fala são exibidos em velocidade normal, enquanto é normalizada quando exibidas em velocidade reduzida.

Ainda segundo (GEPNERA; FÉRON, 2009), indivíduos com TEA tenderiam a evitar fluxos visuais, auditivos ou proprioceptivos rápidos, considerados como estímulos aversivos, podendo acarretar em déficit na categorização de fonemas, imitação verbal, compreensão verbal e, finalmente, nas habilidades verbais e de linguagem.

2.1.3.2 Atividades de vida diária e de prática de vida

Outras atividades comuns em terapias ocupacionais visam desenvolver práticas que estimulem o aprendizado de objetivos educacionais, como o reconhecimento de objetos e animais comuns ao dia a dia do autista e o aprendizado de Atividades de Vida Diária (AVD) ou Atividades de Vida Prática (AVP), que têm por intuito desenvolver maior autonomia ao autista em suas atividades do cotidiano.

Segundo (CAVALCANTI; GALVÃO, 2007), as AVDs são aquelas realizadas para o cuidado do nosso próprio corpo e podem ser subdivididas em: higiene pessoal e autocuidado, alimentação, vestuário, atividade sexual e descanso. Já as AVPs, também chamadas de Atividades Instrumentais de Vida Prática (AIVP), são aquelas atividades que realizamos para nos relacionar com os outros e com o mundo, possuindo caráter geralmente opcional. Elas podem ser subdivididas em: cuidado com o outro; cuidado com animais de estimação; criar filhos; uso de equipamentos para comunicação; mobilidade na comunidade; gerenciamento financeiro; organização do lar; preparo de alimentação; fazer compras e procedimentos de emergência e segurança.

2.2 Sistemas computacionais na educação

As instituições educacionais, cada vez mais, têm investido na utilização de sistemas computacionais não só para realização e otimização de processos administrativos, mas principalmente para obtenção desses benefícios nos processos educacionais, tornando comum e diversificado a utilização de *hardwares* e *softwares* em ambientes educacionais que visam contribuir no aprendizado e autonomia cognitiva dos alunos.

Segundo (TAJRA, 2012), podemos classificar as modalidades de aplicação de sistemas computacionais na educação conforme a natureza do *softwares*, a natureza da proposta pedagógica, a utilização do ambiente de informática e ao objetivo da aplicação.

2.2.1 Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir da natureza do software

Entre as categorizações segundo a natureza do *software* destacada por (TAJRA, 2012), o uso da informática pode ser classificado como:

- **Softwares educacionais:** são ferramentas virtuais que podem ser utilizadas pelos professores como recurso didático-pedagógico e que se adaptam a metodologia de ensino, sem a preocupação dos repasses de conteúdo tecnológico.
- **Softwares aplicativos com finalidade tecnológica:** são geralmente aplicativos de ferramentas de escritório como editor de texto e planilhas eletrônicas. São geralmente utilizados para o aprendizado dos conceitos de informática, ou seja, foca-se apenas do ensino do uso da ferramenta sem a preocupação de interatividade com a proposta pedagógica da escola.

- **Softwares aplicativos com finalidade educativa:** aplicativos de utilização genéricas que podem ser utilizados como ferramentas para produção de trabalhos e pesquisas.

2.2.2 *Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir da natureza da proposta pedagógica*

De acordo com a proposta pedagógica da instituição de ensino, pode-se classificar a aplicação do *software* em:

- **Por disciplina:** os sistemas computacionais são utilizados apenas como recursos complementar, de reforço ou sensibilização do conteúdo abordado em sala de aula, sendo utilizado mediante uma iniciativa isolada e individual do professor que ministra a disciplina.
- **Projetos educacionais:** os *softwares* são utilizados como parte de um projeto que pode englobar diversas disciplinas. Esta proposta pedagógica visa à elaboração e execução de um projeto que integre, de forma harmônica e complementar, os conhecimentos de diversas disciplinas utilizando os *softwares* como ferramentas tecnológicas que auxiliem em diversas etapas do projeto como: pesquisa, elaboração e apresentação. Para tanto, torna-se necessário uma postura coletiva de parte ou toda a escola para a realização de projetos educacionais interdisciplinares.

2.2.3 *Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir da utilização do ambiente de informática*

A instituição de ensino também deve decidir quando os ambientes de informática, por exemplo, laboratórios de informática, serão utilizados. O uso destes ambientes pode ser categorizado como:

- **Sistematizada:** quando há definição prévia e obrigatória do uso dos sistemas computacionais e agendamento dos horários para utilização do ambiente de informática.
- **Não sistematizada:** quando o uso do ambiente de informática depende do interesse, iniciativa e necessidade do professor.

2.2.4 *Classificação da aplicação de sistemas computacionais na educação a partir do objetivo da aplicação*

Pode-se ainda classificar o uso de sistemas computacionais na educação conforme o objetivo da aplicação. Assim, temos:

- **Pedagógico:** quando a escola utiliza o computador apenas como ferramenta, independente da abordagem, sendo utilizado para complementos e sensibilizações disciplinares ou projetos educacionais.
- **Social:** quando há a preocupação em utilizar os sistemas computacionais para repassar para os alunos os conteúdos tecnológicos.

Para (TAJRA, 2012), a prática indicada é a conciliação dos enfoques pedagógicos e sociais; portanto, ao elaborar o plano do curso com a utilização da informática, deve ser previsto um momento em que sejam repassadas algumas orientações tecnológicas básicas associadas às orientações pedagógicas.

2.3 **Jogo eletrônico**

De acordo com (RABIN, 2010), o primeiro vídeo *game* foi criado, provavelmente, no Departamento de Energia dos Estados Unidos, mais especificamente, por um homem chamado William Higinbotham que era líder da divisão de instrumentação para o Laboratório Nacional de Brookhaven. Na década de 1950, as pessoas desconfiavam da energia atômica e a direção de Brookhaven tentou apresentar uma imagem amigável ao criar um dia anual de visitação. Em 1958, buscando atrair o interesse dos visitantes, Higinbotham teve a ideia de uma exibição interativa de um jogo de tênis de videogame.

Desde então, os jogos eletrônicos passaram por diversas evoluções de *software* e *hardware*, possibilitando o seu uso em equipamentos com maior capacidade computacional, processamento gráfico e acessibilidade, por exemplo em *smartphones*.

As evoluções de *hardware* e *software* também permitiram o desenvolvimento de jogos eletrônicos com diferentes gêneros e características, gerando diversos nichos de jogadores e alcançando enorme popularidade em todo mundo.

2.3.1 Gêneros de jogo

Com a evolução dos jogos e a inserção de mais pessoas interessadas em jogos eletrônicos, passou a ser desenvolvida uma diversidade de jogos com temáticas e elementos que buscavam agradar nichos diferentes de consumidores. Os jogos passaram a ser então divididos em gêneros de acordo com suas características. (RABIN, 2010) faz uma breve explicação sobre os gêneros mais populares, destacando-se entre eles os seguintes gêneros de jogos:

- **Aventura:** No gênero de jogos de aventura, existem dois subgêneros importantes: a aventura baseada em texto e a aventura gráfica. Por exemplo: Zork da Infocom e a série King's Quest, de Roberta Williams na Sierra.
- **Ação:** O jogo de ação é o conjunto de muitos outros gêneros. Jogos de tiro em primeira pessoa, ação e aventura, simulações de combate, jogos de luta e até jogos de plataforma fazem parte do gênero de ação. Os jogos do gênero ação são tipificados por combate e movimento em ritmo acelerado. Alguns dos primeiros exemplos de *video games*, como Spacewar, Pong e Space Invaders, definiram o gênero.
- **Plataforma:** Os jogos de plataforma originais envolviam o personagem correndo e pulando em um campo de jogo com rolagem lateral. Embora a definição tenha sido expandida agora para incluir o campo de jogo em 3D, o gênero ainda é bastante fiel às suas raízes. Alguns dos mais famosos jogos de plataforma foram SuperMario Bros. e Sonic the Hedgehog.
- **Jogo de interpretação de papéis (RPG):** a versão em videogame de jogos de papel e caneta, como Dungeons Dragons, difere de sua contraparte de mesa, principalmente na capacidade de criar um mundo que não requer imaginação. A maioria das diferenciações da fórmula são híbridos com outros gêneros. Alguns dos RPGs mais famosos são a série Final Fantasy, a série Baldur's Gate e Wasteland.
- **Quebra-cabeça:** Os jogos de quebra-cabeça combinam elementos de correspondência de padrões, lógica, estratégia e sorte - geralmente com um elemento de tempo. Tetris é o jogo de quebra-cabeça mais popular de todos os tempos e é um excelente exemplo do gênero.
- **Educacional:** os jogos educacionais são projetados para ensinar conteúdos escolar para crianças e adultos de uma maneira divertida. O primeiro jogo educacional notável foi o Oregon Trail, originalmente projetado em 1971 para máquinas de teletipo no Carleton College, mas popularizado nas décadas de 1980 e 1990 por uma versão em execução em computadores Apple das escolas públicas.

- **Sério:** o gênero de jogo sério surgiu como uma maneira mais barata e divertida de ensinar eventos ou processos do mundo real. Esses jogos geralmente são financiados de forma privada para usos específicos. Os desenvolvedores de jogos sérios podem desenvolver simuladores de treinamento de forma relativamente barata, enquanto imprimem valor à simulação. O valor diversão é importante para que os usuários sejam motivados a reproduzir o jogo com frequência e, assim, se tornem melhor treinados.

2.3.2 *Modelo de jogo*

(RABIN, 2010) explica os principais recursos referentes aos jogos a partir de dois domínios: Jogador e Jogo, considerando ainda que o jogador afeta o jogo e o jogo afeta o jogador.

2.3.2.1 *Parte correspondente ao Jogo*

A parte do modelo de jogo correspondente ao jogo pode ser dividida em sistema de jogo e conteúdo do jogo. Sistema de jogo refere-se apenas aos elementos que afetam diretamente o que o jogador fará. O sistema de jogo determina os procedimentos e operações que utilizarão os recursos do jogo e, com uma pequena ajuda do jogador, produzirá resultados. A maioria dos elementos formais que definem um jogo são produtos das estruturas do sistema de jogo.

O conteúdo do jogo é todo o material que forma e preenche o universo que os sistemas de jogo governam. Ele consiste no espaço e na substância do seu jogo, do tabuleiro do jogo à galáxia, e os recursos que alimentam os sistemas de jogo durante o curso de um jogo real. O conteúdo compõe o que, onde e quando de tudo que está em operação no jogo; todos os materiais experimentados durante o jogo, sejam objetos de concreto, como tanques de batalha e torres, ou conceitos mais abstratos como uma missão do jogo.

2.3.2.2 *Parte correspondente ao Jogador*

O designer de jogo tem seu controle limitado ao domínio do jogo, porém segundo (RABIN, 2010) todos os aspectos realmente importantes, motivações e sentimentos, estão fora do domínio do jogo, na mente do jogador. Para o autor, as pessoas são a parte mais importante do seu jogo.

Segundo (LEBLANC, 2004), uma parte essencial do design do jogo são as estéticas. Para ele, estéticas são reflexões e considerações das experiências emocionais evocadas durante o

jogo, onde as emoções são esses sentimentos e a experiência é o que os jogadores esperam do jogo.

De acordo com (RABIN, 2010), ações como resolver problemas, derrotar um inimigo e passar tempo com os amigos *online* têm componentes emocionais que determinam em grande parte se gostamos ou não dessa experiência.

Ainda segundo (RABIN, 2010), mecânica do jogo é um sistema de interações entre o jogador e o jogo, assim como também as experiências do jogador nessas interações. Para o autor, a mecânica do jogo é mais do que aquilo que o jogador pode reconhecer, elas também são os aspectos que afetam a experiência de jogo.

2.3.2.3 *A relação entre os domínios do jogador e do jogo*

De acordo com (RABIN, 2010), o jogador e o jogo são conectados entre si por meio de um sistema de interface, dispositivos de *hardware* e *software* que conectam informações e comandos entre o dispositivo e o usuário. A interface é o aspecto mais visível de um jogo e o jogador deve ter pouca dificuldade em identificar os sistemas de entrada e saída. O elemento da interface contém todos os aspectos da apresentação e do *feedback*, independentemente de seu modo, que podem ser vídeo, áudio, háptico entre outros. Os jogadores realizam ações no jogo, usando a interface para sinalizar suas intenções para o jogo. Existem duas dimensões de ação: as ações usando o controle como pressionar um botão e ações que acontecem no espaço metafórico do jogo como arremessar uma bola ou destravar um portão.

2.3.2.4 *Elementos de relação entre o jogo e o jogador*

O desenvolvimento de um jogo deve ser planejado de modo a proporcionar um maior envolvimento do jogador com o jogo. Podemos citar como elementos do jogo que podem ser utilizados com esta finalidade os objetivos, resultados, regras e a imersão do jogador no jogo.

Objetivos são requisitos projetados que os jogadores devem satisfazer para alcançar um resultado específico. Codificados na estrutura do próprio sistema, os objetivos são propriedades formais do jogo, controlando o progresso do jogador. Como meio de estabelecer conflito e desafio, os objetivos motivam o envolvimento dos jogadores com uma oferta de problemas finitos e solucionáveis com os quais os jogadores trabalham (RABIN, 2010).

O jogo tem um conjunto de resultados possíveis e incertos que resulta das interações do jogador. Os resultados no jogo são mensurados pelos jogadores constantemente. Nossos

cérebros antecipam futuros e avaliam os sucessos e fracassos em nossas tomadas de decisão, dando-nos bons ou maus sentimentos no pré-processo. Segundo (RABIN, 2010), os jogadores precisam avaliar seu desempenho para que o jogo seja "significativo".

As regras formam a estrutura de cada jogo, estabelecendo uma relação incerta entre o jogador e seu objetivo. Sem regras, o jogo se torna desregulado e nebuloso. As regras podem ser:

- **Explícitas:** também chamada “leis do jogo”, são uma estrutura formal básica de qualquer artefato do jogo. Elas são vinculativas, inegociáveis e inequívocas (HUIZINGA, 1955). Segundo (RABIN, 2010), as regras explícitas devem ser claras, todos os jogadores devem compartilhar a mesma interpretação de seu significado.
- **Operações:** são regras que descrevem os métodos e procedimentos que os jogadores usam para jogar. Elas devem definir quais ações os jogadores podem executar em um determinado momento.
- **Sistêmicas:** são regras que definem as condições possíveis do jogo e seus eventos. Elas são responsáveis pelos vários estados (configurações de posição, valor, etc), limites (especialmente recursos) e eventos que resultam da ação ou chance do jogador (pontuação, penalidades, etc.).

(RABIN, 2010) analisa que imersão em jogos e brincadeiras criam, em nossas mentes, espaços temporários separados da palavra real. O historiador holandês Johann Huizinga cunhou o termo "círculo mágico" para se referir a esses lugares (HUIZINGA, 1955). (BATESON, 1972) complementa ao afirmar que o tempo e o espaço do jogo separam atividades lúdicas e inconsequentes das sérias e consequentes. Sentir-se dentro do contexto do jogo deve ser seguro e experimentado sem efeitos do mundo real.

De acordo com (RABIN, 2010), a maior parte da indústria busca atender ao perfil de jogador que faz parte do público alvo. Os designers procuram entender esse tipo de jogador, visto que seus julgamentos e preferências pessoais são os principais guias para o desenvolvimento do jogo.

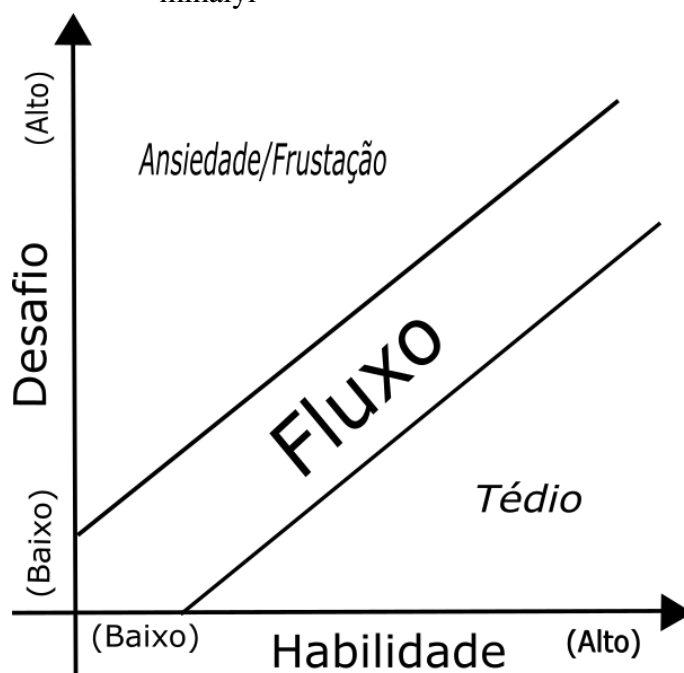
(RABIN, 2010) destaca que um grande problema para os designers de jogos é proporcionar momentos em que as pessoas possam superar obstáculos significativos, mas sem que esses obstáculos sejam muito desafiadores. O modelo mais popular deste problema é chamado de *Flow*. Criado pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi, *Flow* é definido como um estado mental totalmente imerso. O jogador é absorvido com a tarefa em mãos, inconsciente e

despreocupado com coisas fora da experiência imediata. O *Flow* começa com uma atividade desafiadora, com um resultado incerto, que precisa de habilidades (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Este estado mental é alcançado quando reúne as seguintes características:

1. objetivos claros; objetivos alcançáveis compatíveis com as habilidades do jogador;
2. tornar-se um com a atividade;
3. *feedback* claro e imediato; ciente dos objetivos;
4. concentração completa na tarefa em questão;
5. controle sem esforço; nenhuma preocupação em perder o controle;
6. perda de autoconsciência;
7. o tempo fica distorcido.

O *Flow*, como pode ser visto na Figura 1, que mostra o Canal de Fluxo de Mihalyi Csikszentmihalyi, exige um equilíbrio entre o desafio da tarefa e as habilidades necessárias para ser bem-sucedido. A área entre as duas retas diagonais é o canal *Flow*, mostrando que o desafio da tarefa deve aumentar junto com a habilidade do jogador. Pode-se observar ainda que, quando o nível do desafio aumenta mais rápido do que as habilidades do jogador, isto ocasiona ansiedade ou frustração no jogador. A situação inversa também pode ocorrer, no caso de as habilidades do jogador aumentarem e o nível de desafio permanecer o mesmo ou aumentar em um ritmo muito menor, ocasionando tédio por parte do jogador.

Figura 1 – Canal de Fluxo de Mihalyi Csikszentmihalyi



Fonte: Próprio Autor

Tabela 1 – Características e elementos de jogos e seus impactos motivacionais no jogador

Características/Elementos	Impactos motivacionais
são uma forma de diversão	proporciona prazer e satisfação
são uma forma de brincar	proporciona envolvimento intenso e fervoroso
têm regras	dá estrutura
têm metas	gera motivação
são interativos	provoca ação
são adaptáveis	direciona a um fluxo
têm vitórias	gera gratificação ao ego
têm conflitos, competições, desafios ou oposições	gera adrenalina
envolvem a solução de problemas	estimula a criatividade
têm interação	leva a criação de grupos sociais
têm enredo e representações	proporciona emoção

De modo complementar ao estudo da relação entre o jogo e o jogador, (PRENSKY, 2012) lista as características e elementos comuns aos jogos e seus impactos no ser humano, o que justifica o porquê de os jogos serem capazes de prender a atenção das pessoas. As características e elementos comuns aos jogos e seus impactos nas pessoas é listado na Tabela 3.

2.3.3 Componentes de gamificação em jogos sérios

Segundo (KAPP, 2012), gamificação é usar mecanismos baseados em jogos, estética e pensamento de jogo para envolver pessoas, motivar ações, promover aprendizado e resolver problemas. De acordo com (WHYTE *et al.*, 2015), um jogo sério possui muita diferença em relação a um jogo de entretenimento, pois enquanto o primeiro tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades que podem ser generalizadas e utilizadas na vida real, o segundo tem como objetivo apenas o desenvolvimento de habilidade para serem utilizadas no próprio jogo.

Um jogo sério pode utilizar de diversas estratégias e metodologias para alcançar o objetivo de aprendizado utilizando ferramentas comuns aos jogos. Entre elas destacam-se:

- **Utilização de enredos e contextualização**

O *design* de jogos sérios se baseia em um grande volume de pesquisas empíricas que sugerem que o aprendizado é maximizado quando ocorre em contextos relevantes que envolvem os alunos. Assim, entende-se que, com uma narrativa que integra o enredo com o objetivo de aprendizagem, pode-se desenvolver, de forma lúdica, a motivação e a imersão no contexto de aprendizado.

- **Objetivos de Aprendizagem Direta em torno das habilidades direcionadas**

Jogos sérios direcionam os jogadores a atingir objetivos em torno de habilidades específicas. Isso inclui tanto os objetivos finais primários, sinalizando a conclusão do jogo, quanto

os objetivos incrementais intermediários que fornecem desafios e refletem o progresso (GARRIS *et al.*, 2002). Metas de médio prazo podem incluir a conclusão de objetivos narrativos baseados em histórias ou a obtenção de pontos suficientes em todas as tentativas (ao longo de vários minutos ou horas) para concluir um nível. Juntas, a combinação de objetivos de médio e longo prazo vinculados a histórias narrativas (por exemplo, superar obstáculos ou resolver mistérios) fornece várias oportunidades de aprendizado de habilidades e isso aumenta a motivação intrínseca de continuar jogando o jogo à medida que a dificuldade aumenta (HABGOOD; AINSWORTH, 2011).

- **Aprendizado por *feedbacks* e recompensas**

A teoria da aprendizagem tradicional demonstrou que os comportamentos moldados usando recompensas extrínsecas e imediatas, como por exemplo, sistemas de pontos cumulativos e tabelas de classificação que exibem classificações competitivas do total de pontos dos jogadores, se extinguem muito rapidamente quando a recompensa é retirada. Diferentemente, os jogos sérios focam em fornecer *feedback* relacionado ao alcance de metas de longo prazo e aumentar a motivação intrínseca para o aprendizado, fornecendo aos jogadores informações sobre seu progresso em direção a metas de aprendizado incrementais e primárias.

Assim, busca-se evitar as possíveis frustrações e *feedbacks* negativos que podem impactar significativamente o rendimento e permanência do aluno no jogo. Desta forma visa-se alcançar o principal objetivo que é o direcionamento do aluno através dos *feedbacks* e recompensas para o aprendizado de habilidades e conhecimentos propostos como objetivos de aprendizagem da atividade.

- **Adaptação Níveis de Dificuldade**

Aumentar a competência para habilidades específicas durante os jogos sérios deve envolver o fornecimento de metas desafiadoras, mas realizáveis, em um ambiente seguro e de apoio. É importante que os projetistas do jogo tenham a sensibilidade para desenvolverem atividades que não sejam fáceis demais, para não se tornar um jogo monótono, onde o aluno não desenvolva novas habilidades, e nem que seja um jogo muito difícil, para que não gere frustração ou desencorajamento. Portanto, é importante que o jogo sério aumente lentamente a dificuldade de acordo com a habilidade ou capacidade individual do jogador. De acordo com (WHYTE *et al.*, 2015) jogos sérios não podem ser tão difíceis que frustram e/ou desencorajam as pessoas de tentarem concluir o jogo (ou seja, desempenho

no nível do piso), nem tão fáceis que o jogador nunca aprende novas habilidades (ou seja, desempenho no nível do teto).

- **Possibilidade de escolha**

Além de fornecer níveis individualizados de dificuldade, disposições de escolha em um jogo sério podem permitir que os alunos mantenham um senso de autonomia e controle sobre sua experiência de aprendizado (PRZYBYLSKI *et al.*, 2010). Portanto, permitir que o jogador tenha escolha sobre alguns aspectos do ambiente do jogo é um elemento importante do design do jogo, principalmente quando projetado para aprimorar especificamente as oportunidades de aprendizado. É importante ressaltar que uma meta-análise recente sugere que a oferta de escolha é mais eficaz para aumentar a motivação e o aprendizado quando as escolhas são relevantes para a instrução e limitadas no número para evitar a fadiga (PATALL *et al.*, 2008).

2.3.4 *Estatísticas referentes aos jogos*

O jogo eletrônico passou por diversas evoluções e diversificações não só nos quesitos técnicos como *hardware* e *software*, mas também em contexto e elementos do jogo. Estes fatos, juntamente com outros fatores econômicos e sociais, possibilitam uma grande mudança no relacionamento entre a população e os jogos. Para entender como se dá essa relação, o trabalho (ESA, 2019) analisa diversos fatores e características dos jogos, jogadores e equipamentos utilizados, desenvolvendo um relatório estatístico referente à indústria do vídeo game. Entre as informações obtidas a partir dos dados coletados em 2019, temos dados referente ao público geral, à classificação indicativa e ao público infantil, mostrados a seguir.

- Dados referentes ao público geral:
 - 75% das famílias têm ao menos 1 pessoa que joga em casa;
 - 60% dos jogadores usa *smartphone* para jogar;
 - 46% dos jogadores são mulheres;
 - 71% dos jogos mais jogados são do gênero casual.
- Dados referentes aos jogos vendidos nos Estados Unidos por classificação indicativa:
 - 42% são livres;
 - 19% são para maiores de 10 anos;
 - 30% são para público maiores de 13 anos;
 - 9% para público maiores de 17 anos.

- Dados referente ao público infantil:
 - 21% dos jogadores são menores de idade;
 - 70% das famílias tem crianças que jogam *video game*;
 - 49% dos pais controlam o tempo de jogo das crianças;
 - 90% prestam atenção ao que o filho joga;
 - 74% dos pais acreditam que *video game* são educacionais.

2.3.5 *Classificação indicativa de jogos*

Os jogos, assim como filmes, possuem classificação indicativa de acordo com o conteúdo apresentado ao jogador através do contexto do jogo. Os modelos de classificação podem ter diferenças de país para país.

2.3.5.1 *Entertainment Software Rating Board*

Segundo (ESRB, 2019a), o sistema de classificação *Entertainment Software Rating Board* (ESRB) foi fundado pela indústria de *video games* em 1994, após consultar um grande conjunto de especialistas em desenvolvimento infantil e acadêmicos, analisando outros sistemas de classificação e conduzindo pesquisas nacionais com os pais.

As classificações ESRB são atribuídas aos jogos em diversos dispositivos, incluindo consoles, *smartphones*, *tablets*, computadores e fones de ouvido de realidade aumentada. As classificações são exibidas na loja em pacotes físicos de jogos, onde os jogos e aplicativos podem ser baixados, em anúncios, nas mídias sociais e nos sites em que os jogos são revisados (ESRB, 2019b).

O ESRB constatou que os pais queriam um sistema de classificação com categorias baseadas na idade e informações concisas e imparciais sobre o conteúdo. Com a principal missão de ajudar os pais a tomar decisões informadas sobre os *video games* e aplicativos que seus filhos jogam, o ESRB administra um sistema de três partes que inclui categorias de classificação, descritores de conteúdo e elementos interativos.

De acordo com (ESRB, 2019c), as categorias de classificação do ESRB são divididas em:

- **Todos:** o conteúdo geralmente é adequado para todas as idades. Pode conter cartton mínimo, fantasia ou violência leve e/ou uso pouco frequente de linguagem leve.
- **Todos com mais de 10 anos:** o conteúdo geralmente é adequado para maiores de 10 anos.

Pode conter mais desenhos animados, fantasia ou violência leve, linguagem leve e/ou temas sugestivos mínimos.

- **Adolescente:** o conteúdo geralmente é adequado para maiores de 13 anos. Pode conter violência, temas sugestivos, humor grosseiro, sangue mínimo, jogo simulado e/ou uso pouco frequente de linguagem forte.
- **Adulto:** o conteúdo geralmente é adequado para maiores de 17 anos. Pode conter violência intensa, sangue e sangue, conteúdo sexual e/ou linguagem forte.
- **Apenas para adultos:** conteúdo adequado apenas para adultos a partir de 18 anos. Pode incluir cenas prolongadas de violência intensa, conteúdo sexual gráfico e/ou jogos de azar com moeda real.
- **Classificação pendente:** ainda não foi atribuída uma classificação final do ESRB. Aparece apenas em materiais de publicidade, marketing e promocionais relacionados a um jogo de vídeo físico (por exemplo, em caixa) que deve ter uma classificação ESRB e deve ser substituído pela classificação de um jogo depois de ter sido atribuído.

A classificação do jogo em uma determinada categoria se dá pela verificação dos seguintes descritores de conteúdo e suas variações:

- **Substâncias:** possui referência ao álcool, imagens de bebidas alcoólicas, tabaco, imagens de produtos do tabaco, uso de drogas, consumo ou uso de drogas ilegais, a medicamentos, imagens de drogas ilegais, uso de álcool, consumo de bebidas alcoólicas, uso de tabaco, consumo de produtos do tabaco.
- **Sangue:** sangue animado, representações descoradas e/ou irrealistas de sangue, sangue e violência, representações de sangue ou a mutilação de partes do corpo, sangue, representações de sangue.
- **Violência:** violência dos desenhos animados, violência intensa, referências violentas, violência fantasia, violência.
- **Humor:** humor sugestivo, humor maduro, humor bruto.
- **Tipo linguagem:** linguagem leve, linguagem forte, linguagem leve em letras de música, linguagem forte em letras de música.
- **Nudez:** nudez total e nudez parcial.
- **Jogo de azar:** jogo real e apostas simuladas.
- **Sexualidade:** conteúdo sexual, violência sexual, temas sugestivos, temas sexuais, conteúdo sexual forte.

O ESRB também analisa o jogo a partir de seus elementos interativos como interação de usuário, compras *online* no jogo, compartilhamento de localização e acesso irrestrito à internet a partir do jogo. O ESRB não verifica as músicas transmitidas ou baixadas como complemento do jogo.

2.3.5.2 *Classificação indicativa de jogos no Brasil*

No Brasil, a Classificação Indicativa (ClassInd) de obras audiovisuais como televisão, mercado de cinema e vídeo, jogos eletrônicos e jogos de interpretação – RPG, é exercida pelo Ministério da Justiça e Segurança Pública com fundamento na Constituição Federal de 1988 e no Estatuto da Criança e do Adolescente, a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990 (MJS, 2019).

De acordo com (SNJ, 2018), o processo de classificação indicativa adotado pelo Brasil considera a corresponsabilidade da família, da sociedade e do Estado na garantia à criança e ao adolescente dos direitos à educação, ao lazer, à cultura, ao respeito e à dignidade. Essa política pública consiste em indicar a idade não recomendada, no intuito de informar aos pais, garantindo-lhes o direito de escolha.

Atualmente, a Portaria MJS nº 1.189 de 2018 regulamenta o processo de classificação indicativa de que tratam o art. 74 da Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990, o art. 3º da Lei nº 10.359, de 27 de dezembro de 2001, e o art. 11 da Lei nº 12.485, de 12 de setembro de 2011.

No Capítulo I, Seção I, Art. 2º e Inciso I da portaria MJ nº 1.189 de 2018 é definido o que é considerado classificação indicativa nos termos da portaria.

“Art. 2º Para os efeitos desta Portaria, considera-se:

I - classificação indicativa: a informação fornecida aos pais e responsáveis acerca do conteúdo de obras e diversões não recomendáveis a determinadas faixas etárias, considerando-se três eixos temáticos: “sexo e nudez”, “drogas” e “violência” (MJS, 2018)”.

No Capítulo II, Seção I, Art.8º da portaria MJ nº 1.189 de 2018, são listadas as classificações das obras. No Artigo seguinte, são definidos os eixos temáticos da classificação indicativa e a relação entre seus graus de incidência com a classificação indicativa por faixa etária.

“Art. 8º As obras de que trata esta Portaria poderão ser classificadas nas seguintes categorias:

I - livre;

II - não recomendado para menores de 10 (dez) anos;

III - não recomendado para menores de 12 (doze) anos;

IV - não recomendado para menores de 14 (catorze) anos;

V - não recomendado para menores de 16 (dezesesseis) anos; e

VI - não recomendado para menores de 18 (dezoito) anos.

Art. 9º A classificação indicativa tem como eixos temáticos:

I - sexo e nudez;

II - violência; e

III - drogas.

Parágrafo único. O grau de incidência dos critérios temáticos nos eixos definidos no caput deste artigo, determinará as faixas etárias a que não se recomendam as obras, nos termos dos Guias Práticos da Classificação Indicativa (MJS, 2018).”

De acordo com (SNJ, 2018), à medida que as situações violentas, do universo das drogas e das práticas e discursos sexuais vão ficando mais complexas, mais recorrentes ou mais intensas e impactantes, agrava-se também a tendência de classificação indicativa e, por conseguinte, eleva-se a gradação atribuída à obra.

Os critérios referentes a situações violentas correspondentes a cada categoria de classificação indicativa são:

- **Livre:** arma sem violência, morte sem violência, ossada ou esqueleto sem violência e violência fantasiosa.
- **Não recomendado para menores de 10 anos:** angústia, arma com violência, ato criminoso sem violência, linguagem depreciativa, medo/tensão, ossada ou esqueleto com resquício de ato de violência.
- **Não recomendado para menores de 12 anos:** agressão verbal, assédio sexual de modo verbal, ato violento, ato violento contra animal, *bullying*, descrição de violência, exposição ao perigo, exposição de cadáver, exposição de pessoa em situação constrangedora ou degradante, lesão corporal, morte derivada de ato heroico, morte natural ou acidental com dor ou violência, gesto obsceno, presença de sangue, sofrimento da vítima, supervalorização da beleza física, supervalorização do consumo, violência psicológica.

- **Não recomendado para menores de 14 anos:** aborto, estigma/preconceito, eutanásia, exploração sexual, morte intencional e pena de morte.
- **não recomendado para menores de 16 anos:** ato de pedofilia, crime de ódio, estupro/coação sexual, mutilação, suicídio, tortura e violência gratuita/banalização da violência.
- **Não recomendado para menores de 18 anos:** apologia à violência, crueldade, sexo e nudez.

Os critérios referentes à prática e discursos sexuais correspondentes a cada categoria de classificação indicativa são:

- **Livre:** nudez não erótica.
- **Não recomendado para menores de 10 anos:** conteúdo educativo sobre sexo.
- **Não recomendado para menores de 12 anos:** apelo sexual, carícia sexual, insinuação sexual, linguagem chula, linguagem de conteúdo sexual, masturbação, nudez velada e simulação de sexo.
- **Não recomendado para menores de 14 anos:** erotização, nudez, prostituição, relação sexual e vulgaridade.
- **Não recomendado para menores de 16 anos:** relação sexual intensa.
- **Não recomendado para menores de 18 anos:** sexo explícito e situação sexual complexa/de forte impacto.

Os critérios referentes ao universo das drogas correspondentes a cada categoria de classificação indicativa são:

- **Livre:** consumo moderado ou insinuado de droga lícita.
- **Não recomendado para menores de 10 anos:** descrição do consumo de droga lícita, discussão sobre o tema drogas e uso medicinal de droga ilícita.
- **Não recomendado para menores de 12 anos:** consumo de droga lícita, consumo irregular de medicamento, discussão sobre legalização de droga ilícita, indução ao uso de droga lícita, menção a droga ilícita.
- **Não recomendado para menores de 14 anos:** consumo insinuado de droga ilícita, descrição do consumo ou tráfico de droga ilícita.
- **Não recomendado para menores de 16 anos:** consumo de droga ilícita, indução ao consumo de droga ilícita, produção ou tráfico de droga ilícita.
- **Não recomendado para menores de 18 ano:** apologia ao uso de droga ilícita.

Para realização da classificação indicativa, além dos critérios citados anteriormente,

também é utilizado a influência de indicadores que podem atenuar ou agravar as tendências de indicação. Atenuantes são fatores imagéticos ou contextuais da obra que podem reduzir o impacto das tendências de indicação, enquanto agravantes são fatores contextuais da obra que podem aumentar o impacto ou o potencial agressivo das tendências de indicação. (SNJ, 2018) lista os seguintes indicadores:

- **Atenuantes:** composição de cena, conteúdo positivo, contexto artístico, contexto cômico ou caricato, contexto cultural, contexto esportivo, contexto fantasioso, contexto histórico, contexto irônico, contraponto, frequência, insinuação, motivação, relevância, simulação e tentativa.
- **Agravantes:** banalização, composição de cena, conteúdo inadequado com criança ou adolescente, contexto, frequência, interação, motivação, relevância e valorização de conteúdo negativo.

Referente aos jogos eletrônicos e aplicativos distribuídos apenas por meio digital, a portaria MJ nº 1.189 de 2018 define no Capítulo IV, Seção VI, no caput do Art 35º que são dispensados de prévio requerimento ao Departamento de Promoção de Políticas de Justiça, desde que autoclassificados no sistema internacional de classificação etária, conhecido por *International Age Rating Coalition* (IARC) (MJS, 2018).

2.3.5.3 *International Age Rating Coalition*

A IARC é administrada por muitas das autoridades mundiais de classificação de jogos e tem como finalidade fornecer um processo de classificação etária globalmente otimizado para jogos digitais e aplicativos móveis, garantindo que os consumidores digitais tenham acesso consistente a classificações etárias estabelecidas e confiáveis em todo jogo (IARC, 2019).

O processo de classificação da IARC é um questionário criado com base nos fatores que cada autoridade de classificação considera em seu método de classificação. Estes fatores foram ponderados por cada autoridade de classificação, para que, uma vez que um desenvolvedor preencha o questionário, os algoritmos exclusivos que foram programados para cada região produzam instantaneamente as classificações etárias apropriadas. O resultado é uma solução revolucionária que permite que os desenvolvedores obtenham classificações simultaneamente de vários territórios em todo o mundo, preservando seus padrões locais diferenciados.

As autoridades participantes da IARC são a Classificação Indicativa do Brasil, o *Australian Classification Board*, *Entertainment Software Rating Board*, *Game Rating and*

Administration Committee da Coréia do Sul, *Pan European Game Information e Unterhaltungs software Selbstkontrolle* da Alemanha. As lojas virtuais que utilizam o IARC são Google Play, Microsoft Store for Windows and Xbox, Nitendo eShop, Oculus Store, Playstation Store e Origin.

2.4 Visão Computacional

Segundo (CONCI *et al.*, 2008), Visão Computacional (VC) é a área de sistemas de imagens digitais que trata da extração de informações das imagens e da identificação e classificação de objetos presentes nessa imagem, ou ainda, como o domínio da ciência da computação que estuda e aplica métodos que permitem aos computadores “compreenderem” o conteúdo da imagem.

Os softwares de VC utilizam análise de imagens e técnicas de Inteligência Artificial (IA) ou de tomada de decisões, e são usados para identificação e classificação de objetos ou imagens.

A análise de imagens tem como finalidade encontrar parâmetros descritivos, normalmente numéricos, que representem de modo sucinto informações importantes da imagem. A aplicação de IA em VC tem como objetivo desenvolver teorias e métodos voltados à extração de informações úteis contidas em imagens.

2.4.1 Etapas da visão computacional

De acordo com (CONCI *et al.*, 2008), as principais etapas de um sistema de visão computacional são: 1) aquisição de imagem, 2) restauração e realce, 3) segmentação, 4) extração de atributos ou características, 5) classificação e reconhecimento e 6) decisão.

2.4.1.1 Aquisição

Segundo (CONCI *et al.*, 2008), a aquisição de imagens é a primeira etapa de um sistema de VC. Esta etapa é iniciada pela redução de dimensionalidade obtida através da conversão de uma cena real tridimensional em uma imagem eletrônica, ou seja, o equipamento de aquisição de imagem, câmera fotográfica ou câmera de vídeo, converte cenas 3-D em representações 2-D da imagem.

De acordo com (BACKES; JUNIOR, 2016), os sensores de equipamentos de aquisição de imagem, precisam discretizar a imagem em pixels, que são as unidades fundamentais de

uma imagem. Para isto, cada pixel receberá um valor numérico para representar as gradações de tonalidade da imagem.

De modo complementar, (CONCI *et al.*, 2008) afirma que uma imagem pode ser considerada uma distribuição de energia luminosa em uma posição espacial. Quando a iluminação distribui energia sobre um objeto, parte dessa energia luminosa é absorvida pelo objeto (A), parte é transmitida (T) e parte é refletida (R), sendo capturada pela câmera.

(CONCI *et al.*, 2008) demonstra que a imagem formada no equipamento de aquisição de imagem pode ser expressa por uma função de cada ponto (x,y):

$$F(x,y) = i(x,y).r(x,y), \quad (2.1)$$

em que $i(x,y)$ é a função de iluminação e $r(x,y)$ é a função de reflexão do objeto. A função $f(x,y)$ descreve a energia luminosa da imagem na coordenada espacial (x,y). Essa função é convertida em sinal elétrico pelo dispositivo de captura e transmitida para o computador.

Assim temos que uma imagem é formada basicamente por dois fatores: 1) a quantidade de luz existente no ambiente ou cenário onde o objeto é capturado e 2) à reflexão dessa luz pelos objetos colocados na cena.

2.4.1.2 Realce e restauração

Outra etapa de um sistema VC é o realce e restauração. De acordo com (CONCI *et al.*, 2008), o realce tem por objetivo destacar detalhes da imagem que são de interesse para análise ou que tenham sofrido alguma deterioração. A restauração é utilizada quando a imagem se encontra deteriorada, ou seja, a restauração busca compensar deficiências específicas, geradas no momento da aquisição, na transmissão ou em alguma etapa do processamento.

(BACKES; JUNIOR, 2016) ressalta que essa fase compreende tanto o que usualmente se denomina “pré-processamento”, como rotação da imagem, equalização de histograma etc., quanto processamentos mais complexos, como, por exemplo, filtragens e aplicação de operadores morfológicos.

2.4.1.3 Segmentação

Segundo (CONCI *et al.*, 2008) as operações de segmentação buscam isolar regiões de pontos da imagem pertencentes a objetos para futura extração de atributos e cálculo de

parâmetros descritivos.

(CONCI *et al.*, 2008) afirma que a operação de segmentação mais simples é a limiarização ou separação por “tom de corte”. Esta operação busca a partir da separação e caracterização dos objetos e considerada eficiente quando a imagem apresenta duas classes – o fundo e o objeto. Se a intensidade dos valores dos pixels que formam o objeto encontra-se num intervalo e a intensidade do fundo encontra-se fora desse intervalo, uma imagem binária pode ser obtida usando-se uma operação de limiarização (*thresholding*) que agrupa os pontos do primeiro intervalo com o valor 1 e o do segundo com o valor 0.

2.4.1.4 *Extração de atributos ou características*

De acordo com (CONCI *et al.*, 2008), a etapa de extração de atributos possibilita obter dados relevantes ou atributos das regiões ou objetos destacados. Os tipos de atributos ou características mais comuns são: dimensões, geometria, propriedades de luminosidade.

- **As características dimensionais** são, por exemplo: área, perímetro, centro de gravidade, largura máxima e mínima e comprimentos.
- **As propriedades geométricas** descrevem as formas dos objetos, tais como circularidade, retilinearidade, concavidade e eixo principal.
- **As propriedades de luminosidade** medem elementos como cores, nível de intensidade médio de cada banda da região, desvio-padrão de cada banda da região, entre outros momentos estatísticos da distribuição dos níveis tonais de cada região.

2.4.1.5 *Classificação e reconhecimento*

Segundo (CONCI *et al.*, 2008), o processo de classificação e reconhecimento tem o objetivo de distinguir objetos na imagem agrupando os parâmetros obtidos da imagem de acordo com sua semelhança para cada região de pixels encontrada. Os autores ainda ressaltam que a palavra classificação não denota nenhum juízo de valor, mas apenas o agrupamento em classes dos diversos objetos obtidos na segmentação. Em geral, vários atributos são necessários para uma correta classificação. Porém, quanto mais atributos, mais complexo se torna o problema, sendo muito importante a realização de uma seleção adequada dos atributos disponíveis.

2.4.1.6 *Decisão*

Por fim, temos a etapa de decisão, sendo esta, segundo (CONCI *et al.*, 2008), o objetivo de todo sistema de VC. A tomada de decisão pode ser feita a partir de indagações simples a respeito de parâmetros extraídos dos objetos ou de algoritmos mais complexos de inteligência artificial.

2.4.1.7 *Etapas de visão computacional de acordo com outros autores*

(BACKES; JUNIOR, 2016) enfatiza que não há uma descrição única para as fases de um sistema de VC. Por exemplo, alguns autores chamam de “pré-processamento” a etapa aqui denominada de “Restauração e Realce”, e chamam de “processamento de imagens” todas as demais fases. O número de fases também pode variar de acordo com o ponto de vista dos autores. Além disso, algumas fases podem ser suprimidas dependendo do problema. Por exemplo, uma imagem pode ir direto para a fase de extração de características sem passar pela fase de segmentação.

2.4.2 *Visão humana*

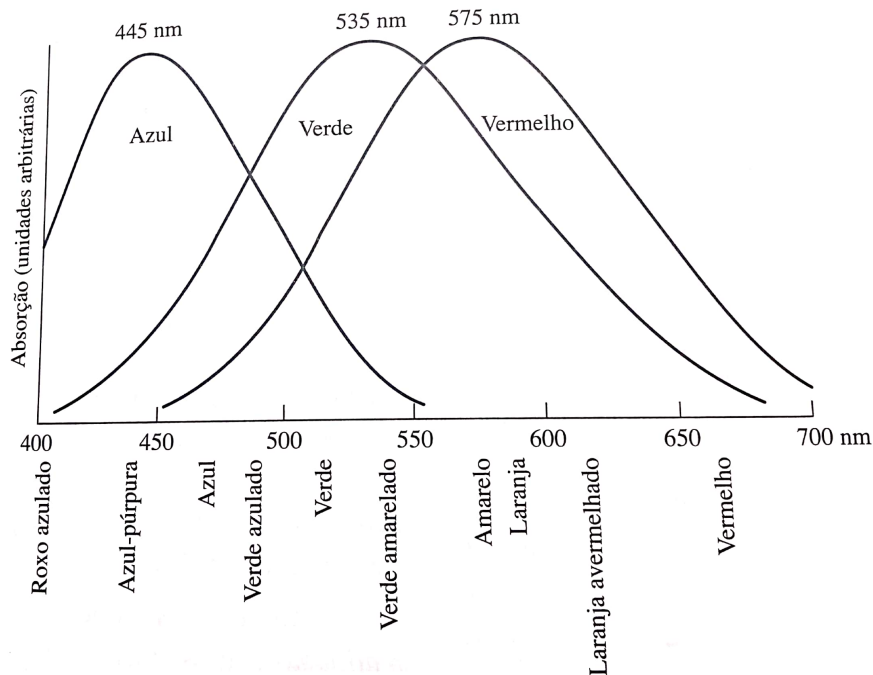
De acordo com (CONCI *et al.*, 2008), a visão humana é a resposta ao estímulo luminoso que atravessa as camadas transparentes da retina e, no nível dos cones e bastonetes, desencadeia reações fotoquímicas que são transformadas em impulsos nervosos, transmitidos pelas fibras ópticas aos centros cerebrais superiores. Os cones se encontram em menor número e estão localizados na parte central do fundo do olho e são responsáveis pela definição das cores. Os bastonetes, que se apresentam em maior número, são responsáveis pelo campo de visão periférico, não possuem qualquer tipo de relação com percepção de cor e são altamente sensíveis a baixos níveis de iluminação.

(CONCI *et al.*, 2008) afirma, baseado na teoria de Maxwell, que há três tipos de cones existentes na retina e que eles são sensíveis ao vermelho, ao verde e ao azul. Estas são as chamadas luzes primárias. Todas as cores que podem ser vistas pelo olho humano são, portanto, uma combinação dessas três cores em diferentes proporções.

(GONZALEZ; WOODS, 2010) complementa afirmando que evidências experimentais detalhadas comprovam que todos os cones humanos, entre 6 a 7 milhões, podem ser divididos em três principais categorias de sensoriamento, aproximadamente correspondentes ao vermelho,

ao verde e ao azul. Dentre todos os cones existentes no sistema de visão humano, 65% são sensíveis à luz vermelha, 33% são sensíveis à luz verde e aproximadamente 2% deles são sensíveis ao azul, porém os cones azuis são os mais sensíveis. Os níveis de absorção da luz de acordo com o comprimento da onda podem ser vistos na Figura 2.

Figura 2 – Absorção da luz pelos cones vermelhos, verdes e azul no olho humano como função do comprimento de onda



Fonte: (GONZALEZ; WOODS, 2010)

2.4.3 Modelo de cores

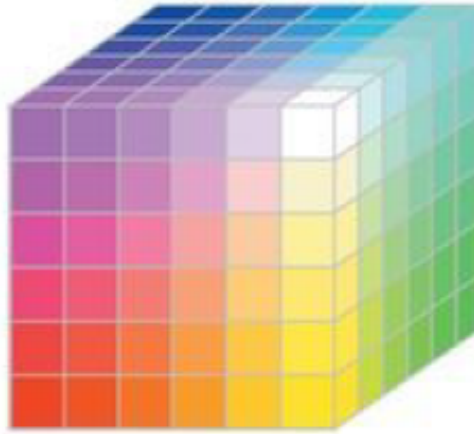
Os modelos de cores são, segundo (GONZALEZ; WOODS, 2010), uma especificação de um sistema de coordenadas e um subespaço dentro deste sistema no qual cada cor é representada por um único ponto. As imagens coloridas podem ser representadas por um entre diversos modelos de cores. Entre os modelos mais conhecidos temos o RGB e o HSV.

2.4.3.1 Modelo RGB

De acordo com (BACKES; JUNIOR, 2016), o RGB (Vermelho – *Red*, Verde – *Green*, Azul – *Blue*) é o modelo de cor mais conhecido, no qual cada pixel da imagem é representado por três valores inteiros, geralmente entre 0 e 255, que correspondem às cores vermelho, verde e azul. A Figura 3, representa por meio de um cubo o modelo de cores RGB, onde cada parte do

cubo representa uma cor formada pela junção das três cores primárias.

Figura 3 – Representação do modelo RGB por meio de um cubo



Fonte: (GONZALEZ; WOODS, 2010)

(GONZALEZ; WOODS, 2010) complementa detalhando que as imagens representadas no modelo de cores RGB consistem de três componentes de imagens, uma para cada cor primária. Quando alimentadas em um monitor RGB, essas três imagens se combinam na tela para produzir uma imagem de cores compostas.

(GONZALEZ; WOODS, 2010) ainda destaca que o modelo RGB e outros modelos de cores similares são teoricamente adequados para implementações em hardware e se adaptam muito bem ao fato de o olho humano ser bastante perceptivo às cores primárias vermelho, verde e azul. Infelizmente, o RGB não é muito adequado para descrever cores em termos práticos para a interpretação humana. Por exemplo, não nos referimos à cor de um carro dando a porcentagem de cada uma das primárias que compõem a cor. Quando os seres humanos veem um objeto em cores nós o descrevemos em termos de matriz, saturação e brilho.

2.4.3.2 Modelo HSV

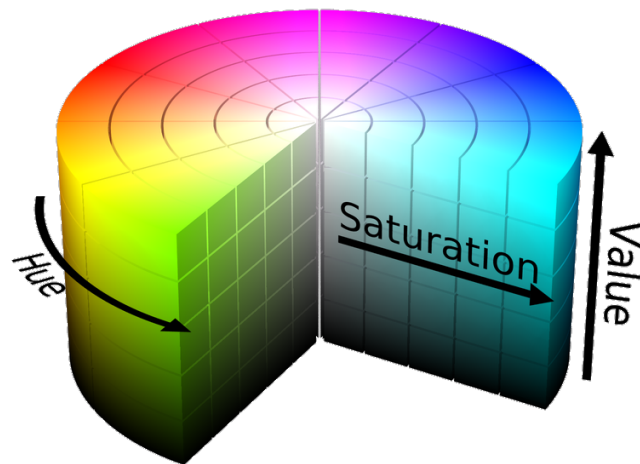
De acordo com (CONCI *et al.*, 2008), descrever a cor usando os elementos matiz, saturação e valor é uma das formas mais eficientes. O modelo HSV é composto pelas seguintes partes:

- **Matiz (*hue*):** determina a cor propriamente dita, definindo sua personalidade, sua identidade; está associado aos seus diferentes comprimentos de onda.

- **Saturação (*saturation*):** determina a pureza da cor, o quanto uma cor não está diluída pela luz branca. A pureza da de uma luz colorida é proporção entre a quantidade de luz pura da cor dominante e a quantidade de luz branca necessária para produzir sua sensação.
- **Valor (*value*):** também chamado de intensidade (*intensity*) , brilho (*brightness*) ou luminosidade (*lightness*), determina a intensidade de luz que uma superfície tem a capacidade de refletir ou uma fonte luminosa de emitir.

A Figura 4 demonstra a formação das cores a partir da combinação da Matiz, Saturação e Valor. Entre as particularidades desta representa o temos que: 1) com a ausência de satura o qualquer cor se torna branco; e 2) com o Valor igual a zero as cores tornam-se preto.

Figura 4 – Representa o do modelo HSV através de um cilindro



Fonte: (WIKIPIDIA, 2019) editado pelo próprio autor

(GONZALEZ; WOODS, 2010) afirma que o modelo HSV e sua representa o das cores a partir do matiz, satura o e valor, faz do modelo HSV uma ferramenta ideal para o desenvolvimento de algoritmos de processamento de imagens com base em descri es de cores que são naturais e intuitivas para os seres humanos, que, afinal, são desenvolvedores e usuários desses algoritmos.

2.4.3.3 Conversão de RGB para HSV

A conversão do modelo RGB, com os valores normalizados entre 0 e 1, para HSV pode ser feita, segundo (BACKES; JUNIOR, 2016), por meio das seguintes equa es, em que *min* e *max* são valores mínimos e máximo, respectivamente, dos canais R, G, e B:

- Cálculo do matiz (M):

$$M = \begin{cases} \frac{60*(G-B)}{max-min}, & se\ max = R\ e\ G \geq B \\ \frac{60*(G-B)}{max-min} + 360, & se\ max = R\ e\ G < B \\ \frac{60*(B-R)}{max-min} + 120, & se\ max = G \\ \frac{60*(R-G)}{max-min} + 240, & se\ max = B \end{cases} \quad (2.2)$$

- Cálculo da saturação (S):

$$S = (max - min)/max, \quad (2.3)$$

- Cálculo do valor (V):

$$V = max, \quad (2.4)$$

2.5 Realidade Aumentada

Segundo (HOSCH, 2016), Realidade Aumentada (RA) na programação de computadores é o processo de combinar ou ampliar exibições de vídeo ou fotográficas sobrepondo as imagens com dados úteis gerados por computador.

Para (KLOPFER; SHELDON, 2010), a realidade aumentada poderia ser considerada em um contexto mais amplo como qualquer tecnologia capaz de combinar informações reais e virtuais de maneira significativa.

(CAUDELL; MIZELL, 1992), pioneiros no estudo de realidade aumentada, veem como principal característica desta tecnologia o aumento do campo visual do usuário com informações necessárias no desempenho da tarefa atual, e, portanto, se referiam à esta tecnologia como "realidade aumentada".

2.5.1 História

Os estudos referentes à RA iniciaram em 1992, com os estudos de (CAUDELL; MIZELL, 1992) que propuseram a utilização de uma tecnologia que aumenta-se o campo de

visão dos trabalhadores que fabricavam as peças de aviões.

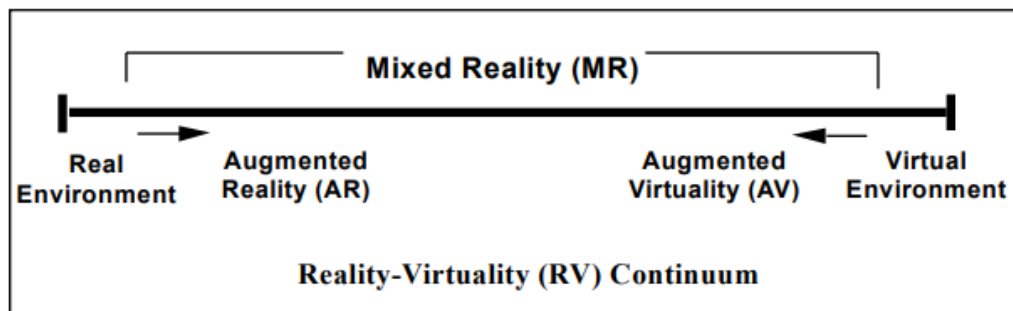
Desde então as aplicações desta tecnologia se diversificaram, como apontado por (HOSCH, 2016). Um dos exemplos pioneiros foi o uso de RA pela Fox Broadcasting Company em meados dos anos 90, inserindo listras amarelas sobrepostas nas imagens de televisão dos campos de futebol americanos e adicionando rotas virtuais de voo, para ajudar os telespectadores a rastrear os caminhos dos discos de hóquei e das bolas de golfe.

Ainda segundo (HOSCH, 2016), a RA passou a ser comumente usada em jogos eletrônicos de tiro em primeira pessoa para adicionar informações ambientais, de saúde e outras informações aos pontos de vista dos jogadores. Aplicativos de RA também foram desenvolvidos para *smartphones* com o intuito de exibir informações como endereços de edifícios, sinais de imóveis, ofertas de vendas no varejo e resenhas de restaurantes. Tais informações podem ser fornecidas usando um Sistema de Posicionamento Global (GPS) vinculado a um banco de dados comercial ou de código aberto.

2.5.2 *Continuum Realidade-Virtualidade*

Ao estudar realidade aumentada é comum a necessidade de diferenciar o conceito de RA de outros relacionados como realidade virtual e virtualmente aumentada. Estes conceitos são mais facilmente entendidos a partir do *Continuum* de Realidade-Virtualidade apresentado por (MILGRAM *et al.*, 1994). O *Continuum* de Realidade-Virtualidade vai do contexto puramente real até o puramente virtual. Se nos afastamos das pontas deste contínuo, podemos encontrar a realidade mista, que é definida como a apresentação conjunta de objetos reais e objetos virtuais. A Figura 5 é a representação do *Continuum* de Realidade-Virtualidade apresentado por (MILGRAM *et al.*, 1994).

Figura 5 – *Continuum* Realidade-Virtualidade



Fonte: (MILGRAM *et al.*, 1994)

2.5.2.1 *Realidade Aumentada X Virtualidade Aumentada*

Para (MILGRAM *et al.*, 1994), a realidade mista é, portanto, composta de realidade aumentada e Virtualidade Aumentada (VA). Diferenciando-as pela sutil diferença em que a RA resulta da combinação do mundo virtual com o real, com a particularidade de que este último é apresentado em maior escala que o primeiro. Em contraste, o VA consiste em adicionar objetos do mundo real a um contexto virtual, mas as informações fornecidas ao usuário são praticamente virtuais.

2.5.2.2 *Realidade Aumentada X Realidade Virtual*

Para (CAUDELL; MIZELL, 1992), a principal diferença entre o que conhecemos como Realidade Virtual (RV) e realidade aumentada está na complexidade dos objetos gráficos projetados. Em RA, apenas quadros simples, modelo, contornos, designador e texto são exibidos e animados, ao contrário do RV, em que o computador não é obrigado a gerar gráficos para cada pixel que o usuário vê. Os autores apontam como resultado imediato dessa diferença é que o sistema de realidade aumentada pode ser acionado por microprocessadores padrão e de baixo custo.

(LINOWES; BABILINSKI, 2017) complementa a diferenciação entre RV e RA afirmando que como a RV é tão imersiva, suas aplicações são inerentemente limitadas. Como usuário, a decisão de colocar um fone de ouvido de RV e entrar em uma experiência de RV é, bem, um compromisso. A RV exige o uso de *headsets* e fones de ouvidos que bloqueiam visualmente e sonoramente o mundo real para que haja uma imersão completa ao mundo virtual criado por esta tecnologia. A RA permite uma transação mais segura, menos envolvente e mais sutil, pois a maior parte do campo visual é o mundo real e os fones de ouvido são, normalmente, abertos ou pequenos alto-falantes que permitem a combinação de sons do mundo real com o áudio espacial proveniente da cena virtual.

2.5.3 *Realidade Aumentada na educação*

O Horizon Report, revista anual da NMC Horizon Project, descrevia até 2018 o trabalho anual desta iniciativa global de pesquisa em andamento que explora as tendências, desafios e desenvolvimentos tecnológicos que provavelmente terão impacto no ensino, na aprendizagem e na pesquisa criativa (EDUCAUSE, 2018). O Horizon Report listou pela primeira vez a RA em

2005, como um instrumento capaz de oferecer informações adicionais aos indivíduos sobre seu ambiente físico e proporcionando experiências de aprendizado enriquecedoras (JOHNSON *et al.*, 2005). Em 2010 e 2011, os Relatórios Horizon 2010 e 2011 (JOHNSON *et al.*, 2010; JOHNSON *et al.*, 2011) adiou a previsão de implementação generalizada da RA no campo educacional até 2012–2014, demonstrando o reconhecimento do potencial desta tecnologia na educação.

2.5.3.1 Contribuições da realidade aumentada na educação

Segundo (CASTELLANOS; PEREZ, 2017), a RA melhora o processo de ensino-aprendizagem e, por extensão, a aquisição de conhecimento pelos alunos. O que é corroborado por (WU *et al.*, 2013) que listam um conjunto de contribuições da RA para a área educacional:

- representação de conceitos específicos em três dimensões, proporciona aos alunos melhor compreensão destes conceitos;
- permite uma aprendizagem independentemente do local e com possibilidade de colaboração utilizando dispositivos móveis e sistemas de localização geográfica que permitem que aos usuários maior acessibilidade aos estudos;
- promove um sentimento de presença, imediatismo e imersão do aluno em ambientes virtuais de educação, o que estimula a criação de comunidades virtuais de aprendizagem;
- visualização do invisível, por exemplo, tornando possível representar conceitos abstratos como campos magnéticos ou correntes de ar;
- conexão entre aprendizagem formal e informal, assim a realidade aumentada pode ser utilizada para despertar o interesse dos alunos no processo de aprendizagem.

De acordo com (GARCÍA, 2014), as tecnologias de RA geram experiências que permanecem na memória dos alunos por mais tempo do que se os professores usassem outros recursos, como livros tradicionais ou digitais, apresentações de slides ou visualizações de vídeo. Além disso, quando as informações digitais em duas ou três dimensões são adicionadas às imagens de cenas do mundo fornecidas por um *smartphone* ou *tablete*, a atenção é frequentemente atraída para a tela. Outra vantagem demonstrada por (GARCÍA, 2014) referente à realidade aumentada é o fato de que quanto mais sentidos estão envolvidos em uma dada experiência, mais facilmente ela é armazenada em nossa memória.

Outra contribuição da RA para educação está baseada na característica de o ser humano possuir um amplo desenvolvimento intelectual que lhes permite adaptar o ambiente às suas necessidades. Segundo (FUENTES, 2017), a realidade aumentada possibilita uma visão

privilegiada da realidade que poderia ser referida como uma experiência sensorial intensificada, pois é uma visão mais avançada do que poderíamos passar apenas pelos nossos sentidos. Ainda segundo o autor, a transformação do ambiente utilizando RA ocorre em um nível anterior à própria realidade atual, onde não há necessariamente impacto direto ao meio ambiente, sendo modificado, na verdade, apenas a experiência intelectual do observador, sendo que isto multiplica enormemente as oportunidades de aprendizagem.

2.5.3.2 *Realidade Aumentada combinada com ferramentas educacionais*

Quanto aos usos da realidade aumentada no ambiente educacional, existem alguns campos e recursos que merecem atenção (TELEFÔNICA, 2011):

- **Livros:** existem atualmente livros com códigos, como o QR, que permitem visualizar objetos tridimensionais e assistir vídeos com a ajuda de um aplicativo instalado em um dispositivo tecnológico.
- **Jogos:** alguns jogos mostram cenários tridimensionais que podem ser assistidos em qualquer dispositivo móvel, enquanto outros permitem que os jogadores criem objetos virtuais ou pessoas.
- **Modelagem de objetos:** esta tecnologia permite que os usuários, entre outras coisas, criem objetos virtuais para manipulá-los, detectar anomalias, explorar suas propriedades e interagir com outros objetos.
- **Uso de aplicativos padrão para fins de ensino:** um exemplo claro disso é o Google Sky-map, um aplicativo de código aberto que não apenas permite ver as estrelas concentrando a câmera de um dispositivo móvel nelas, mas também sobrepondo informações digitais relevantes imagem.

2.5.3.3 *Uso da realidade aumentada para a educação de pessoas com necessidades especiais*

Para (CASTELLANOS; PEREZ, 2017), a realidade aumentada, pode ser vista como uma importante parceira na educação inclusiva. Entre os diversos públicos com necessidades especiais que podem ser beneficiados por esta tecnologia, o autor destaca o autismo. Segundo o autor, esta ferramenta se mostrou eficiente no tratamento de pessoas com TEA, sendo útil para captar sua atenção e ajudá-los a entender pistas não-verbais, o que é corroborado pelos trabalhos de (CHEN *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2015), que demonstram eficácia no ensino de interpretação de emoções e expressões faciais para crianças e adolescentes autistas.

(CASTELLANOS; PEREZ, 2017) também destaca que a RA tem sido usada com alunos com deficiências físicas. Como exemplo pode ser observado a pesquisa de (LIN; CHANG, 2015) que utiliza o *software* gratuito Scratch 2.0 projetado pelo Lifelong Kindergarten Group do MIT Media Lab, (GROUP, 2019), em conjunto com uma *webcam* para capturar movimentos. Durante o projeto, os participantes puderam assistir à tela do computador na frente deles, enquanto dois alto-falantes foram colocados no chão. Deste modo, quando os participantes fizeram o levantamento correto do pé, eles receberam imagens e sons dinâmicos como *feedback*. A partir das intervenções do projeto foram observados maior assertividade nos movimentos realizados pelas crianças com deficiência físicas.

3 JOGO TECA

Com base nas informações das estatísticas realizadas por (ESA, 2019), temos que o desenvolvimento de um jogo sério para *smartphone* é um meio de alto alcance e aceitação para proporcionar uma educação e tratamento para as crianças de um modo lúdico.

O jogo sério TECA, Tecnologia Educacional para Crianças Autistas, foi desenvolvido a partir dos estudos e pesquisas das principais características, tratamentos e metodologias de ensino para crianças autistas, sendo ainda observado como os sistemas computacionais, principalmente os jogos eletrônicos, podem ser utilizados no auxílio à educação.

O jogo TECA, atualmente, está disponível gratuitamente para download em seu site de divulgação (TECA, 2019), sendo divulgado também a política de privacidade do jogo. O processo de disponibilização na plataforma de aplicativos da Google, Google Play, está em andamento.

As demais seções deste capítulo destinam-se a explicar em detalhes todos os elementos e funcionalidades que compõem o jogo TECA. A Seção 3.1 apresenta o modelo do jogo a partir das perspectiva do jogo, do jogador e da interação entre eles. A Seção 3.2 detalha como os diversos componentes de gamificação foram utilizados no TECA para auxiliar no ensino e tratamento de crianças autistas. A Seção 3.3 explica como o jogo realiza as etapas de visão computacional utilizado no ensino de cores. A Seção 3.4 demonstra a utilização de realidade aumentada para o ensino de identificação de animais. Por fim, a Seção 3.5 informa a classificação indicativa do TECA e lista os conteúdos avaliados para realização da classificação utilizando o sistema IARC.

3.1 Modelo do jogo

O TECA é um jogo sério desenvolvido com a finalidade de auxiliar na educação e tratamento de pessoas autistas através de uma abordagem lúdica, adaptativa e especializada. Para um melhor entendimento do jogo, podemos analisá-lo por três perspectivas: partes do jogo, partes do jogador e elementos de interação entre o jogo e o jogador.

3.1.1 Partes do jogo

O sistema do jogo do TECA é formado pela tela de *login*, o formulário de cadastro de usuário, os grupos de atividades e as configurações do jogo. A tela de *login* é composta pela a

logo do jogo, o formulário com os campos nome e senha e os botões "Criar Conta" e "Iniciar". A Figura 6 exibe a tela de *login* do TECA.

Figura 6 – Tela de *login* do jogo TECA



Fonte: Jogo TECA

O cadastro do usuário é um requisito obrigatório para acessar ao jogo. O formulário para criação de conta é composto por dados pessoais (nome, idade e sexo), dados educacionais (se sabe falar e ler) e dado médico referente ao nível no espectro autista. As Figuras 7 e 8 mostram os campos do formulário de cadastro de usuário.

Figura 7 – Formulário de cadastro do jogo TECA



Fonte: Jogo TECA

Figura 8 – Formulário de cadastro do jogo TECA



Formulário de cadastro do jogo TECA com as seguintes opções:

- Sexo:** Masculino Feminino
- Sabe Ler?** Sim Não
- Sabe Falar?** Sim Não
- Nível Espectro:** Leve Moderado Grave

Botões: Voltar (botão cinza) e Criar Conta (botão azul).

Fonte: Jogo TECA

O jogo TECA é dividido em dois grupos de atividades. Um voltado para o aprendizado de animais e outro referente às cores. Cada grupo é formado por subgrupos de atividades compostos por um enredo e atividades. A Figura 9 exibe o menu inicial do jogo TECA onde além do botão de configuração, o usuário pode escolher qual grupo de atividade jogará.

Figura 9 – Menu inicial do TECA



Fonte: Jogo TECA

O jogo possui um menu de configurações onde podem ser modificados as configurações de vídeo e dados e ainda visualizar os créditos do jogo. O menu de configurações é exibido pela Figura 10.

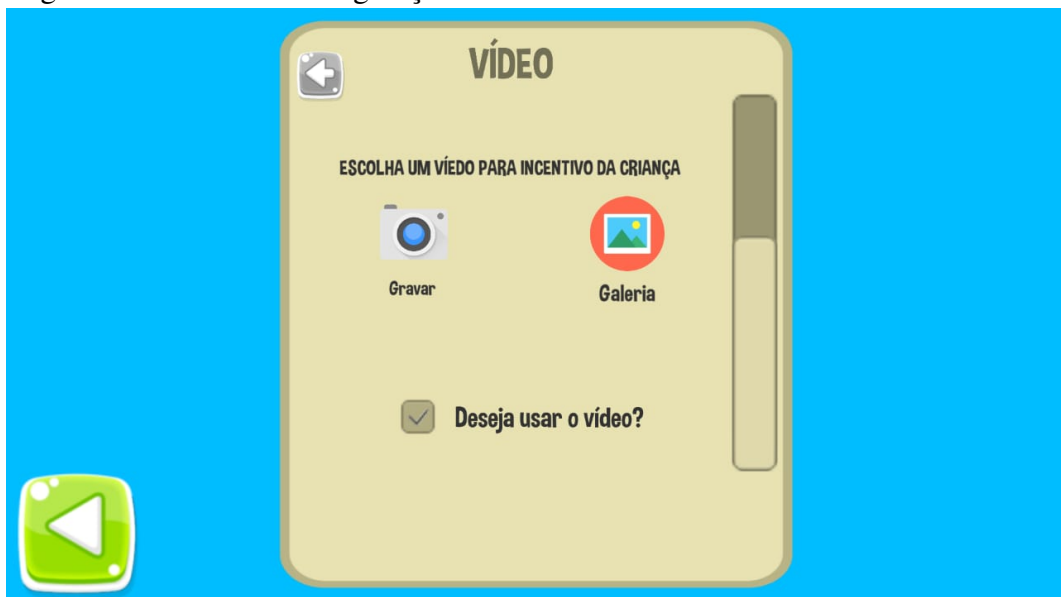
Figura 10 – Menu de configurações do TECA



Fonte: Jogo TECA

Nas configurações de vídeo, pode-se definir se será exibido um vídeo ao fim de cada atividade. O vídeo pode ser gravado a qualquer momento utilizando a câmera ou selecionar um vídeo já armazenado na galeria. A Figura 11 exibe as opções de configuração de vídeo.

Figura 11 – Menu de configurações de vídeo do TECA

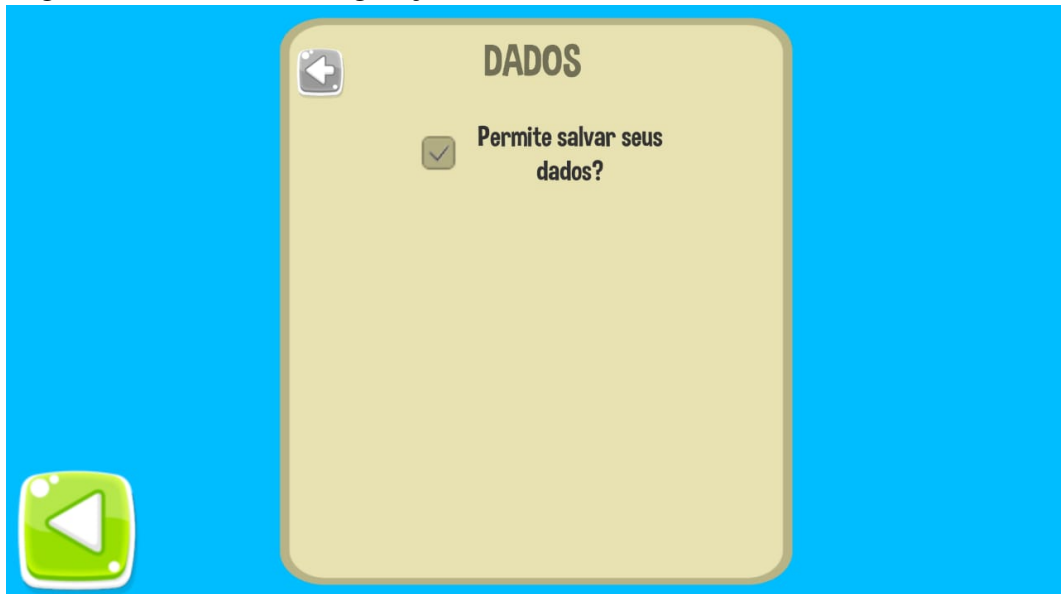


Fonte: Jogo TECA

Nas configurações de dados, é definido se o jogo poderá armazenar os dados educacionais referentes ao rendimento das crianças durante as atividades. Os dados educacionais que podem ser armazenados durante as atividades são: quantidade de erros, tempo em cada atividade e quantidade de dicas. A opção de aceitação de armazenamento de dados é mostrada na Figura

12.

Figura 12 – Menu de configurações de dados do TECA



Fonte: Jogo TECA

Nos créditos, é exibido a foto, nome e função de todos os estudantes e profissionais que contribuíram para o desenvolvimento do jogo TECA. A Figura 13 exhibe parte dos créditos do jogo TECA.

Figura 13 – Parte dos créditos do TECA



Fonte: Jogo TECA

O conteúdo do jogo é formado pelos elementos que compõem as atividades e enredos do jogo. A distribuição dos subgrupos de atividades é realizada através da divisão de uma imagem

que representa o contexto onde cada grupo de atividade ocorre. Para as atividades de animais há a imagem de um caminho que percorre uma fazenda onde partes do caminho são *links* para o início de um subgrupo de atividade de animais. Para as atividades de cores há uma imagem da planta de uma casa, onde os cômodos são links para o início de um subgrupo de atividade de cores.

Os enredos são formados por imagens 2D, textos e áudios e as atividades podem ser formados pelos mesmos componentes ou ainda podem utilizar animações 3D e recursos de câmera para captura de imagem e realidade aumentada.

3.1.2 Partes do jogador

As mecânicas de jogo básicas do TECA utilizam recursos de tela *touchscreen*, câmera e giroscópio, sendo o último não obrigatório para a realização das atividades. De acordo com o objetivo e mecânicas de cada fase, o jogador tem a possibilidade de clicar nos objetos, mover um ou mais objetos da atividade para locais específicos, tirar fotos e combinar o uso do giroscópio com a tela *touchscreen* para procurar e clicar em um objeto em um ambiente de realidade aumentada. A tabela a seguir lista as mecânicas de jogo utilizadas nas quatro atividades dos subgrupos de atividades de animais e cores.

Tabela 2 – Mecânicas de jogo por atividade

Atividade	Animais	Cores
1ª Atividade	Clicar no animal solicitado	Clicar no objeto com a cor solicitada
2ª Atividade	Mover o animal até o alimento adequado	Mover o objeto com a cor solicitada até o local adequado
3ª Atividade	Montar o quebra-cabeça do animal estudado	Montar o quebra-cabeça do objeto com a cor estudada
4ª Atividade	Procurar e clicar no animal solicitado em um ambiente de RA	Tirar a foto de um objeto com a cor solicitada

As quatro atividades que formam um subgrupo estão organizadas em uma mesma sequência de mecânicas de jogo. Nas primeiras atividades, deve-se clicar no objeto estudado, depois mover o objeto para um determinado local e em seguida montar o quebra-cabeça do objeto estudado. A única diferença está nas funcionalidades utilizadas nas quartas atividade dos subgrupos referentes aos animais e referentes às cores. Na última atividade de cada subgrupo de animais é utilizado recursos de realidade aumentada combinando giroscópio, quando presente no *smartphone*, e tela *touchscreen*. Na última atividade de cada subgrupo referente às cores é utilizado a câmera do *smartphone* para captura de imagem de um objeto com a cor solicitada.

3.1.3 Interação entre o jogo e o jogador

Durante a interação com o jogo TECA, a criança será estimulada a realizar alguns objetivos e, a partir dos resultados obtidos, poderá jogar as demais etapas do jogo. O jogo possui objetivos de curto, médio e longo prazos, como conclusão de fase, subgrupo de atividade e grupo de atividades, respectivamente.

Para a realização destes objetivos, os jogadores precisam compreender e seguir as regras explícitas, operacionais e sistêmicas do jogo. Entre as regras explícitas do jogo temos que os subgrupos de fases possuem uma sequência pré-estabelecida e, para desbloquear o próximo subgrupo, deve-se jogar ao menos uma vez o subgrupo anterior. A principal regra operacional é a utilização da(s) mecânica(s) de jogo adequada para cada atividade. Uma das regras sistêmicas é a definição de estágio inicial e final de cada atividade, por exemplo, na segunda fase de cada subgrupo de atividade deve-se levar um objeto de um local a outro. Os estágios também podem ser o estado do objeto como clicado ou não clicado.

Para cada objetivo é exibido um *feedback* específico de acordo com o resultado da criança. Nos objetivos de curto prazo, caso a tentativa de resolução da atividade esteja errada, o jogo solicita uma nova tentativa, mas se a tentativa estiver correta, aparece uma animação ou vídeo parabenizando o jogador. As crianças também podem perceber o progresso de seus resultados a partir do desbloqueio de novos subgrupos de atividades ou pela conclusão de todos os subgrupos.

Os objetivos propostos pelo o jogo TECA têm a finalidade de proporcionar um ambiente de aprendizado gradativo e desafiador de modo a envolver a criança em situações-problemas cada vez mais complexas e com perspectivas diferentes, possibilitando um aprendizado acumulativo e associativo dos objetivos de aprendizado estudados.

3.2 Componentes de gamificação em jogos sérios

Todas as atividades que compõem o jogo TECA buscam integrar de forma harmônica e gradual as principais características, os tratamentos e os componentes de gamificação, de modo a proporcionar um aprendizado lúdico, especializado e adaptativo.

3.2.1 Utilização de associação como metodologia de ensino

Os estudos apontam que os autistas utilizam como técnica de interpretação do mundo ao seu redor a análise dos detalhes como aspectos físicos, formas e funções para então entender o que veem. Com base nisto, o jogo tem como uma de suas propostas a utilização de atividades que reforcem a associação de características, formas e funções do conteúdo a ser estudado.

O estudo das características e formas de um objeto foi aplicado em atividades que utilizam associação da característica típica com seu respectivo objeto. Por exemplo, a atividade exibida na Figura 14 utiliza o som de um miado associado a imagem de um gato. O som é acionado quando a criança realiza o que é solicitado, ou seja, toca na imagem do gato.

Figura 14 – Atividade com associação entre animal e som



Fonte: Jogo TECA

De modo similar, a atividade exibida na Figura 15 trabalha o aprendizado de funções ou comportamentos comuns ao animal estudado, como associar que o gato bebe leite, solicitando que a criança leve o gato até o leite.

A finalidade dessas atividades é aumentar a autonomia de compreensão do autista. Para isto, busca-se realizar atividades que explorem e melhorem suas características, como a capacidade de realizar uma análise a partir dos detalhes e a capacidade de associação, preferencialmente por imagens.

Figura 15 – Atividade com associação entre animal e comida



Fonte: Jogo TECA

3.2.2 *Uso de áudio em atividades educacionais para crianças autistas*

É importante que o aplicativo utilize as mesmas abordagens trabalhadas pelos profissionais da terapia ocupacional e fonoaudiólogo. Assim, uma característica importante é que as perguntas em áudio sejam curtas e objetivas, com pronúncia lenta e com linguagem denotativa, de maneira similar ao que é realizado pelos profissionais de saúde em atendimentos com crianças autistas. Pensando nisto, todas as atividades utilizaram áudios com mensagens curtas, com linguagem denotativa e com ritmo lento, como corroborado por (GEPNERA; FÉRON, 2009). Os áudios são utilizados em diversos momentos do jogo como enredo, atividades e dicas.

Nos enredos utilizados no início de cada subgrupo de atividades juntamente com a imagem e o texto exibidos, também é iniciado um áudio do texto, como por exemplo, no enredo demonstrado pela Figura 16 é acionado o áudio com a mensagem “Olha um gato”.

Nas atividades do jogo, os áudios são utilizados em diversos momentos juntamente com os enunciados, *feedbacks* e dicas, nos dois primeiros, a mensagem do áudio é igual à mensagem exibida em texto, porém nas dicas, o áudio busca complementar o significado da imagem ou animação exibida, produzindo o significado completo da dica. A Figura 17 demonstra o momento em que é acionado o mecanismo de dica da atividade, o qual é composto pela animação de uma mão indicando o que se deve fazer e um áudio com a mensagem “Arraste o gato assim”.

Figura 16 – Enredo com áudio do subgrupo de atividade sobre gato



Fonte: Jogo TECA

Figura 17 – Dica com áudio da segunda atividade sobre gato



Fonte: Jogo TECA

3.2.3 Tarefas de que abordam AVD e AVP

Um dos principais objetivos dos tratamentos da terapia ocupacional é o desenvolvimento da autonomia por parte do paciente para a realização de atividades sociais e pessoais comuns a todas as pessoas.

Buscando auxiliar na construção da autonomia, o jogo TECA inclui de forma indireta o aprendizado de AVDs e AVPs. Como, por exemplo, na atividade mostrada pela Figura 18, em que o conteúdo principal é o ensino da cor vermelha, porém indiretamente, também é ensinado

a atividade de vida prática relacionado a organização, através da solicitação de que a criança guarde os carrinhos da cor vermelha.

Figura 18 – Atividade com AVP



Fonte: Jogo TECA

A Figura 19 tem como objetivo principal o ensino da cor azul, porém, secundariamente, também é ensinado à criança a AVD relacionada ao vestuário. Nesta atividade, assim como em outras, teve-se o cuidado na escolha de todos os elementos, de modo a ensinar não somente como vestir uma blusa, mas também que a roupa deve ser guardada no guarda-roupa e que o quarto é o melhor ambiente para a criança vestir a roupa.

3.2.4 Interação social e com o ambiente

Um dos critérios utilizados no diagnóstico de autismo é a interação social e com o ambiente, de modo que se torna imprescindível a elaboração de atividades que buscam estimular a criança autista a ter uma melhor interação com as pessoas e o ambiente ao seu redor.

Para tanto, foram desenvolvidas as atividades de identificação de cores, onde é solicitado que a criança procure ao seu redor algo com uma determinada cor e tire uma foto. O sistema então analisará se a atividade foi realizada corretamente, verificando se a cor solicitada está presente na imagem em uma quantidade mínima estabelecida. Esta funcionalidade é ilustrada na Figura 20.

Também foi elaborada uma atividade utilizando realidade aumentada proporcionando uma junção de objetos reais com objetos virtuais com o intuito de estimular um maior

Figura 19 – Atividade com AVD



Fonte: Jogo TECA

Figura 20 – Atividade com identificação de cor



Fonte: Jogo TECA

envolvimento da criança com o meio em que ela está inserida. Esta funcionalidade é ilustrada na Figura 21.

3.2.5 Enredos e contextualização

As atividades do jogo foram divididas em dois objetivos principais de aprendizados: identificação de animais e identificação de cores. Para cada objetivo de aprendizado foi selecionado um contexto, sendo o de uma fazenda para o primeiro objetivo e de uma casa para o

Figura 21 – Atividade com realidade aumentada

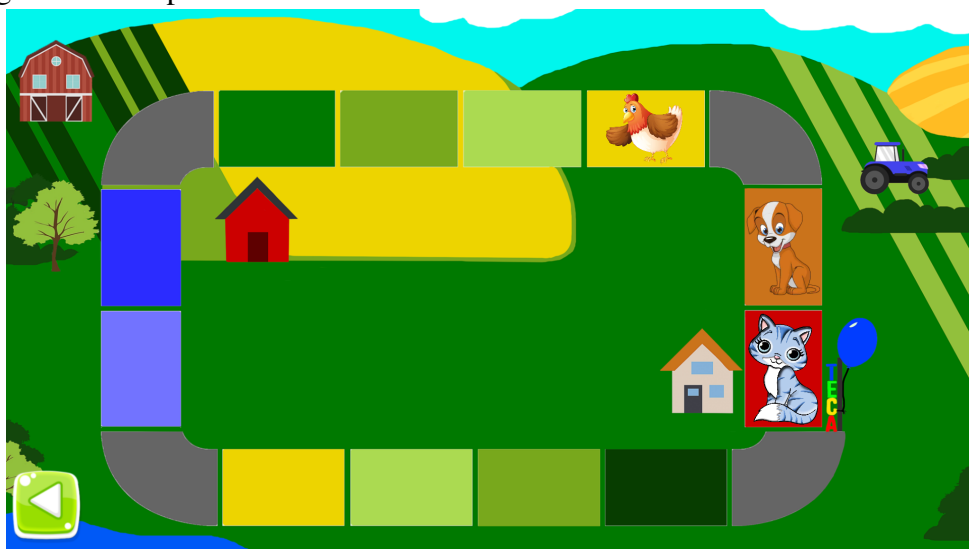


Fonte: Jogo TECA

segundo. Assim, busca-se desenvolver um enredo que traga coesão entre as atividades do mesmo conjunto.

Como pode ser visto na Figura 22, os subgrupos de atividades de animais são divididos em blocos que formam um caminho que percorre toda fazenda, a cada parte do caminho há um animal que será estudado durante aquele subgrupo de atividades.

Figura 22 – Mapa de atividades - Fazenda



Fonte: Jogo TECA

Ao selecionar o bloco de atividade de um determinado animal, é exibida uma imagem juntamente com um áudio que possuem como finalidade apresentar o animal e contextualizar as

atividades. A junção de todos os enredos de cada subgrupo de atividades compõem um enredo maior de uma criança andando por uma fazenda com sua mãe e, à medida que eles vão andando, surgem animais que são apresentados para criança por sua mãe, como pode ser visto na Figura 23.

Figura 23 – Enredo de apresentação do animal cachorro



Fonte: Jogo TECA

De modo similar, a Figura 24 exhibe a representação de uma casa, no qual cada cômodo corresponde a uma subgrupo de atividade. Ao clicar em um cômodo, é iniciado um conjunto de atividades de uma determinada cor. Os cômodos possuem uma coloração específica, de modo a identificar a cor que será estudada ao clicar sobre eles.

O enredo do grupo de atividades referentes às cores apresenta um contexto de convivência entre mãe e filho em diversas situações dentro de uma casa. Os enredos dos subgrupos de atividades referentes às cores vermelho, azul e verde, quando seguidos nesta sequência, formam um enredo maior em que a criança recebe um presente de sua mãe, depois, devido ao frio, é solicitado que vista uma blusa. Por fim, há o momento de uma refeição seguida da orientação da mãe para que a criança escove os dentes, como pode ser visto na Figura 25.

Os enredos utilizados no jogo têm por objetivo contextualizar a apresentação e a interação da criança autista com os objetivos de aprendizados, animais e cores, dentro das atividades, proporcionando uma maior assimilação do que está sendo estudado e uma melhor associação dos conteúdos e habilidades abordados no jogo com os conhecimentos e habilidades necessários para criança diariamente.

Figura 24 – Mapa de atividades - Casa



Fonte: Jogo TECA

Figura 25 – Enredo para ensino da cor verde



Fonte: Jogo TECA

3.2.6 *Objetivos de Aprendizagem Direta em torno das habilidades direcionadas*

Os objetivos de cada fase estão sempre relacionados com o objetivo de aprendizado proposto. Existem os objetivos de curto, médio e longo prazo. O objetivo de curto prazo é a conclusão de uma fase para seguir para a próxima fase do subgrupo de atividades. O objetivo de médio prazo é a conclusão do subgrupo de atividade. Os objetivos de longo prazo é a conclusão de todos os subgrupos de atividades dos animais e das cores.

Os objetivos de curto prazo proporcionam o aprendizado de um determinado objetivo

de aprendizado por uma perspectiva. Por exemplo, a primeira atividade do subgrupo gato proporciona a primeira identificação da imagem do animal, além da associação do animal ao seu som característico, enquanto a segunda fase desenvolve o aprendizado a partir da perspectiva de associação do animal com o seu alimento característico.

Os objetivos de médio prazo têm a finalidade de marcar o progresso de aprendizado. Por exemplo, após a conclusão do subgrupo de atividade do cachorro, entende-se que a criança consegue identificar o animal, possuindo conhecimentos sobre ele como aparência, som característico e alimento típico.

Os objetivos de longo prazo marcam a conclusão de um conjunto de objetivos de aprendizados, demonstrando o aprendizado completo de todas as principais habilidades educacionais ensinadas e praticadas através do jogo.

3.2.7 *Aprendizado por feedbacks*

Todas as atividades do jogo contam com mecanismos de *feedbacks* para os alunos, de modo a explicitar quando algo é realizado corretamente ou não. Os *feedbacks* podem assumir formas de mensagens escrita, em áudios, animações ou vídeos.

Eles podem ser utilizados com o intuito de estimular uma nova tentativa quando a atividade é realizada de maneira errada, como pode ser visto na Figura 26, onde aparece a frase "Tente novamente" junto com o áudio da frase.

Figura 26 – Atividade com *feedback* motivacional para uma nova tentativa



Fonte: Jogo TECA

Elementos de *feedbacks* também foram inseridos para motivar a realização de uma nova atividade através da comemoração pelo êxito obtido. A Figura 27 exibe uma imagem da animação padrão do jogo TECA parabenizando o acerto na atividade.

Figura 27 – Animação de parabéns padrão do jogo TECA



Fonte: Jogo TECA

Também é dada a opção de exibição de um pequeno vídeo, parabenizando e motivando a criança após o acerto da atividade. Este vídeo pode ser gravado pelos responsáveis, amigos ou profissionais de saúde ou educação ao iniciar o jogo ou ainda pode ser selecionado um vídeo pré-gravado, na pasta nativa do sistema operacional *Android*, Galeria. Tanto a animação quanto o vídeo são exibidos após o acerto de cada atividade.

3.2.8 Adaptação de níveis de dificuldade

As atividades do mesmo subgrupo são apresentadas de modo a proporcionar um aumento gradativo da dificuldade e complexidade da realização da atividade. Todos os subgrupos de atividades seguem a mesma sequência de tipos de atividades. A primeira atividade solicita que a criança identifique o objeto estudado, que pode ser um determinado animal ou uma determinada cor e clique no objeto. A segunda atividade solicita que arraste o objeto de aprendizado até um determinado ponto. A próxima atividade solicita a montagem do quebra-cabeça do objeto estudado e a última atividade solicita a identificação do objeto utilizando realidade aumentada, se for o estudo de animais, ou tirar foto de um objeto de determinada cor, se for o estudo de cores.

De forma complementar, também foi inserido no jogo um sistema de dicas, de modo

a auxiliar a criança na resolução da atividade caso ela demonstre dificuldades. As dicas são acionadas quando a criança passa um determinado período de tempo sem acertar a atividade ou parte da atividade, no caso dos quebra-cabeças. As dicas são gradativas, de modo que a cada dica mostrada, elas se tornam mais específicas e buscam direcionar cada vez mais a criança para resolução da atividade.

Além de elementos visuais, as dicas também são compostas por elementos de áudios que são utilizados em conjunto. Assim, ao mesmo tempo em que aparece um elemento visual que busca indicar um direcionamento para resolução da atividade também é executado um áudio que complementa o sentido da dica. A Figura 28 mostra a exibição de uma dica referente ao posicionamento do animal estudado, na atividade em questão o cachorro. Ao mesmo tempo em que a imagem do círculo aparece na tela indicando uma área mais restrita onde o objeto de estudo está, também é executado um som como a frase "O cachorro está por aqui." complementando o sentido da parte visual da dica.

Figura 28 – Adaptação de nível através de dicas



Fonte: Jogo TECA

Assim, busca-se manter um nível desafiador e que permita um constante aprendizado, porém evitando as possíveis frustrações causadas pela alta complexidade da atividade.

3.2.9 Possibilidade de escolha

Com o objetivo de proporcionar maior autonomia no processo de aprendizagem da criança ao utilizar o jogo TECA, foi possibilitado algumas opções de escolha durante o jogo. O

jogador não é obrigado seguir uma sequência pré-definida durante todo o jogo, sendo permitido escolher, a qualquer momento, a realização de atividades referentes às cores ou animais.

Os subgrupos de cada grupo de atividade possuem uma sequência estabelecida, principalmente devido ao enredo. Porém após a primeira tentativa de realização de subgrupo, mesmo que a criança não consiga concluir, é desbloqueado o próximo subgrupo e a criança pode escolher qual gostaria de fazer.

A quarta atividade dos subgrupos referente às cores possui um botão para pular atividade. Esta opção foi inserida devido à possibilidade de não haver um objeto com a cor solicitada no local onde se encontra a criança.

3.3 Uso de visão computacional pelo jogo TECA

O jogo TECA utiliza um sistema de visão computacional para gerenciar as atividades que buscam ensinar identificação de cores através do registro de uma imagem de um objeto de uma determinada cor. Durante a execução e validação destas atividades são realizadas algumas etapas comuns em sistema VC.

3.3.1 Etapa de aquisição de imagem

A aquisição da imagem é obtida através da câmera do equipamento que está executando o jogo. A câmera é acionada automaticamente pelo jogo através do método público `webCamTexture.play()` da classe `webCamTexture` da API `UnityEnginy` (UNITY, 2019c).

Para que a câmera seja acionada pelo jogo, é necessário que o usuário permita que o jogo utilize este recurso. Esta solicitação é realizada quando iniciado o jogo pela primeira vez. Deste modo, a câmera é um requisito indispensável para a realização desta atividade.

3.3.2 Etapa de realce de imagem

Como ressaltado por (BACKES; JUNIOR, 2016), a etapa de realce compreende o que é usualmente chamado de pré-processamento, o que pode corresponder a processamentos simples ou complexos realizados para auxiliar a realização das etapas futuras.

No jogo TECA, a etapa de realce consiste na conversão do modelo RGB para o modelo HSV. Para tanto, foi utilizado o método estático `RGBToHSV` da *Application Programming Interface* (API) `Color` da `UnityEngine` (UNITY, 2019a). Esta função tem como parâmetro de

entrada uma cor no formato RGB e como parâmetros de saída um valor para o matiz, um para saturação e outro para o valor (UNITY, 2019b).

A conversão do modelo de cores RGB para o HSV foi necessário pois facilita a definição de um intervalo de tonalidade de cores. Como destacado por (GONZALEZ; WOODS, 2010), o modelo RGB é adequado para implementações em *hardware* e se adaptam muito bem ao fato de o olho humano ser perceptivo as cores vermelho, verde e azul, porém o modelo HSV é mais eficiente para descrição de cores que são mais naturais e intuitivas para os seres humanos.

3.3.3 Etapa de segmentação de imagem

O jogo TECA utiliza como etapa de segmentação a análise individual de todos os pixels que compõem a imagem, semelhante à operação de limiarização (*thresholding*) apontada por (CONCI *et al.*, 2008). Neste processo, é verificado se os valores de H (*hue*), S (*saturation*) e V (*value*) estão dentro do intervalo que o jogo considera como a cor solicitada, dentro de suas possíveis variações.

Por exemplo, para o intervalo correspondente à cor azul temos:

$$0.5f \leq H \leq 0.7f, \quad (3.1)$$

$$S \geq 0.7f, \quad (3.2)$$

$$V \geq 0.5f, \quad (3.3)$$

onde o círculo cromático possui seus valores normalizados entre 0f e 1f. Realizando uma relação entre os valores do círculo cromático com valores entre 0 e 1, e o círculo cromático com os valores distribuídos entre os 360 graus que o formam, temos que 0.1f corresponde ao 36° grau. Assim temos que o intervalo entre 0.5f e 0.7f corresponde ao intervalo entre os graus 180° e 252°. O intervalo do matiz utilizado para representar a cor azul está representado na Figura 29.

3.3.4 Etapa de decisão

A etapa de decisão das atividades do jogo TECA que utilizam VC consiste na validação ou não de que a imagem adquirida pela criança atingiu a proporção mínima de pixels

Figura 29 – Intervalo de matiz correspondente a cor azul no jogo TECA



Fonte: (GIMP, 2019) editado pelo próprio autor

com valores H, S e V dentro do intervalo que corresponde à cor solicitada.

Para que a imagem seja considerada como válida ela deve ter ao menos 7% de seus pixels correspondendo à cor solicitada. Se a imagem contiver ao menos esta porcentagem, a atividade foi realizada com sucesso e surge uma animação de parabenizando a criança, se não, surge uma mensagem e juntamente com um áudio solicitando que a criança tente novamente.

3.3.5 *Demais etapas comuns a um sistema de visão computacional*

Como enfatizado por (BACKES; JUNIOR, 2016), não é obrigatório o uso de todas as etapas comuns em um sistema VC. Para o gerenciamento das atividades referente ao ensino de identificação de cores do TECA que utilizam um sistema VC, foi observado que seriam necessárias apenas as etapas de aquisição, realce, segmentação e decisão, não sendo, portanto,

realizados processos correspondentes às etapas de extração de atributos ou características e de classificação e reconhecimento.

3.4 Uso de Realidade Aumentada pelo jogo TECA

A Realidade aumentada, como enfatizado pela (TELEFÔNICA, 2011), pode ser combinada com ferramentas educacionais como jogos e aplicativos para fins de ensino. Em consonância com esta afirmação, o jogo TECA utiliza RA em algumas atividades como ferramenta para auxiliar no ensino da identificação de animais e proporcionar maior interação da criança com o meio em que ela está inserida. As fases que utilizam RA são as últimas dos conjuntos de atividades de ensino de cada animal. Elas foram inseridas no final, pois possuem maior grau de complexidade para interpretação da atividade.

Estas fases são compostas pela imagem capturada pela câmera e a inserção de dois animais virtuais 3D que se movimentam no ambiente visto na tela do equipamento, como pode ser visto na Figura 30. Esta abordagem busca explorar algumas características que são comprovadamente úteis para contribuir na educação como: 1) projeção de conceitos específicos em três dimensões; 2) o sentimento de presença, imediatismo e imersão do aluno em ambientes virtuais; 3) conexão entre aprendizagem formal e informal (WU *et al.*, 2013).

Figura 30 – Identificação de animal utilizando Realidade Aumentada



Fonte: Jogo TECA

Em concordância com estas contribuições, o jogo tem o intuito de auxiliar no ensino de identificação de animais a partir de uma abordagem mais realista, proporcionando uma

observação e interação mais dinâmica da criança, com o objeto de estudo mediante a união de um ambiente comum para criança que é mostrado pela captura da câmera com a representação virtual de animais em tempo real. Esta abordagem pode ser vista ainda, como mencionada por (FUENTES, 2017), como uma forma de transformar o ambiente sem a necessidade de impacto direto a ele, proporcionando uma experiência intelectual do observador, ou seja, a criança possui a experiência intelectual de observar e interagir com um animal como se ele estivesse no mesmo ambiente, porém sem a necessidade de o animal está realmente lá.

O uso de realidade aumentada em jogos educacionais, além de eficaz para o aprendizado e motivação tanto de pessoas neurotípicas, (GARCÍA, 2014), quanto para pessoas com autismo, (CHEN *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2015), também pode ser considerada uma ferramenta confiável, devido a sua abordagem com imersão mais sutil, segura e ao mesmo tempo envolvente (LINOWES; BABILINSKI, 2017).

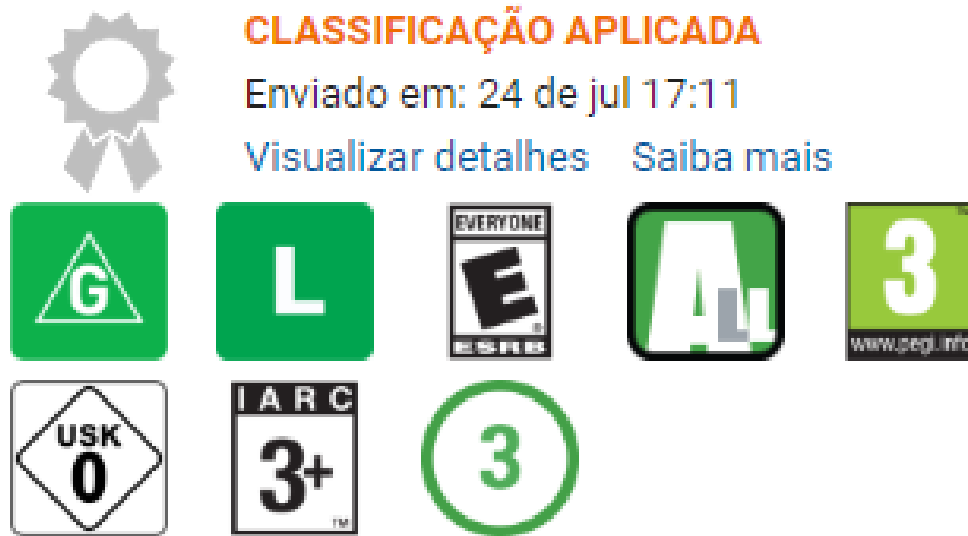
3.5 Classificação indicativa

A grande quantidade de crianças utilizando jogos eletrônicos tem despertado interesse sobre os efeitos positivos ou negativos que os jogos podem gerar nas crianças. Segundo estatísticas do (ESA, 2019), 49% dos pais controlam o tempo de jogo das crianças e 90% se dizem atentos ao que o filho joga. Para auxiliar aos pais na análise e escolha de um jogo para o filho, foram criados sistemas de classificação com a finalidade de categorizar os conteúdos presentes em um jogo e classificá-los por faixas etárias recomendadas.

O jogo TECA foi classificado pelo sistema de classificação IARC. Como pode ser visto na Figura 31, entre as classificações obtidas nos diferentes sistemas de classificação, o jogo é classificado como Livre no sistema ClassInd e para todos no sistema ESRB.

Para a classificação do jogo, foi respondido um questionário da Google Play referente à categoria da aplicação e ao seu conteúdo (GOOGLE, 2019). Os tipos conteúdos avaliados no questionário IARC são mostrado na Figura 32.

Figura 31 – Classificação indicativa do jogo TECA



Fonte: Página de cadastro do jogo TECA na Google Play

Figura 32 – Questionário de classificação indicativa do sistema IARC

VIOLÊNCIA

O jogo contém inferências, referências ou representações de violência? *
 Observe que esta pergunta não se refere ao conteúdo gerado pelo usuário.

Sim Não

MEDO

SEXUALIDADE

APOSTAS SIMULADAS, APOSTAS REAIS OU PAGAMENTOS EM DINHEIRO

LINGUAGEM

SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS

HUMOR GROSSEIRO

DIVERSOS

Fonte: Página de cadastro do jogo TECA na Google Play

4 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar todas as fases que compõem o projeto TECA e as metodologias de aplicação e avaliação. O projeto foi previamente submetido no site da Plataforma Brasil com o título: “Desenvolvimento de Jogo SériO para Crianças Autistas,” e CAAE: 09181619.6.0000.5053. O projeto foi analisado pelo Comitê de Ética: 5053 - Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA/CE. Após análise obteve-se o parecer de número: 3.315.517 com situação de parecer: Aprovado.

A Seção 4.1 descreve a fase de planejamento do jogo TECA. A Seção 4.2 lista a divisão do desenvolvimento do jogo nos processos de criação de arte, criação e edição de áudios e codificação. A Seção 4.3 detalha as etapas de aplicação do jogo no ensino de crianças autistas e os métodos de avaliação utilizados no projeto. Por fim, a Seção 4.4 demonstra por diferentes perspectivas os resultados obtidos a partir das avaliações realizadas.

4.1 Planejamento

O planejamento do jogo se deu a partir de pesquisas referentes às características, tratamentos e ensino de pessoas autistas, principalmente na infância, sendo para tanto estudados livros e artigos referentes ao tema e realizadas visitas à APAE da cidade de Sobral.

Durante as visitas foram realizadas reuniões com a psicóloga da instituição e acompanhamento dos atendimentos de tratamento que visam o ensino de habilidades cognitivas e sociais para crianças autistas. Deste modo, obteve-se um maior embasamento prático e teórico referente ao tratamento e ensino de crianças autistas.

Também foram realizadas pesquisas sobre sistemas computacionais na educação, principalmente jogos, e como a aplicação de jogos sérios podem auxiliar na aprendizagem de maneira lúdica. Para um maior referencial teórico, foram ainda analisados alguns jogos voltados para o desenvolvimento de habilidades sociais, linguísticas e habilidades diversas já desenvolvidos para pessoas com TEA.

Ainda durante a fase de planejamento, foram definidos os objetivos de aprendizagem de identificação de animais e de cores, as principais mecânicas das atividades jogo, os componentes de gamificação que seriam utilizados e os dados armazenados durante o cadastro e utilização do jogo.

A partir das visitas à APAE e dos estudos realizados, foi definido que as atividades

seriam voltadas para as crianças autistas de 5 a 10 anos, considerando ainda que a maioria deste público não é alfabetizada e alguns não desenvolveram a fala. Foi realizada uma reunião com os responsáveis pelas crianças autistas que estudam e realizam atendimento na APAE e, nesta oportunidade, foram explicados os objetivos e metodologias que seriam aplicados no projeto e realizado um convite para participação das crianças. Após a reunião, os responsáveis de 10 crianças autorizaram a participação delas no projeto por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Apêndice B.

4.2 Desenvolvimento

Com base no planejamento realizado, o desenvolvimento do jogo foi dividido em: criação da arte do jogo, gravação e edição de áudios e desenvolvimento do código do jogo. O TECA foi desenvolvido por um grupo de estudantes e profissionais voluntários. Ao todo, a equipe que contribuiu com o projeto foi formada por sete pessoas, sendo um estudante de mestrado, três graduandos, uma técnica, além do professor orientador e uma psicóloga.

A arte do jogo é composta por todas as imagens que formam as atividades, enredos e telas de *login*, cadastro e configurações. Estas imagens foram obtidas através de *download* de imagens gratuitas na internet e criação e edição de imagens utilizando os programas de criação CorelDraw[®] e Inkscape[®], e os editores de imagem Adobe Photoshop[®] e Gimp[®].

Os áudios do jogo são compostos por todos os áudios utilizados nas atividades e enredos do jogo. A gravação dos áudios foram realizados utilizando o aplicativo Gravador nativo do sistema operacional *Android*. Todos os áudios com falas foram gravados por uma única dubladora, sendo ainda os áudios de sons de animais e objetos retirados de repositórios públicos da internet. Originalmente os áudios gravados foram armazenados no formato M4a e convertidos para o formato mp3. Também foram realizadas edições nos áudios de modo a nivelar o volume e otimizar o tempo de cada áudio.

A codificação do jogo foi desenvolvida utilizando o motor de jogos da Unity[®] em linguagem C#. Durante o desenvolvimento foram utilizadas APIs padrões e públicas disponibilizadas na internet para elaboração das funcionalidades do jogo. O jogo foi criado para ser executado em qualquer equipamento que utilize o sistema operacional *Android*. Foram desenvolvidas atividades que utilizam recursos de *touchscreen*, câmera e RA.

O TECA é um projeto de extensão do Campus Sobral da Universidade Federal do Ceará (UFC) *campus* Sobral. O projeto conta com a participação dos seguintes membros: Dr.

Carlos Alexandre Rolim Fernandes (Coordenador), Joaquim Euclides Barrozo Neto (Idealizador), Shyrlane do Nascimento Souza (Psicóloga), Pedro Renoir Silveira Sampaio (Desenvolvedor), Milton Cesar Xavier Dutra (Desenvolvedor), Ítalo Felix (Designer) e Ester Braga do Nascimento (Dubladora).

4.3 Etapas de aplicação e avaliação do projeto

O ensino e avaliação das crianças pelo jogo foram divididos em quatro etapas: nivelamento tecnológico, avaliação inicial, etapa de estudos e avaliação final. Todas as etapas foram desenvolvidas buscando integrar de forma harmônica e gradual as principais características, os tratamentos e os componentes de gamificação, de modo a proporcionar um aprendizado lúdico, especializado e adaptativo.

4.3.1 Metodologias de avaliação

A fase de avaliação do jogo é composta pela avaliação da aprendizagem das crianças a partir do estudo com o jogo TECA e avaliação do jogo através do formulário preenchidos pelos responsáveis das crianças que participaram do projeto.

A avaliação do aprendizado das crianças a partir do estudo utilizando o jogo TECA se deu através da análise quantitativa dos dados coletados e armazenados nas etapas de avaliação inicial e avaliação final. Foram observadas como métricas de desempenho a quantidade total de acertos, nas duas etapas, por criança e a quantidade total de acerto, nas duas etapas, por atividade.

A avaliação do jogo se deu através do preenchimento dos questionários de avaliação que foram respondidos pelos responsáveis pelas crianças que participaram do projeto, o questionário pode ser visto no Apêndice A. O preenchimento ocorreu na própria APAE da cidade de Sobral, utilizando formulários impressos. Os formulários foram preenchidos após a execução das quatro etapas do projeto.

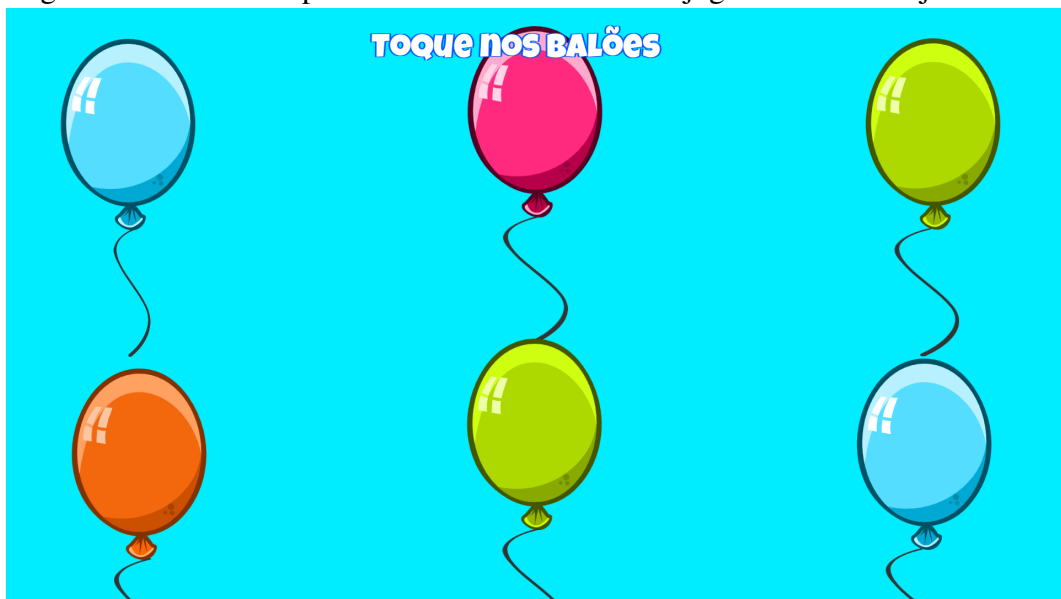
O questionário respondido pelos responsáveis era composto por perguntas objetivas e subjetivas que tinham por finalidade a avaliação da metodologia do jogo, da contribuição do jogo para autonomia e educação da criança e dos elementos do jogo, além da solicitação de opiniões e sugestões que possam contribuir para o aprimoramento do jogo.

4.3.2 Nivelamento Tecnológico

Em consonância com a prática indicada por (TAJRA, 2012) de conciliar a aplicação pedagógica e social, foi elaborada e executada a etapa de nivelamento tecnológico com a finalidade de ensinar ações básicas de manipulação do equipamento para uma melhor utilização do jogo, visando ainda diminuir a quantidade de erros em etapas futuras por falta de conhecimento do funcionamento da tecnologia por parte da criança.

Deste modo, foram abordadas todas as mecânicas de jogo presentes nas atividades do jogo: clicar em objetos, mover objetos, quebra-cabeça, identificação de animais via realidade aumentada e identificação de cores por meio de fotos de objetos. Cada criança realizou as 6 atividades do nivelamento tecnológico pelo menos uma vez, durante o período de uma semana, antes de realizar a próxima etapa. As Figuras 33 e 34 mostram as atividades para o ensino das mecânicas de jogo de clicar em objetos utilizando tela *touchscreen* e de RA, respectivamente.

Figura 33 – Atividade para o ensino da mecânica de jogo Clicar em Objeto

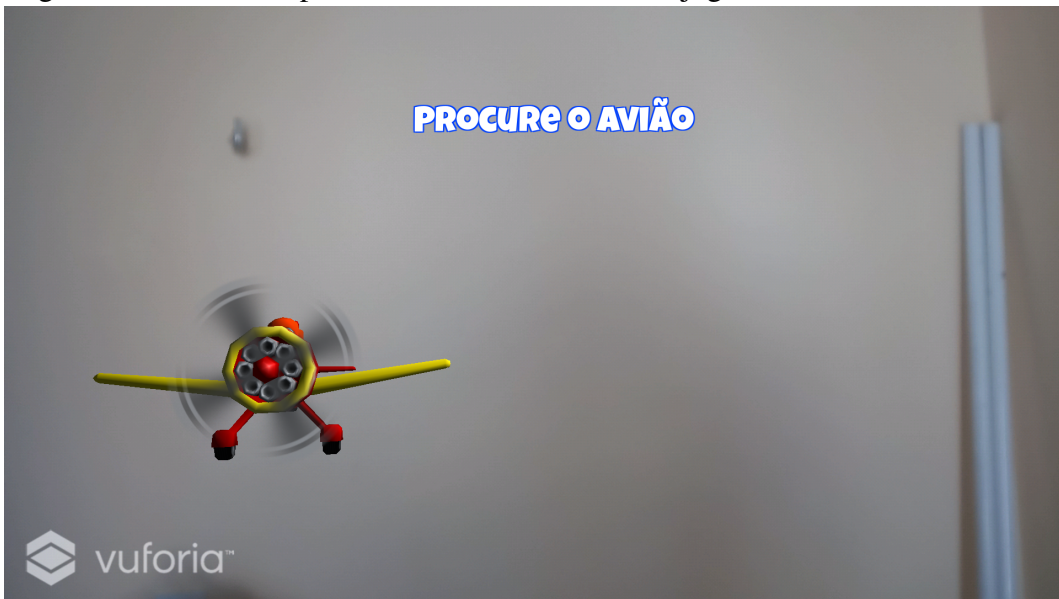


Fonte: Jogo TECA - Nivelamento Tecnológico

Esta etapa foi realizada individualmente e supervisionada pela psicóloga da APAE de Sobral durante os momentos de atendimento utilizando *smartphone* ou *tablet* disponibilizado pela APAE ou pelo projeto. De modo complementar, as atividades do nivelamento tecnológico também poderiam ser realizadas em qualquer hora e lugar utilizando os celulares dos responsáveis das crianças.

O arquivo das atividades que compõem o nivelamento tecnológico foi disponibilizado

Figura 34 – Atividade para o ensino da mecânica de jogo Realidade Aumentada



Fonte: Jogo TECA - Nivelamento Tecnológico

para os responsáveis para instalação em seus *smartphones*. Também foram realizadas orientações para instalação do aplicativo.

4.3.3 Avaliação inicial

Em seguida, foi realizada a etapa de avaliação inicial, composta por 8 atividades, sendo metade referente à identificação de cores e a outra metade referente à identificação de animais. As atividades abordaram todos os animais e cores ensinadas e todas as formas de atividades que seriam realizadas durante o jogo. As atividades de avaliação referentes às cores verde e vermelho são exibidas nas Figuras 35 e 36, respectivamente.

Esta etapa teve como objetivo avaliar o conhecimento das crianças sobre identificação de cores e de animais antes de estudarem utilizando o jogo. Os dados referentes ao rendimento das crianças foram armazenados em tempo real em um servidor online utilizando a plataforma Firebase da Google. Os dados armazenados foram: data e hora da realização das atividades, tempo de realização da atividade e tipo de resolução, correta ou errada.

Cada criança realizou a avaliação inicial uma única vez. A avaliação ocorreu de modo individualizado e supervisionado pela psicóloga da APAE durante os momentos de atendimento utilizando *smartphone* ou *tablet* disponibilizado pela APAE ou pelo projeto. O arquivo das atividades que compõem a avaliação inicial não foi disponibilizado para os responsáveis para instalação em seus *smartphones*.

Figura 35 – Atividade de avaliação inicial referente à cor verde



Fonte: Jogo TECA - Avaliação inicial

Figura 36 – Atividade de avaliação inicial referente à cor vermelha



Fonte: Jogo TECA - Avaliação inicial

Para cada atividade da avaliação a criança teve apenas uma tentativa, salvo nas atividades de quebra-cabeça onde tiveram três tentativas para encaixar corretamente as seis peças do quebra-cabeça. Durante a avaliação, não foi fornecido nenhum tipo de *feedback* tanto do jogo quanto da psicóloga que supervisionava a avaliação.

4.3.4 Etapa de estudos

A terceira etapa utilizando o jogo corresponde à etapa de estudo. Esta etapa é composta por dois grupos de atividades, um conjunto referente à identificação de animais e outro sobre identificação de cores. Cada grupo é formado por 3 subgrupos de 5 atividades referentes a animais ou cores específicas. No início de cada subgrupo de atividade, é exibida uma ou mais imagens que atuam como parte do enredo do jogo, auxiliando na contextualização e ensino do objetivo de aprendizagem das atividades do subgrupo.

Esta etapa teve por objetivo ensinar por meio de enredos e atividades a identificação de cores e animais. As atividades desta etapa foram realizadas pelas crianças várias vezes, durante duas semanas.

A realização das atividades foram realizados durante os momentos de atendimento individuais pela psicóloga da APAE utilizando *smartphone* ou *tablet* disponibilizado pela APAE ou pelo projeto. De modo complementar, as atividades da etapa de estudo também poderiam ser realizadas em qualquer hora e lugar utilizando os celulares dos responsáveis das crianças, de forma livre, sem tempos e quantidades predeterminadas.

O arquivo das atividades que compõem a etapa de estudo foi disponibilizado para os responsáveis para instalação em seus *smartphones*. Também foram realizados orientações para instalação do aplicativo.

Durante a etapa de estudos, os dados referentes ao desempenho da criança foram coletados e armazenados em tempo real utilizando a plataforma Firebase. Os dados armazenados foram: data de realização da atividade, tempo gasto para realização da atividade, quantidade de erros e quantidade de dicas.

4.3.5 Avaliação final

Por fim, cada criança realizou a avaliação final, sendo esta formada por um conjunto de atividades semelhante às utilizadas na avaliação inicial, porém com pequenas alterações como a ordem de posicionamento dos objetos do jogo. As atividades de avaliação final referentes às cores verde e vermelho são demonstrados nas Figuras 37 e 38, respectivamente.

Esta etapa teve o objetivo de coletar dados para possibilitar a análise da evolução do aprendizado das crianças. Os dados referentes ao rendimento da criança foram armazenados em tempo real em um servidor online utilizando a plataforma Firebase da Google. Os dados

Figura 37 – Atividade de avaliação final referente à cor verde



Fonte: Jogo TECA - Avaliação final

Figura 38 – Atividade de avaliação final referente à cor vermelha



Fonte: Jogo TECA - Avaliação final

armazenados foram: data e hora da realização das atividades, tempo de realização da atividade e tipo de resolução, correta ou errada.

A avaliação final foi realizada uma única vez por cada criança. A avaliação ocorreu de modo individualizado e supervisionado pela psicóloga da APAE durante os momentos de atendimento utilizando *smartphone* ou *tablet* disponibilizado pela APAE ou pelo projeto. O arquivo das atividades que compõem a avaliação final não foi disponibilizado para os responsáveis para instalação em seus *smartphones*.

Assim como na avaliação inicial, para cada atividade da avaliação, a criança teve

apenas uma tentativa, salvo nas atividades de quebra-cabeça onde tiveram três tentativas para encaixar corretamente as seis peças do quebra-cabeça. Durante a avaliação não foi fornecido nenhum tipo de *feedback* tanto do jogo quanto da psicóloga que supervisionava a avaliação.

4.4 Resultados das avaliações

Nesta seção, os resultados das avaliações de aprendizado a partir do jogo e da avaliação do jogo pelos responsáveis das crianças participantes são apresentados.

4.4.1 Resultados da avaliação da aprendizagem a partir do jogo TECA

Como mencionado anteriormente, para a metrificação do aprendizado foram analisados os resultados de desempenho obtidos por cada criança nas etapas de avaliação inicial e final. Os dados das avaliações foram analisados em duas perspectivas. A primeira comparando as médias de acertos nas duas avaliações por atividade. A segunda comparando o percentual de acertos por criança.

A Figura 39 apresenta as médias de acertos nas duas etapas por atividade, além da média de acertos total em cada avaliação. Observa-se um aumento nos percentuais de acertos em 6 das 8 atividades. As crianças obtiveram na avaliação inicial média de acerto de 40%, sendo o desvio padrão da média de acertos por atividade igual a 0,187. Na avaliação final a média da porcentagem de acertos foi 50% e o desvio padrão também igual a 0,187, indicando um aumento de 25% nos acertos.

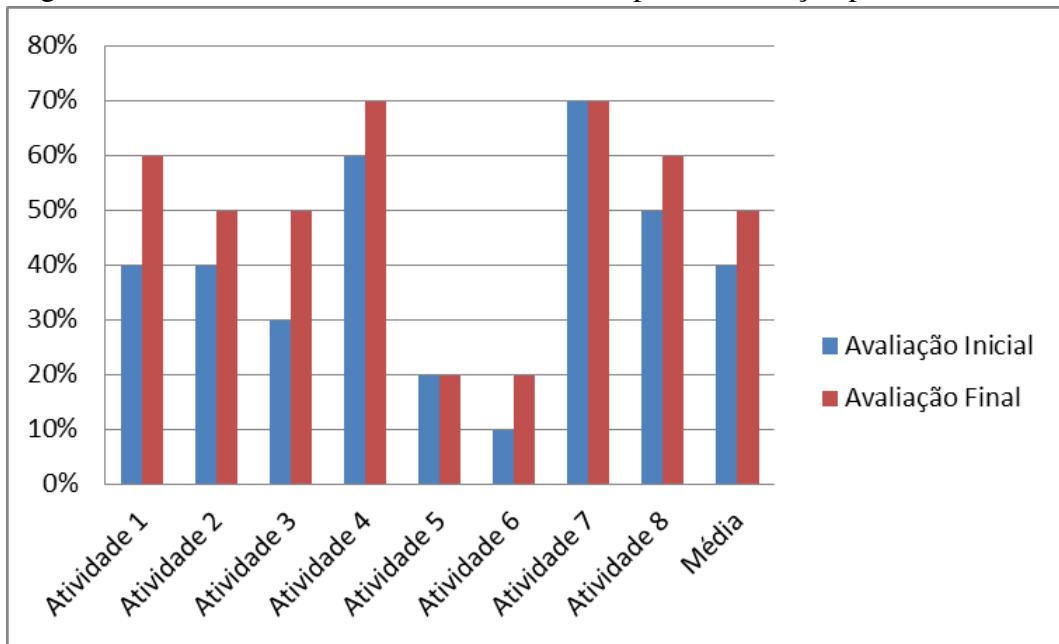
A Figura 40 exibe as porcentagens de acertos de cada criança nas duas avaliações, onde demonstra-se aumento nas porcentagens de acertos de 4 crianças, a repetição das porcentagens de acertos em 4 e diminuição em duas.

4.4.2 Resultados do questionário de avaliação do jogo

O questionário de avaliação do jogo TECA, apresentado no Apêndice A, preenchido pelos pais a partir de suas observações das crianças que participaram do projeto, foi composto por nove perguntas fechadas e duas abertas, sendo as duas abertas apenas para coleta de opiniões e sugestões e as demais tinham por finalidade avaliar a metodologia do jogo, as suas contribuições para autonomia e educação das crianças e os elementos do jogo.

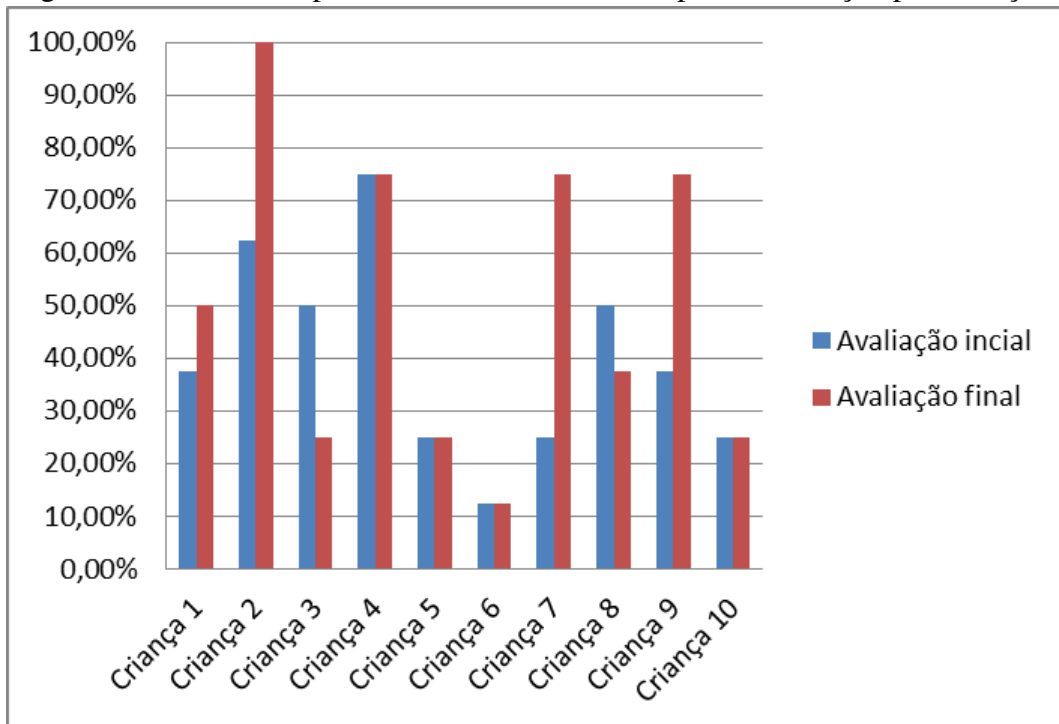
A Tabela 3 contém quatro perguntas voltadas para a avaliação da metodologia do

Figura 39 – Gráfico de médias de acertos nas etapas de avaliação por atividade



Fonte: Jogo TECA

Figura 40 – Gráfico do percentual de acertos nas etapas de avaliação por criança



Fonte: Jogo TECA

jogo e as porcentagens das marcações de cada opção disponibilizada. Nota-se unanimidade na aprovação à metodologia utilizada no projeto quanto: ao uso de jogos para desenvolvimento de habilidades sociais e linguísticas, a potencialidade da contribuição do jogo ao abordar em suas fases atividades comuns ao dia-a-dia e a importância dos conteúdos abordados, além de um alto

índice de confirmação da capacidade do jogo em despertar interesse da criança.

Tabela 3 – Perguntas referentes à metodologia do jogo

Perguntas	Sim (%)	Não (%)
Você acredita que um jogo educacional eletrônico pode contribuir para o aprendizado educacional e desenvolvimento da autonomia da criança?	100%	0%
Você acredita que as fases do jogo que abordam atividades comuns do dia-a-dia, como higiene, organização, vestuário entre outros, podem contribuir para autonomia da criança?	100%	0%
Você acredita que os conteúdos educacionais abordados no jogo, identificação de animais e identificação de cores, são importantes para educação da criança?	100%	0%
A criança demonstrou interesse em manusear o jogo?	90%	10%

A Tabela 4 contém duas perguntas voltadas para a avaliação das contribuições do jogo e as porcentagens de marcações das respectivas opções. Observa-se um alto percentual de percepção da contribuição do jogo TECA para aquisição de habilidades cognitivas e de aprendizados e habilidades sociais.

Tabela 4 – Perguntas referentes à contribuição do jogo

Perguntas	Contribuiu	Pode contribuir	Não contribuirá
Quanto a aquisição de habilidades cognitivas e aprendizado, você considera que o jogo:	80%	20%	0%
Quanto a aquisição de habilidades sociais, você considera que o jogo:	70%	30%	0%

A Tabela 5 contém duas perguntas voltadas para a avaliação dos elementos do jogo e as respectivas porcentagens das marcações de cada opção. Observa-se que todos os responsáveis consideram que o jogo possui fácil usabilidade e a elevada confirmação da compreensão dos comandos e enunciados por meio de áudio.

Tabela 5 – Perguntas referente aos elementos do jogo

Perguntas	Sim (%)	Não (%)
A criança compreendeu os áudios (comandos e enunciados) durante a execução das atividades?	90%	10%
Você considera o jogo de fácil utilização?	100%	0%

Foi ainda perguntado se o responsável indicaria o jogo para outras crianças autistas. Para esta pergunta obteve-se unanimidade quanto à afirmação de que indicariam o jogo,

demonstrando assim, uma completa aceitação do jogo pelos responsáveis das crianças.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O crescente aumento dos diagnósticos de autismo em crianças de todo o mundo tem provocado questionamentos em pais, profissionais de saúde e pesquisadores de diversas áreas sobre as possíveis formas de aprimorar os métodos de tratamento e ensino utilizados para os autistas. Assim, após mais de 75 anos dos primeiros estudos, muitos pesquisadores buscam identificar as características comuns aos autistas e assim criarem ferramentas e metodologias que auxiliem no desenvolvimento de sua autonomia e educação.

Entre as principais características dos autistas estão os déficits de socialização e de linguagem. Porém, também são observadas habilidades avançadas como pensamento associativo, principalmente com imagens, e o pensamento criativo. A partir do conhecimento e categorização das características comuns das pessoas com TEA, foram desenvolvidos tratamentos e metodologias de ensino que envolvem diferentes profissionais como terapeutas ocupacionais, psicólogos fonoaudiólogos e educadores.

O jogo TECA foi elaborado a partir de estudos das principais características e tratamentos de pessoas autistas, da análise das metodologias, atividades e tratamentos utilizados pela APAE da cidade de Sobral/CE, bem como do estudo de sistemas computacionais na educação, de jogos eletrônicos, dos componentes de gamificação utilizados em jogos educacionais e da revisão de jogos sérios para autistas.

O TECA visa proporcionar através de suas atividades e enredos o desenvolvimento da autonomia e da educação das crianças autistas de modo lúdico, especializado e adaptativo. Os grupos de atividades do jogo referem-se aos objetivos de aprendizado de identificação de animais e cores. Para a realização das atividades, são utilizadas as mecânicas de jogo para clicar em um objeto, mover um objeto, montar quebra-cabeça, combinação de tela *touchscreen* e giroscópio, quando possuído pelo celular, para procurar e clicar em um objeto em um ambiente de realidade aumentada e utilização da câmera para tirar foto de um objeto com a cor solicitada.

A aplicação do projeto foi dividida em quatro etapas, sendo a primeira de nivelamento tecnológico onde as crianças aprenderam as habilidades básicas para manusear o jogo no celular. Na segunda etapa, foi avaliado o conhecimento prévio das crianças quanto ao conteúdo abordado. Durante a terceira etapa, as crianças estudaram utilizando o jogo TECA e, por fim, foi realizada uma nova avaliação para verificar o conhecimento das crianças após o estudo com o jogo.

A avaliação do aprendizado das crianças a partir do uso do jogo TECA foi realizada através da análise quantitativa dos resultados obtidos nas duas etapas de avaliação. Quando

analisada a média de acertos por atividade observou-se um aumento médio de 25% na quantidade de acertos das 10 crianças. Quando analisado o percentual de acerto por criança, nota-se uma melhora em 40% das crianças, constância em 40% delas e diminuição em apenas 20%.

A avaliação do jogo a partir da análise quantitativa das respostas dos questionários preenchidos pelos responsáveis das crianças que participaram do projeto demonstra unanimidade na opinião dos responsáveis em afirmar que: 1) um jogo educacional eletrônico pode contribuir para o aprendizado e desenvolvimento da autonomia de uma criança; 2) os conteúdos educacionais abordados no jogo TECA são importantes para educação da criança; 3) a aplicação é de fácil utilização; 4) o jogo contribuiu ou pode contribuir para aquisição de habilidades cognitivas e habilidades sociais; 5) as fases do jogo que abordam atividades comuns do dia-a-dia, como higiene, organização, vestuário entre outros, podem contribuir para autonomia da criança; 6) indicariam o jogo para outras crianças autistas. Tem-se ainda que 90% dos responsáveis observaram interesse da criança em manusear o jogo.

5.1 Perspectivas para trabalhos futuros

Como perspectivas para trabalhos futuros pode-se listar algumas melhorias nas funcionalidades para o jogo TECA em consonância com as principais sugestões dos pais e desenvolvimento de novas funcionalidades, entre as melhorias possíveis pretendemos:

- **Aumentar os objetivos de aprendizados:** criar grupos de atividades referentes a números, letras e formas geométricas, além continuar abordando diferentes atividades de vida diária no contexto das atividades do jogo.
- **Aperfeiçoar e ampliar o uso de processamento de imagem e realidade aumentada:** acreditamos que estas funcionalidades possuem uma grande aplicabilidade para atividades de interação com o meio e com outras pessoas, sendo suas diversas formas de utilização ainda pouco exploradas.
- **Implementar interfaces de acompanhamento e compartilhamento de estatísticas do desempenho da criança:** esperamos proporcionar um melhor acompanhamento e análise do desenvolvimento da criança por todos os envolvidos em seu desenvolvimento educacional e social.
- **Incrementar e categorizar as métricas de avaliação de aprendizagem:** proporcionar uma análise mais específica e individualizada de cada criança e possibilitando o desenvolvimento de metodologia melhor adaptativa.

- **Criar metodologia de adaptação de ensino baseado no conhecimento demonstrado pela criança:** esta parte será baseada nas características comuns aos autistas demonstradas ou informadas durante a interação com o jogo e na análise de eficiência das metodologias de ensino.
- **Aperfeiçoar mecanismos de adaptação de dificuldade manual e automático das atividades:** o objetivo é proporcionar um jogo que a partir da interação com a criança se adapte as diferentes características possíveis do espectro autista e as particularidades de aprendizagem da criança.
- **Realizar novas avaliações:** utilizar questionários padronizados para avaliar usabilidade, imersão do jogador ao jogo, aprendizado a partir do jogo, entre outros tópicos. Os questionários utilizarão a escala Likert para pesquisa de opinião dos responsáveis e dos profissionais de saúde e de ensino de crianças autistas.

REFERÊNCIAS

- AUTISM, S. **CDC increases estimate of autism's prevalence by 15 percent, to 1 in 59 children**. 2018. <<https://www.autismspeaks.org/science-news/cdc-increases-estimate-autisms-prevalence-15-percent-1-59-children>>. Acessado em 18/04/2019.
- AUTISM, S. **DSM-5 and Autism: Frequently Asked Questions**. 2019. <<https://www.autismspeaks.org/dsm-5-and-autism-frequently-asked-questions>>. Acessado em 18/04/2019.
- BACKES, A. R.; JUNIOR, J. J. M. S. **Introdução à visão computacional usando matlab**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.
- BARAJAS, A. O.; OSMAN, H. A.; SHIRMOHAMMADI, S. A serious game for children with autism spectrum disorder as a tool for play therapy. In: . [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–7.
- BARTOLOME, N. A.; ZORRILLA, A. M.; ZAPIRAIN, B. G. Autism spectrum disorder children interaction skills measurement using computer games. **18th International Conference on Computer Games**, v. 1, p. 207–211, 2013.
- BATESON, G. **Steps to an Ecology of Mind**. 1. ed. New York: Ballantine Books, 1972.
- BERNARDINI, S.; PORAYSKA-POMSTA, K.; SMITH, T. J. Echoes: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism. **Information Sciences**, v. 264, p. 41–60, 2014.
- BIRMINGHAM, U. **FaceSay social skills software games**. 2018. <<https://www.birmingham.ac.uk/schools/education/research/acer/research/shape/technologies/cospatial.aspx>>. Acessado em 20/04/2019.
- BOSSELER, A.; MASSARO, D. W. Development and evaluation of a computer-animated tutor for vocabulary and language learning in children with autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 33, p. 653–672, 2003.
- CASTELLANOS, A.; PEREZ, C. New challenge in education: Enhancing student's knowledge through augmented reality. In: JOSÉ MARÍA ARISO (ED.). **Augmented Reality**. Berlin: De Gruyter, 2017. v. 11.
- CAUDELL, T. P.; MIZELL, D. W. Augmenting reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. **System Sciences**, v. 2, p. 659–669, 1992.
- CAVALCANTI, A.; GALVÃO, C. **Terapia Ocupacional: fundamentação e prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- CHEN, C.-H.; LEE, I.-J.; LIN, L.-Y. Augmented reality-based self-facial modeling to promote the emotional expression and social skills of adolescents with autism spectrum disorders. **Research in Developmental Disabilities**, v. 36, p. 396–403, 2015.
- CHEN, C.-H.; LEE, I.-J.; LIN, L.-Y. Augmented reality-based video- modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorders to improve their perceptions and judgments. **Computer in Human Behavior**, v. 55, p. 477–485, 2016.

CONCI, A.; AZEVEDO, E.; LETA, F. R. **Computação gráfica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: The Psychology of Optimal Experience**. 1. ed. [S.l.]: Harper Row, 1990.

DSM-5. **DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2014.

EDUCAUSE. **NMC HORIZON**. 2018. <<https://www.nmc.org/nmc-horizon/>>. Acessado em 24/07/2019.

ESA. **Essential Facts About the Computer and Gaming Industry**. 2019. <<https://www.theesa.com/wp-content/uploads/2019/05/2019-Essential-Facts-About-the-Computer-and-Video-Game-Industry.pdf>>. Acessado em 08/09/2019.

ESRB. **Frequently Asked Questions**. 2019. <<https://www.esrb.org/faqs/#how-was-the-rating-system-created>>. Acessado em 08/09/2019.

ESRB. **Frequently Asked Questions**. 2019. <<https://www.esrb.org/ratings/where-to-find-ratings/>>. Acessado em 08/09/2019.

ESRB. **Frequently Asked Questions**. 2019. <<https://www.esrb.org/ratings-guide/>>. Acessado em 08/09/2019.

FACESAY. **FaceSay social skills software games**. 2018. <<http://www.facesay.com/>>. Acessado em 28/10/2018.

FOUNDATION, B. M. **Brainy Mouse Foundation**. 2019. <<http://brainymouse.org/pt-br/>>. Acessado em 28/07/2019.

FUENTES, J. L. Augmented reality and pedagogical anthropology: Reflections from the philosophy of education. In: JOSÉ MARÍA ARISO (ED.). **Augmented Reality**. Berlin: De Gruyter, 2017. v. 11.

GARCÍA, F. Fundamentos psicológicos de la realidad aumentada. **Comunicación Y Pedagogia**, v. 277-278, p. 67–72, 2014.

GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKELL, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. **Simulation Gaming**, v. 33, p. 441–467, 2002.

GEPNERA, B.; FÉRON, F. Autism: A world changing too fast for a mis-wired brain? **Elsevier**, v. 1, p. 1228–1236, 2009.

GIMP. **Glossário**. 2019. <https://docs.gimp.org/2.10/pt_BR/glossary.html>. Acessado em 31/07/2019.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. C. **Processamento digital de imagens**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOOGLE. **Google Play Console**. 2019. <<https://play.google.com/apps/publish/>>. Acessado em 19/09/2019.

GRANDIN, T.; PANEK, R. **O cérebro autista: Pensando através do espectro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2015.

GROUP, L. K. **Scratch - About**. 2019. <<https://scratch.mit.edu/about>>. Acessado em 28/07/2019.

HABGOOD, J.; AINSWORTH, S. Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. **Journal of Learning Sciences**, v. 20(2), p. 169–206, 2011.

HOPKINS, I. M.; GOWER, M. hael W.; PEREZ, T. A.; SMITH, D. S.; AMTHOR, F. R.; WIMSATT, F. C.; BIASINI, F. J. Avatar assistant: Improving social skills in students with an asdthrough a computer-based intervention. **J Autism Disord**, v. 41, p. 1543–1555, 2011.

HOSCH, W. L. **Encyclopedia Britannica**. 2016. <<https://www.britannica.com/technology/augmented-reality.html>>. Acessado em 24/08/2019.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: A Study of the Play Element in Culture**. 1. ed. [S.l.]: Beacon Press, 1955.

IARC. **About IARC**. 2019. <<https://www.globalratings.com/about.aspx>>. Acessado em 19/09/2019.

JOHNSON, L.; SMITH, R.; LEVINE, A. **The 2005 horizon report**. 1. ed. Texas: The New Media Consortium, 2005.

JOHNSON, L.; SMITH, R.; LEVINE, A. **The 2010 horizon report**. 1. ed. Texas: The New Media Consortium, 2010.

JOHNSON, L.; SMITH, R.; LEVINE, A. **The 2011 horizon report**. 1. ed. Texas: The New Media Consortium, 2011.

JUST, M. A.; CHERKASSKY, V. L.; KELLER, T. A.; MINSHEW, N. J. Cortical activation and synchronization during sentence comprehension in high-functioning autism. **Brain**, v. 127 (8), p. 1811–21, 2004.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education**. 1. ed. San Francisco: . Pfeiffer Company, 2012.

KLOPFER, E.; SHELDON, J. Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. **New Directions for Youth Development**, v. 128, p. 85–94, 2010.

LEBLANC, M. **Game Design and Tuning Workshop Materials**. 2004. <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiJitvWmZflAhUdHbkGHRxFDmsQFjAFegQIABAC&url=http%3A%2F%2Falgorithmancy.8kindsoffun.com%2FGDC2004%2Fpartygame.ppt&usg=AOvVaw0rBVPvSj98WZefVK73rb4U>>. Acessado em 28/08/2019.

LIFEUP. **CanGame**. 2017. <<http://cangame.lifeupbrasil.com.br/>>. Acessado em 18/04/2019.

LIN, C. Y.; CHANG, Y. M. Interactive augmented reality using scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, v. 37, p. 1–8, 2015.

- LINOWES, J.; BABILINSKI, K. **Augmented Reality for Developers**. 1. ed. Birmingham: Packt Publish Ltd., 2017.
- MILGRAM, P.; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A.; KISHINO, F. Augmenting reality: a class of display on the reality-virtuality continuum. **Proceedings the SPIE: Telemanipulator and Telepresence Technologies**, v. 2351, p. 282–292, 1994.
- MJS. **Portaria MJ N° 1.189 de 2018**. 2018. <<https://www.justica.gov.br/seus-direitos/classificacao/legislacao/arquivos-diversos/PortariaMJ11892018.pdf>>. Acessado em 18/09/2019.
- MJS. **Ministério da Justiça e Segurança**. 2019. <<https://www.justica.gov.br/seus-direitos/classificacao/legislacao>>. Acessado em 18/09/2019.
- NIANTIC. **Produtos Niantic**. 2019. <https://nianticlabs.com/pt_br/products/>. Acessado em 29/07/2019.
- PATALL, E. A.; COOPER, H.; ROBINSON, J. C. The effects of choice on intrinsic motivation and related outcomes: A meta-analysis of research findings. **Psychological Bulletin**, v. 134(2), p. 270–300, 2008.
- PITSKEL, N. B.; BOLLING, D. Z.; HUDAC, C. M.; LANTZ, S. D.; MINSHEW, N. J.; VANDERWYK, B. C.; PELPHREY, K. A. Brain mechanisms for processing direct and averted gaze in individual with autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 41 (12), p. 1686–93, 2011.
- PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. 1. ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2012.
- PRZYBYLSKI, A. K.; RYAN, R. M.; RIGBY, C. S. A motivational model of video game engagement. **Review of General Psychology**, v. 14(2), p. 154–166, 2010.
- RABIN, S. **Introduction to Game Development**. 2. ed. Boston: Course Technology, 2010.
- SILVA, S. D.; NETO, F. M. M.; MACÊDO, F. T. de; LIMA, R. M. de; SANTO, J. R. S.; SILVA, W. L. N. Knowledge hunter: A serious game with geolocation to support learning of children with autism and learning difficulties. **19th Symposium on Virtual and Augmented Reality**, v. 1, p. 293–296, 2017.
- SNJ. **Classificação Indicativa: Guia Prático**. 3. ed. Brasília: Departamento de Promoção de Política de Justiça, 2018.
- TAJRA, S. F. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2012.
- TECA. **TECA**. 2019. <<https://jogoteca.000webhostapp.com/>>. Acessado em 28/09/2019.
- TELEFÔNICA, F. **Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo**. 1. ed. Madrid: Fundación Telefónica, 2011.
- UNITY. **Color**. 2019. <<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Color.html>>. Acessado em 31/07/2019.
- UNITY. **Color.RGBtoHSV**. 2019. <<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Color.RGBtoHSV.html>>. Acessado em 31/07/2019.

UNITY. **Unity - Scripting API:WebCamTexture**. 2019. <<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/WebCamTexture.html>>. Acessado em 02/08/2019.

URTURI, Z. S. de; ZORRILLA, A. M.; ZAPIRAIN, B. G. Serious game based on first aid education for individuals with autism spectrum disorder (asd) using android mobile devices. **16th International Conference on Computer Games**, v. 1, p. 223–227, 2011.

VALLEFUOCO, E.; BRAVACCIO, C.; PEPINO, A. Serious games in autism spectrum disorder an example of personalised design. **9th International Conference on Computer Supported Education**, v. 1, p. 567–572, 2017.

WANG, X.; XING, W.; LAFFEY, J. M. Autistic youth in 3d game-based collaborative virtual learning: Associating avatar interaction patterns with embodied social presence. **British Journal of Educational Technology**, v. 49, p. 742–760, 2018.

WHYTE, E. M.; SMYTH, J. M.; SCHETF, K. S. Designing serious game interventions for individuals with autism. **J Autism Dev Disord**, v. 45, p. 3820–3831, 2015.

WIKIPIDIA. **HSL and HSV**. 2019. <https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV>. Acessado em 31/07/2019.

WU, H. kai; LEE, S.; CHANG, H.-Y.; LIANG, J.-C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computer & Education**, v. 62, p. 41–49, 2013.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO JOGO

Questionário: Avaliação do jogo pelos responsáveis das crianças

Este formulário tem por finalidade auxiliar na avaliação do jogo educacional para crianças autistas a partir das observações realizadas pelos responsáveis das crianças que participaram do projeto.

1. Você acredita que um jogo educacional eletrônico pode contribuir para o aprendizado educacional e desenvolvimento da autonomia da criança?
 sim não
2. Você acredita que os conteúdos educacionais abordados no jogo, identificação de animais e identificação de cores, são importantes para educação da criança?
 sim não
3. A criança demonstrou interesse em manusear o jogo?
 sim não
4. Quanto a utilização do jogo, você o considera de:
 fácil utilização difícil utilização
5. Você considera que o jogo
 Contribuiu para aquisição de habilidades cognitivas e aprendizado
 Pode contribuir para aquisição de habilidades cognitivas e aprendizado
 Não contribuirá para aquisição de habilidades cognitivas e aprendizado
6. Você considera que o jogo:
 Contribuiu para aquisição de habilidades sociais
 Pode contribuir para aquisição de habilidades sociais
 Não contribuirá para aquisição de habilidades sociais
7. A criança compreendeu os áudios (comandos e enunciados) durante a execução das atividades?
 sim não
8. Você indicaria o jogo para outras crianças autistas?
 sim não
9. Você acredita que as fases do jogo que abordam atividades comuns do dia-a-dia, como higiene, organização, vestuário entre outros, podem contribuir para autonomia da criança?
 sim não
10. Sua opinião é muito importante para nós, deixe abaixo suas observações quanto ao uso do jogo pela criança.
Sugestão de pontos a serem abordados: Qual tipo de atividade ela mais gostou, qual tipo de atividade teve mais dificuldade, o que lhe chamou atenção durante o uso do jogo pela criança, entre outros.

11. Suas sugestões são muito importantes para nós, deixe abaixo sugestões para aprimoramento do jogo.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **Desenvolvimento de Jogo SériO para Crianças Autistas**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **o intuito de auxiliar no desenvolvimento da autonomia e educação das crianças autistas**. Nesta pesquisa pretendemos **desenvolver um jogo sério que auxilie os profissionais da saúde que atuam com crianças autistas, bem como seus responsáveis, possibilitando um tratamento e ensino acessível – a qualquer momento e local – de forma lúdica, especializada e adaptativa**.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: **realização de nivelamento tecnológico**, etapa de ensino de manuseio básico, como clique e movimentação de objetos, do jogo, **atividade inicial**, jogo com atividades gerais para identificar o nível de conhecimento prévio quanto ao conteúdo a ser ensinado. **Realização da etapa de estudo**, jogo com atividade e contexto que compõem o jogo e que possui como objetivo o ensino lúdico, adaptativo e contextualizado dos conteúdos a serem estudados. **Realização de atividade final**, jogo com atividades gerais para identificar o aprendizado a partir do jogo educacional para crianças autistas. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: **frustração e agressividade pessoal ou com outros por parte da criança**. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, **as atividades serão realizadas em pequenos grupos, supervisionadas e com equipamentos individuais para cada criança**. A pesquisa visa ajudar **no desenvolvimento de habilidades educacionais e cognitivas, e na autonomia de atividades sociais e pessoais**.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar este termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UEVA
Avenida Comandante Mauro Celio Rocha, 150 Derby
CEP: 62041-040
Fone: (88)3677-4255 / E-mail: uva_comitedeetica@hotmail.com

profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Sobral, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do responsável do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Pesquisador: Joaquim Euclides Barrozo Neto
Rua Vereador José Maria Linhares, 1273, Bairro das Nações, Sobral - Cep: 62053-790
Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e da Computação - PPGEEC
Universidade Federal do Ceará - UFC
Fone: (88) 99764-0484 / E-mail: euclidesbarrozo @gmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UEVA
Avenida Comandante Mauro Celio Rocha, 150 Derby
CEP: 62041-040
Fone: (88)3677-4255 / E-mail: uva_comitedeetica@hotmail.com

ANEXO A – TABELA DE NÍVEIS DE GRAVIDADES PARA TEA

52 Transtornos do Neurodesenvolvimento

TABELA 2 Níveis de gravidade para transtorno do espectro autista	
Nível de gravidade	Comunicação social
<p>Nível 3 “Exigindo apoio muito substancial”</p>	<p>Déficits graves nas habilidades de comunicação social verbal e não verbal causam prejuízos graves de funcionamento, grande limitação em dar início a interações sociais e restrita mínima a aberturas sociais que partem de outros. Por exemplo, uma pessoa com fala inteligível de poucas palavras que raramente inicia as interações e, quando o faz, tem abordagens incomuns apenas para satisfazer a necessidades e reage somente a abordagens sociais muito diretas.</p>
<p>Nível 2 “Exigindo apoio substancial”</p>	<p>Déficits graves nas habilidades de comunicação social verbal e não verbal; prejuízos sociais aparentes mesmo na presença de apoio; limitação em dar início a interações sociais e restrita reduzida ou anormal a aberturas sociais que partem de outros. Por exemplo, uma pessoa que fala frases simples, cuja interação se limita a interesses especiais reduzidos e que apresenta comunicação não verbal acentuadamente estranha.</p>
<p>Nível 1 “Exigindo apoio”</p>	<p>Na ausência de apoio, déficits na comunicação social causam prejuízos notáveis. Dificuldade para iniciar interações sociais e exemplos claros de respostas atípicas ou sem sucesso a aberturas sociais dos outros. Pode parecer apresentar interesse reduzido por interações sociais. Por exemplo, uma pessoa que consegue falar frases completas e envolver-se na comunicação, embora apresente falhas na conversação com os outros e cujas tentativas de fazer amizades são estranhas e comumente malsucedidas.</p>
	<p style="text-align: center;">Comportamentos restritos e repetitivos</p> <p>Inflexibilidade de comportamento, extrema dificuldade em lidar com a mudança ou outros comportamentos restritos/repetitivos interferem profundamente no funcionamento em todas as esferas. Grande sofrimento/dificuldade para mudar o foco ou as ações.</p> <p>Inflexibilidade do comportamento, dificuldade de lidar com a mudança ou outros comportamentos restritos/repetitivos aparecem com frequência suficiente para serem óbvios ao observador casual e interferem no funcionamento em uma variedade de contextos. Sofrimento e/ou dificuldade de mudar o foco ou as ações.</p> <p>Inflexibilidade de comportamento causa interferência significativa no funcionamento em um ou mais contextos. Dificuldade em trocar de atividade. Problemas para organização e planejamento são obstáculos à independência.</p>