

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA**

ÉVILA VANESSA DA SILVA VICENTE

**GEOTEA: DESENVOLVIMENTO DE UM SERIOUS GAME PARA O ENSINO DA
GEOMETRIA PARA CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)**

**CAXIAS DO SUL
2020**

ÉVILA VANESSA DA SILVA VICENTE

**GEOTEA: DESENVOLVIMENTO DE UM SERIOUS GAME PARA O ENSINO DA
GEOMETRIA PARA CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais na Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Me. Marcelo Luís Fardo

CAXIAS DO SUL

2020

ÉVILA VANESSA DA SILVA VICENTE

**GEOTEA: DESENVOLVIMENTO DE UM SERIOUS GAME PARA O ENSINO DA
GEOMETRIA PARA CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais na Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

Aprovada em 01/12/2020

Banca examinadora:

Prof. Me. Marcelo Fardo
Universidade de Caxias do Sul

Profa. Dra. Elisa Boff
Universidade de Caxias do Sul

Profa. Dra. Raquel de Melo Boff
Universidade de Caxias do Sul

AGRADECIMENTOS

Neste momento eu só gostaria de agradecer a todos que, em algum momento da minha caminhada, me apoiaram e estiveram lá por mim. Um obrigado especial para:

- Minha mãe, porque sem o apoio dela eu nunca teria deixado a minha cidade natal e ido em busca do meu sonho;
- Meu irmão, cuja existência foi a força motriz desse trabalho;
- Minha tia, que incansavelmente (e com muita paciência) me inspirou a seguir evoluindo;
- Meu tio, por todo o suporte;
- Minha prima, que teve paciência comigo nos meus piores momentos;
- Aos meus irmãos por mesmo longe estarem sempre me apoiando;
- Meus amigos, que sempre me apoiaram e não me deixaram desistir;
- Meus professores, que me orientaram e deram suporte durante toda a minha trajetória acadêmica;
- As profissionais da psicologia, que se dispuseram a participar do teste do jogo, enriquecendo o meu trabalho.

RESUMO

Este trabalho visou o desenvolvimento um *serious game*, a fim de ensinar geometria para crianças de 12 a 14 anos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), visto que esse público enfrenta muitas dificuldades na compreensão das formas geométricas e de reconhecê-las no cotidiano. Com base nesse objetivo, foi apresentado um estudo sobre esse transtorno e sobre como é o ensino da geometria para esse grupo. Além disso foi discutido sobre a utilização de *serious game* como ferramenta de aprendizagem e jogos com propostas semelhantes. O game foi desenvolvido na Unity2D, com base no *Framework* DPE. Ele foi avaliado com base em testes com profissionais da área que o validaram como uma ferramenta que pode auxiliar no ensino desse público.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista. Aprendizado da geometria. *Serious game*.

ABSTRACT

This work aimed to develop a serious game in order to teach geometry to children aged 12 to 14 years with Autism Spectrum Disorder (ASD), as this audience faces many difficulties in understanding geometric shapes and recognizing them in their daily lives. Based on this objective, a study was presented on this disorder and on how geometry is taught to this group. In addition, it was discussed about the use of serious games as a learning tool and games with similar proposals. The game was developed at Unity2D, based on the DPE Framework. It was evaluated based on tests with professionals in the field who validated it as a tool that can assist in teaching this audience.

Keywords: Autism Spectrum Disorder. Geometry learning. Serious game.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Screenshot</i> do jogo Aprender as formas.....	25
Figura 2 – <i>Screenshot</i> do jogo Aprender as formas.....	25
Figura 3 – <i>Screenshot</i> do jogo ABC Autismo.....	26
Figura 4 – <i>Screenshot</i> do jogo ABC Autismo.....	27
Figura 5 – <i>Screenshot</i> do jogo 123 Autismo.....	28
Figura 6 – <i>Screenshot</i> do jogo 123 Autismo.....	28
Figura 7 – <i>Framework</i> MDA.....	29
Figura 8 – <i>Framework</i> DPE expandido.....	30
Figura 9 – Exemplo de nível.....	35
Figura 10 – Menu.....	36
Figura 11 – Fase (nível 4, fase 5).....	36

LISTA DE SIGLAS

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
ABA	<i>Applied Behavior Analysis</i>
C#	<i>C Sharp</i>
DPE	<i>Design, play and experience</i>
DSM-4	Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais, 4ª Ed.
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais, 5ª Ed. MDA
MDA	<i>Mechanics, dynamics and aesthetics</i>
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TEACCH	<i>Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children</i>
TID	Transtornos Invasivos do Desenvolvimento
TGD	Transtornos Globais do Desenvolvimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	12
1.2	OBJETIVOS	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	13
2.2	TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA E A GEOMETRIA	16
2.3	<i>SERIOUS GAME</i> E TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	20
2.4	<i>SERIOUS GAME</i> , GEOMETRIA E TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	22
2.2.1	Abordagens desenvolvimentais: Método TEACCH	17
2.2.2	Abordagens comportamentais: Método ABA	18
2.2.3	Matemática e geometria	19
3	TRABALHOS RELACIONADOS	24
3.1	APRENDER AS FORMAS	24
3.2	ABC AUTISMO	26
3.3	123 AUTISMO	27
4	METODOLOGIA	29
4.1	CAMADA DE APRENDIZAGEM	30
4.2	CAMADA DE NARRATIVA	31
4.3	CAMADA DE GAMEPLAY	31
4.4	CAMADA DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	32
4.5	CAMADA DE TECNOLOGIA	32
5	PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO	33
5.1	CAMADA DE ENSINO	33
5.2	DEFINIÇÃO DAS MECÂNICAS	34
5.3	CAMADA DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	35
5.4	CAMADA DE TECNOLOGIA	37
6	VALIDAÇÃO COM PROFISSIONAIS	38
7	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PÓS-PLAYTESTING	45

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), no que diz respeito ao neurodesenvolvimento humano, é um distúrbio que afeta negativamente as habilidades de comunicação interpessoal, padrões repetitivos e desenvolvimento irregular do intelecto, e é associado a atraso no desenvolvimento mental. Durante os anos iniciais os sintomas se desenvolvem, sendo que na maioria das crianças, sua causa seja desconhecida (APA, 2014; GADIA, 2006; SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

Pesquisadores e profissionais da área descrevem que por ser um quadro clínico variável e com diversas intensidades, mais da metade dos autistas possuem comorbidades¹ que podem afetar negativamente em suas habilidades associadas ao processamento cognitivo que impacta no desempenho escolar. Especialmente nos âmbitos da leitura e escrita quanto na matemática (GADIA, 2006; SILVA; GAIATO; REVELES, 2012, BRITES; BRITES, 2019).

Ainda que crianças com esse transtorno possam ter um desempenho igual ou acima da média em operações matemáticas, possuem grande dificuldade na aplicação e representação da matemática no contexto diário. No caso da Geometria, elas possuem uma grande dificuldade em seu processamento visual, com tempos de reação mais lentos e habilidades de integração entre objetos mais fracas. Principalmente no contexto visuoespacial, com níveis baixos de coesão perceptiva e processamento gestáltico, ao relacionar a parte com o todo (CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019; CHABANI; HOMMEL, 2014). Segundo profissionais, o uso das tecnologias digitais nesse sentido tem sido considerado uma das estratégias mais eficazes para esse público alvo (ARESTI-BARTOLOME; GARCIA-ZAPIRAI, 2014; BARROSO; SOUZA, 2018).

Com base nessas informações, este trabalho apresentou, por meio de uma revisão de literatura, um panorama sobre o Transtorno, identificando características, comorbidades e sintomas. Ele também descreveu como é o ensino para essas crianças, suas maiores dificuldades, apresentando técnicas eficazes a serem utilizadas. Em seguida, foi abordada a utilização de *serious game* como ferramenta de aprendizagem voltada a esse público.

¹ Comorbidade é quando existem uma ou mais doenças/transtornos ao mesmo tempo em uma pessoa, podendo se agravar entre si, o que pode dificultar ou influenciar no prognóstico do indivíduo (GRUPO CONDUZIR, 2018).

Com base nessas informações, a proposta foi desenvolver um *serious game* para auxiliar na compreensão da geometria por crianças com TEA, entre 12 e 14 anos, pois é nessa faixa etária que eles começam a trabalhar na escola a compreensão dos primeiros conceitos geométricos.

Portanto, este trabalho foi dividido em sete capítulos, onde os dois primeiros são responsáveis, respectivamente, por contextualizar o tema, apresentar o problema e os objetivos, e descrever os conceitos (*Serious game*, TEA e geometria) que nortearam o trabalho e o processo de desenvolvimento do jogo. O terceiro capítulo apresenta alguns trabalhos cujo assunto, objetivo ou público-alvo se assemelhavam ao que foi escolhido na proposta.

A quarta parte apresenta a metodologia escolhida para o desenvolvimento, o framework DPE (*design, play, experience*) e a quinta discute sobre o que foi decidido durante a etapa de planejamento e criação do projeto. Por fim, os dois últimos capítulos descrevem os resultados da avaliação realizada com profissionais da área e as reflexões geradas com base nesse trabalho.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

É possível desenvolver um *serious game* que ensine geometria para crianças de 12 a 14 anos com Transtorno do Espectro Autista?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso é desenvolver um *serious game* para auxiliar na compreensão da geometria por crianças de 12 a 14 anos com o Transtorno do Espectro Autista. Além de:

- Compreender como é o aprendizado escolar de uma criança com TEA;
- Analisar, com base na literatura, as vantagens de um *serious game* com ferramenta de ensino para esse público;
- Verificar a existência de jogos semelhantes;
- Planejar e desenvolver o jogo;
- Realizar teste com profissionais da área.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado uma revisão bibliográfica para ambientar os conceitos que serão trabalhados ao longo do projeto. Ele foi dividido em quatro seções para dar uma melhor sequência ao texto. A primeira parte descreve o que é o Transtorno do Espectro Autista (TEA), suas sintomatologias, comportamentos e comorbidades. A segunda fala sobre o TEA e a geometria, explicando como é a aprendizagem desse público na escola, a sua relação com a matemática e com a geometria. Além de apresentar duas metodologias de ensino (métodos TEACCH e ABA).

As outras duas partes falam, respectivamente, sobre a utilização de *serious games* com crianças com TEA e como essa ferramenta pode ser útil para o ensino desse público. Não só definindo o porquê da faixa etária escolhida, como também pontuando fatores que serão considerados ao desenvolver o jogo.

2.1. TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Por volta de 2002, o Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais (DSM-4), mudou o nome de uma de suas categorias de “Transtornos Invasivos do Desenvolvimento” (TID) para “Transtornos Globais do Desenvolvimento” (TGD). Assim, com base no difundido pela literatura da época, portadores desses transtornos começaram a ser chamados pelo termo autismo (GARCIA; MOSQUERA, 2011). A partir do DSM-5, a categoria TGD que abrangia transtornos como Asperger, Rett, Autismo, desintegrativo da infância e TID não especificados passou a ser um só grupo chamado “Transtorno do Espectro Autista” (TEA) (APA, 2014).

A criança com TEA vê, sente e percebe o mundo de forma fragmentada, como parte de um imenso quebra-cabeça. Ainda que consigam montar algo que se assemelhe à nossa realidade, existirão fissuras e brechas nesse contexto. Assim, a presença de um ambiente estruturado e com uma boa dinâmica familiar é fundamental para auxiliar na elaboração de uma rotina (SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

Os sintomas do Transtorno do Espectro Autista geralmente começam a se tornar aparentes no segundo ano de vida (12 a 24 meses). Além da primeira infância, os primeiros anos escolares também são marcados pelo surgimento acentuado das sintomatologias do TEA. Porém, ao longo do crescimento, algumas áreas começam a

apresentar progressos no desenvolvimento, como na área da interação social, por exemplo (APA, 2014).

O TEA é um transtorno do desenvolvimento que apresenta prejuízos tanto na comunicação quanto na interação social. Uma vez que afeta significativamente na capacidade cerebral responsável por tarefas como reconhecer, tratar e reagir de modo adequado à uma determinada situação ou contato social. Além disso, o grau do autismo é medido e avaliado com base na gravidade do estado do indivíduo, variando entre os níveis de um a três, sendo que no nível um a criança exige apoio², no nível dois exige apoio razoável e no nível três precisa de muito apoio (APA, 2014; BRITES; BRITES, 2019; GADIA, 2006).

Com base no DSM-5, comportamentos repetitivos, interesses restritos, defasagem na comunicação e uma relação interpessoal inadequada são alguns dos principais sintomas do Transtorno do Espectro Autista. Assim, deve-se observar o modo como uma criança com TEA se relaciona com as outras pessoas. Uma vez que devido à inadequação social, elas têm dificuldade em ter empatia, solidariedade, além de agirem de forma incompatível às situações e seus contextos. Desse modo, pode ocasionar um afastamento ou isolamento das outras pessoas e prejudicar a vida social da criança (APA, 2014; BRITES; BRITES, 2019).

As comorbidades que afetam o Transtorno do Espectro Autista podem ser classificados em três tipos: comportamentais, neurológicas e não-neurológicas. Brites e Brites (2019, p. 117) destacam que:

As comportamentais são aquelas que afetam o comportamento e a capacidade de autocontrole da criança com autismo, como transtornos de ansiedade (generalizada, fobia social), transtorno obsessivo-compulsivo (TOC), esquizofrenia, transtorno opositivo-desafiador (TOD), depressão, transtornos de personalidade (antissocial, borderline), transtornos alimentares etc. As neurológicas são: TDAH, deficiência intelectual, transtornos do desenvolvimento da linguagem, transtornos do desenvolvimento da coordenação, paralisias cerebrais, tiques, epilepsias, síndromes genéticas, transtornos do sono, transtornos de aprendizagem etc. E as não neurológicas são: alergias respiratórias e/ou alimentares, intolerâncias alimentares (ao glúten, lactose, caseína etc.), doenças autoimunes, dermatites, distúrbios visuais e auditivos, problemas endocrinológicos (hipotireoidismo, distúrbios do cortisol, puberdade precoce, baixa estatura etc.).

² O apoio pode ser relacionado ao suporte necessário aos indivíduos com cada um dos domínios psicopatológicos descritos no DSM-V (APA, 2014)

Os indivíduos diagnosticados com TEA costumam apresentar problemas na comunicação, como atraso na fala, dificuldades em compreender a contextualização de vocábulos e confundir pronomes. Além disso, não compreendem sarcasmos, piadas, metáforas e frases com duplo sentido. Já os sintomas secundários podem ser atraso no desenvolvimento linguístico e motor, problemas do sono, fobias, distúrbios sensoriais (hipo e hiper sensibilidade: auditiva, visual, gustativa, tátil e/ou olfativa) e apego em excesso por objetos (APA, 2014; BRITES; BRITES, 2019).

A sintomatologia do TEA compromete certas áreas da vida humana, por isso as disfunções foram divididas em três áreas, sendo elas: disfunções sociais, de linguagem e comportamentais. A principal área afetada e a mais aparente são os problemas de socialização. O indivíduo, enquanto ser social, busca desde pequeno agregar pessoas ao seu círculo e compartilhar experiências. Assim, através do processo de socialização é que ele aprende sobre a sociedade as suas regras e costumes (SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

A segunda área afetada é a linguagem, associada à linguagem verbal e não verbal. Sendo que a primeira é responsável por toda comunicação escrita e falada, enquanto a segunda refere-se à compreensão de sinais e símbolos do cotidiano, além da forma como gestos, posturas corporais e expressões faciais transmitem informações. Por apresentarem grandes dificuldades de comunicação, a criança com TEA, tende a se manter reclusa em seu mundo particular. Alguns pais, por volta da faixa dos dois anos de idade, começam a se preocupar pois, ao invés de formularem frases completas como as outras crianças, seus filhos na maioria das vezes nem percebem que estão sendo chamados (SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

O terceiro aspecto está relacionado aos comportamentos inadequados, e não dependem de cor de pele, origem ou religião, e sim do desenvolvimento particular do indivíduo. Assim como a socialização e linguagem, os comportamentos desse transtorno possui níveis de gravidade e se dividem em duas categorias. A primeira está relacionada a condutas motoras repetitivas, como balançar corpo e mãos, bater palmas, pular e fazer careta. O segundo grupo corresponde à comportamentos disruptivos cognitivos, como ritos e costumes, tenacidade e compulsões. Além de seguirem regras de forma inflexível e o anseio de possuir itens só para tê-los (SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

Além do que foi citado anteriormente, as crianças com esse transtorno podem apresentar prejuízos neurocognitivos, principalmente quando relacionados à

capacidade visuomotora e visuoespacial. No qual a capacidade de relacionar objetos, observando as partes e reconhecendo o todo, encontram-se afetadas. (CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019; CHABANI; HOMMEL, 2014). Porém essas habilidades podem ser treinadas a fim de obter resultados bem sucedidos (CHABANI; HOMMEL, 2014).

2.2. TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA E A GEOMETRIA

O ambiente escolar é um espaço voltado ao ensino e simulação de aspectos sociais da vida humana. Com base nesse fator, a escolarização é fundamental no processo de formação da criança com Transtorno do Espectro Autista. Portanto, seu início deve ser o mais precoce possível (BRITES; BRITES, 2019; CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019; SILVA, 2014).

Uma vez que é durante a escola que são estimuladas as interações sociais, através de imitações, compartilhamentos e reciprocidade, são impostas rotinas e horários de cumprimento de tarefas. Além disso, esse local é necessário para que possam se desenvolver globalmente. Pois também trabalham as frustrações, o uso da linguagem, estruturas hierárquicas, aprendizado da leitura, escrita e matemática e educação física com estímulos espacial e motor (BRITES; BRITES, 2019; CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019; GADIA, 2006).

A fim ajudar na inclusão de alunos com TEA em âmbito escolar, o decreto nº 6571, de 2008, definiu a implantação do AEE - Atendimento Educacional Especializado (BRASIL, 1998). Esse ambiente tem por finalidade proporcionar atividades, recurso de acessibilidade e pedagógicos para completar ou suplementar que é ministrado no ensino regular e utilizar os recursos disponíveis para desenvolver as habilidades do aluno (BRASIL, 1998; TEODORO; GODINHO; HACHIMINE, 2016).

O desempenho do jovem com TEA depende do grau de acometimento com esse transtorno. Crianças com grau leve acompanham bem as aulas e os conteúdos ensinados. Quando o grau é moderado eles apresentam maiores dificuldades de socialização e comportamentos repetitivos. Já em casos mais graves eles podem apresentar atrasos mentais e dependerem de ajuda (SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

A inclusão escolar de crianças e adolescentes com TEA, didaticamente, é subdividida em quatro vertentes: Institucional, socialização, adaptação curricular e

aprendizagem da leitura, escrita e matemática. O primeiro eixo corresponde à adaptação da estrutura física da escola, treinamento de funcionários e gestores, uso de tecnologias assistivas e entrevistas com os pais. A socialização se encarrega de gerenciar as habilidades sociais, favorecendo aspectos empíricos, uma comunicação socioemocional e estabelecimento de medidas anti-bullying e de autodefesa (BRASIL, 1998; BRITES; BRITES, 2019).

As outras duas categorias estão relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem. A adaptação curricular envolve as medidas que são tomadas para que cada caso seja abrangido da melhor maneira possível, estabelecendo as prioridades, avaliando e oferecendo conteúdos conforme os níveis de escolaridade. A última classe corresponde à avaliação dos conhecimentos que o aluno tem, apoio individualizado com professores e salas de reforço escolar (BRITES; BRITES, 2019).

2.2.1. Abordagens desenvolvimentais: Método TEACCH

O Tratamento e Educação para Autistas e Crianças com Déficits Relacionados com a Comunicação (*Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children* - TEACCH) é uma técnica desenvolvida no final dos anos 1960, nos Estados Unidos, na Universidade da Carolina do Norte pelo dr. Eric Shopler e colaboradores. O método TEACCH é muito utilizado no mundo todo, inclusive em salas de aula, e valoriza a integração entre pais e profissionais (BRITES; BRITES, 2019; SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

O TEACCH é um modelo de intervenção que permite ao portador do TEA um programa de atendimento individualizado, que auxilia na estruturação de uma rotina, melhorando a qualidade de vida nos âmbitos social e familiar (ROLIM; SOUZA; GASPARINI, 2016; SILVA; GAIATO; REVELES, 2012; WHITMAN, 2015). Tais atividades permitem o ensino de novas habilidades funcionais e também que as crianças com esse espectro consigam criar mentalmente estruturas internas que serão convertidas em estratégias que serão aplicadas na geração de autonomia para a vida adulta (FONSECA; LEON, 2013; SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

Durante a aplicação desse método, o uso correto será determinado pelos três fatores: O local deve estar adaptado e de acordo com as necessidades da criança, a oferta de atividades deve auxiliar na compreensão das rotinas e sequências e os materiais devem ser organizados de modo a promoverem a independência em relação

aos adultos. Artigos recentes demonstram de 30 a 40% das famílias com membros com TEA, utilizam essa técnica como referência (BRITES; BRITES, 2019).

Portanto, antes de utilizarem o TEACCH, os profissionais precisam ser capazes de compreender os comportamentos difíceis e saber interceder por eles de maneiras diversas. Uma vez que ao avaliar esses indivíduos, deve analisar os diferentes contextos em que se encontram, permitir que desenvolvam comunicação espontânea e habilidades lúdicas (BRITES; BRITES, 2019) Com base nesse fator, o objetivo desse trabalho é desenvolver um serious game que possa utilizar essa metodologia a fim de potencializar os resultados obtidos.

2.2.2. Abordagens comportamentais: Método ABA

Outro método a ser destacado é a Análise Aplicada do Comportamento (ABA) cuja função é ensinar, por meio de instruções, habilidades que até então não possuem, tornando o aprendizado prazeroso (FERNANDES; NEVES; SCARAFICCI, 2011). Além de modificar os comportamentos inadequados e substituí-los por atitudes funcionais, parte do trabalho é fortalecer as aptidões existentes, oportunizando a prática de atividades através de reforços positivos, como elogios e prêmios (SILVA; GAIATO; REVELES, 2012).

Porém, desde meados de 1970, autores da área definiram sete critérios básicos para que uma intervenção ABA seja bem sucedida. São eles: Produção de conhecimento para uma melhora das atitudes de finalidade social; Foco voltado ao comportamento em si; Identificação de laços funcionais entre eventos, analisados através de coleta de dados, e determinar padrões de procedimentos a serem repetidos. Além disso, cabe a eles, com base em pesquisas, dar o alicerce a todo trabalho, gerando grandes avanços à baixo custo e permitindo que as mudanças na vida dessas crianças sejam visíveis nos mais diversos ambientes em que vivem (BRITES; BRITES, 2019).

Cabe aos profissionais com capacitação em ABA, como parte do processo de avaliação, analisar os comportamentos iniciais, definir os objetivos, elaborar programas e intervir constantemente nas avaliações. Em vista disso, esse método pode ser utilizado para modificar comportamentos disfuncionais do TEA (BRITES; BRITES, 2019; CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019).

O Transtorno do Espectro Autista possui um quadro clínico variante, com diversas intensidades. Portanto, o autismo pode estar tanto associado a grandes habilidades quanto a fraquezas. Enquanto alguns podem resolver problemas não verbais e possuírem memórias visuais, seus maiores pontos fracos geralmente estão associados à uma baixa percepção social, baixa capacidade de memorização, pouca coordenação motora para escrita, interpretação e desempenho insatisfatórios em narrativas e os símbolos e propriedades matemáticas (BRITES; BRITES, 2019; CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019). Apesar de ser considerado eficaz, por se focar em uma abordagem comportamental, este método não foi escolhido para o desenvolvimento deste trabalho.

2.2.3. Matemática e geometria

O aprendizado dos conhecimentos matemáticos exige foco e proatividade, pois até um sinal alterado pode mudar o resultado da conta. A matemática ainda exige que sejamos capazes de abstrair em 3D, para associar melhor o conceito e a prática. A literatura a respeito da relação TEA e matemática ainda é muito escassa, porém alguns pesquisadores têm demonstrado que essa disciplina tem se tornado um grande desafio para eles pois exige que estejam atentos, tenham uma boa percepção de erro e façam inferências (BRITES; BRITES, 2019; CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019; CHABANI; HOMMEL, 2014).

No tocante ao ensino da geometria, os jovens com TEA possuem, bem conservada, a sua habilidade espacial e de nomeação de figuras. Ainda assim, testes revelam que elas identificam melhor objetos 3D. No que tange à conversão de objetos 2D ou 3D para figuras planas se revelou uma grande dificuldade. Ou seja, elas são mais capazes de associar informações matemáticas por meio de elementos concretos e o pensamento lógico (CARDILLO; LANFRANCHI; MAMMARELLA, 2019; CHABANI; HOMMEL, 2014).

Surge então a pergunta sobre qual a melhor maneira de ensinar geometria para uma criança com TEA. Levando em conta os fatores socioculturais como cor, idade motivação e humor, elas têm preferência por representações visuais, pois alguns elementos escritos dos enunciados podem confundi-las a ponto de renomearem as expressões. Alguns autores sugerem que os assuntos sejam dados em consonância ao cotidiano do aluno, para que ele possa se utilizar de seus

conhecimentos para resolver problemas básicos do dia a dia. Sendo assim, alguns estudantes podem compreender melhor o assunto quando associado à símbolos e números (BRITES; BRITES, 2019).

2.3. *SERIOUS GAME* E TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Por volta do ano de 2002, o termo “*Serious game*” começou a ganhar destaque com a chegada do “*Serious games Moviment*”, que buscava jogos de simulação e aprendizado em local seguro, após reunir empresas da iniciativa privada, militares e âmbito acadêmico (ALVES, 2014). Considerando o advento da computação, os jogos podem ser considerados aplicativos que objetivam a promoção do entretenimento e experiência em espaços interativos (MACHADO; MORAES; NUNES, 2011).

Um jogo eletrônico pode ser desenvolvido para múltiplas plataformas, como computadores, consoles, miniconsoles e aparelhos móveis, sendo que cada uma delas possui suas próprias especificações e sistemas operacionais. Eles podem ser classificados em gêneros, sejam eles: simuladores, com temáticas de esporte, corrida ou luta, ação, aventura, infantis, de entretenimento, estratégicos e de combate. O *serious game*, portanto, tem características como parte integrante de mais de um dos estilos citados anteriormente (MACHADO; MORAES; NUNES, 2011).

Segundo Tonéis (2017), os games podem ser classificados em 7 categorias: *Edutainment*, *Advertise (Advergimes)*, *Exergames*, *Simulations*, *Militainment*, *Epistemic* e *Epistemological*. Os jogos de *edutenimento (Edutainment)* baseiam-se na junção de educação e entretenimento, equilibrando a diversão e o conteúdo e os *Advergimes* objetivam a divulgação de produtos, marcas e pontos de vista. Já os *Exergames* visam treinar ou exercitar o corpo, utilizando dispositivos como o *Kinect*³ nos treinamentos motores com a ajuda de profissionais da educação física e da fisioterapia.

Os jogos de simulação (*simulations*) servem para desenvolver a aptidão e minimizar os riscos, quanto mais preciso melhor, sendo bastante utilizado em autoescolas e treino de voo de aeromodelos. O *Militainment* possuem sistema de simulação, porém com raciocínio lógico e estratégia, com temáticas de guerra,

³ *Kinect* é um sensor de movimentos desenvolvido pela Microsoft, onde os jogadores dispensam os controles/*joystics* e utilizam o próprio corpo para interagir com o jogo.

espionagem ou sobrevivência. Além disso existem os jogos epistêmicos (*Epistemic*) e os epistemológicos (*Epistemological*) sendo que o primeiro está associado a simulações que envolvem profissões e o segundo envolve *puzzles* e narrativa para fazer com que o jogador possa refletir suas ações de múltiplas formas (TONÉIS, 2015).

Os *serious games* podem ser definidos como um jogo onde seu objetivo, num primeiro momento, não é entreter e nem divertir. E sim, ensinar sem ter as consequências que acontecem no mundo real (MICHAEL; CHEN 2005). Além disso, essa modalidade se destaca por unir o aspecto lúdico a conteúdos educacionais, demonstrando novos contextos, construindo conhecimento e treinando tarefas (MACHADO et al.,2011).

Uma das grandes vantagens desse tipo de jogo é que ele estimula o jogador a aprender sozinho e motiva para que eles interajam com o sistema (MICHAEL; CHEN 2005). Portanto, uma vez definido que seu objetivo é o ensino e aprendizagem, seus intuítos podem ser divididos em três classes: conscientização, construção de conhecimentos e treinamento (MACHADO et al., 2011).

Os “jogos sérios”, quando utilizados para treinamento, são úteis na simulação de ambientes críticos, tomada de decisões e desenvolvimento de habilidades estratégicas (MACHADO; MORAES; NUNES, 2009). Apesar desse tipo de jogo ser aplicado, seriamente pensado, para fins educacionais e sem entretenimento, isso não indica que eles não são ou não devam ser divertidos (ABT, 1987).

Para um estudante com TEA a delimitação espacial presente nos games, é importante, quando bem definida e com animações claras (SANTAROSA; CONFORTO, 2015). O uso dos *serious games* nesse transtorno tem duas finalidades a primeira é a terapia e a segunda é a educação. Com base na literatura, essa ferramenta tem se provado assertiva de acordo com os objetivos e quando combinada com outras formas de avaliação (NOOR; SHAHBODIN, 2012; BARROSO; SOUZA, 2018).

Cabe a essas ferramentas despertar o interesse de forma envolvente, divertida e desafiadora, principalmente quando associados à revisão de conceitos, tarefas e revisão do que foi trabalhado no jogo (HOFFMANN; BARBOSA; MARTINS, 2016; NETO, 2013).

A sugestão de videogames auxiliando na prática pedagógica não invalida a função do professor, e sim potencializa a sua atuação. Se algo envolve aprendizagem,

envolve um docente, que deve estar bem preparado e pronto para mediar qualquer dúvida que possa surgir. Além disso, deve estar ciente de como cada aluno aprende, para que assim os *serious games* tenham de fato uma relação entre o aluno e o conteúdo que será ensinado (HOFFMANN; BARBOSA; MARTINS, 2016).

2.4. *SERIOUS GAME*, GEOMETRIA E TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

A área da educação tem sido impactada de forma significativa com o advento das novas tecnologias, principalmente no tocante à informática que tem auxiliado no processo de aprendizagem (CARTAGENES et al., 2017). Além disso, essas ferramentas são úteis no desenvolvimento de habilidades relacionadas à lógica e à cognição e na compreensão das mediações emocionais e culturais (VALENTE, 1993). Assim, alguns *softwares* têm se especializado na otimização do processamento de informações adquiridas por meios receptivos (visão e audição) e a armazenagem neural (BALEN et al., 2008; FIOLEAIS; TRINDADE, 2003)

Quando utilizado da maneira correta, o processo de aprendizado baseado em jogos digitais é competente, pois se adapta à realidade dos estudantes atuais e futuros. Esse tipo de aprendizagem combina dois fatores: motivação e versatilidade, pois são capazes de divertir, e, ao mesmo tempo, se adaptam às disciplinas onde são aplicadas e às habilidades que serão ensinadas (PRENSKY, 2012).

O processo de aprendizado ocorre quando, tanto física quanto mentalmente, a criança está madura e preparada para determinados temas (PIAGET, 2004; VYGOTSKY, 2007). É importante compreender o modo como a cultura impacta nas experiências e formação do indivíduo e como ele forja as suas relações sociais e constrói a própria identidade. Assim, com base nesse ponto de vista, o desenvolvimento baseia-se nos estímulos e interações feitas com o meio (VYGOTSKY, 2007).

O uso de videogames como ferramentas de aprendizado se revelou decisivo pois, desde o início do desenvolvimento de jogos, envolve tanto as técnicas quanto a aprendizagem interativa em si. *Role-playing*, treinamento, identificação e seleção de itens, orientação inteligente e aprendizagens: através da prática e erro, contextualizadas, por objetivos, construtivistas e guiadas (por metas, descobrimentos, tarefas e questionamentos) são as táticas que representam esta modalidade de estudo (PRENSKY, 2012).

Ao considerar o ensino da matemática, utilizar jogos educacionais é uma iniciativa de grande potencial em sala de aula, pois expande os conhecimentos técnicos já existentes no público nativo digital. Em decorrência disso, acabam por transformar os games e ferramentas voltadas ao método e auxílio prático durante a disciplina (HOFFMANN; BARBOSA; MARTINS, 2016).

Cabe ao ensino da geometria viabilizar que os alunos tenham os primeiros contatos com questões que exigem uma visão dedutiva da situação problema. O estudo geométrico está pautado em três objetos variados, são eles: o espaço físico, a geometria e o sistema de representações. Sendo, respectivamente, responsáveis pelo domínio da materialização; representação dos espaços físicos e conhecimento das figuras geométricas; e a por apresentar a forma plana das figuras e compreender de forma máxima as representações gráficas (BRASIL, 1998).

Assim, com base nesses itens, algumas demandas são supridas, como a interpretação de desenhos, desenvolvimento de um sistema e uma linguagem para lidar com esses modelos. Além disso, desenvolve-se também a percepção espacial e a compreensão e interpretação de mapas, que no cotidiano é fonte das dificuldades de boa parte da população (BRASIL, 1998). Mas em específico com indivíduos com TEA desenvolve-se uma melhor capacidade do processamento visuoespacial.

A capacidade das tecnologias de se adaptarem à realidade dos jovens com TEA é muito relevante, pois demonstra as necessidades desse público, que é um aprendizado customizado considerando dificuldades e possibilidades do aluno (NOOR; SHAHBODIN, 2012). Durante a criação de um aplicativo voltado para essas crianças, aspectos que podem ser considerados no desenvolvimento são: utilização do contraste, ambientação mais limpa, cores em tons pastéis, imagens mais centradas, sem distração, objetos claros e diretos. Além disso, as instruções devem ser claras e simples de compreender, cujas tarefas sejam fáceis de associar ao objetivo. Ou seja, motivando e estimulando o usuário (SANTAROSA; CONFORTO, 2015; BRITES; BRITES, 2019).

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Após apresentar um panorama, através de um referencial teórico, sobre Transtorno do Espectro Autista, geometria e *serious games*, este TCC visou pesquisar trabalhos que tenham utilizado os *serious games* para o ensino de crianças com TEA, tanto na geometria quanto outros assuntos. A partir daí, foi realizada uma pesquisa apurada, através de sites de notícias e portais de periódicos, como a Scielo, base de dados (como Scribd, Pubmed, Springer), Repositórios da UCS e de outras universidades e bibliotecas virtuais. Porém, após buscas com palavras-chave (TEA, Transtorno do Espectro Autista, geometria, matemática, jogo, serious game, aprendizagem), não foi possível encontrar um jogo nessa modalidade que ensine, especificamente, geometria para pessoas com TEA.

Com base nesta informação, foram separados, para análise ao longo deste capítulo, três jogos com os seguintes objetivos de ensino: geometria para crianças, alfabetização para TEA e Matemática para TEA. Como critério de análise foram escolhidas a narrativa, a jogabilidade e o *feedback* dos usuários. Ainda que sejam semelhantes em poucos aspectos, tais jogos serviram de inspiração no planejamento do jogo que será desenvolvido adiante.

3.1 APRENDER AS FORMAS

Aprender as formas é um jogo *mobile*, desenvolvido pela empresa chinesa BabyBus cujo objetivo é desenvolver jogos educativos para crianças em idade pré-escolar. Os jogos dessa empresa foram divididos em duas categorias (Despertar e Explorar) para auxiliar os pais na hora da escolha. O jogo mostra Kiki, um panda que ensina por meio de três níveis (Figura 1) a reconhecer, utilizar e desenhar as formas geométricas. Uma vez que foi estruturado para crianças até 5 anos, o aplicativo foca-se mais no ensino do que na narrativa.

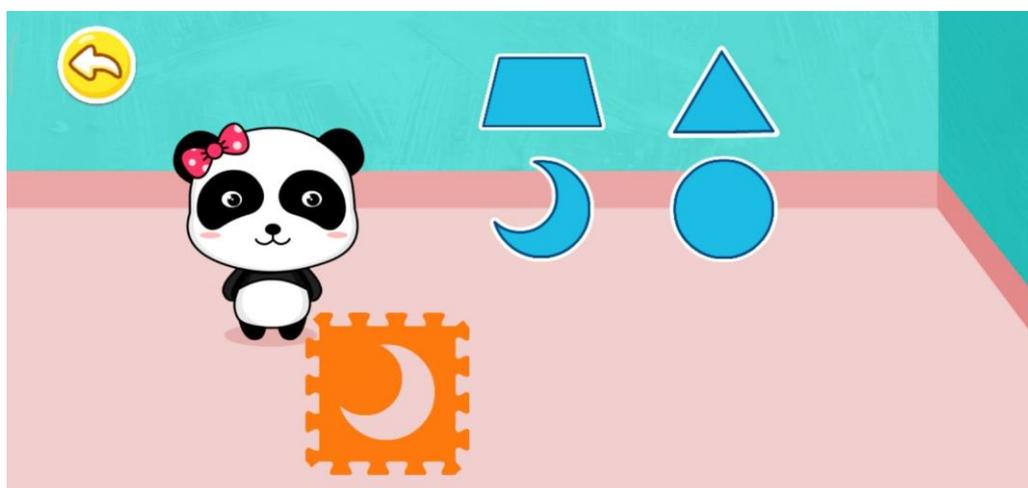
Figura 1 – Screenshot do jogo Aprender as formas



Fonte: PlayStore (2020)

A jogabilidade varia de acordo com o nível, sendo que na fase 1 (Figura 2) deve clicar e arrastar os objetos que aparecem para completar o quebra-cabeça. Já nas fases 2 e 3 a interação é *point-and-click* para separar e desenhar as formas para cumprir os objetivos. As orientações e retornos dados ao usuário são através de sons e falas gravadas, e não possui textos muito relevantes, visto que o público-alvo está em idade pré-escolar.

Figura 2 – Screenshot do jogo Aprender as formas



Fonte: PlayStore (2020)

Na PlayStore, com base nas 4.200 avaliações que possui, aproximadamente 82% são positivas e 18% negativas ou neutras. A maioria dos elogios se referem à

facilidade de aprendizado e ser útil para muitas crianças. Já as maiores críticas estão relacionadas ao excesso de anúncios, visto que é um jogo gratuito, e que as vezes podem confundir as crianças.

3.2 ABC AUTISMO

O ABC Autismo é um jogo eletrônico de auxílio do desenvolvimento da comunicação que tem como foco os autistas. Ele foi desenvolvido por pesquisadores do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e se diferencia por ser um dos pioneiros voltado para esse público e por utilizar o método TEACCH (que foi explicado no referencial teórico deste trabalho). O jogo é dividido em 4 níveis com 10 fases cada, sendo que elas vão sendo desbloqueadas conforme o jogo avança (Figura 3).

As fases são sequenciais, onde se deve deslizar algum tipo de objeto da esquerda para a direita para completar os desafios. Cada nível segue um determinado conjunto de normas conforme o método TEACCH. O nível 1 (Figura 4) segue o padrão esquerda-direita, as imagens não possuem muitos detalhes para evitar distrações e os elementos de resposta variam pouco a fim de auxiliar na resposta correta. À medida que o jogo avança, os níveis seguintes vão exigindo mais conhecimento da criança, seja no reconhecimento de tamanho, cor e forma, na associação de nome e objeto, e posteriormente com jogos de palavras. Durante o jogo, não há presença de som apenas toques curtos para dar feedbacks positivos ou negativos para a criança.

Figura 3 – Screenshot do jogo ABC Autismo



Fonte: PlayStore (2020)

Figura 4 – Screenshot do jogo ABC Autismo



Fonte: PlayStore (2020)

O ABC autismo é gratuito e possui cerca de 100 mil downloads na PlayStore, e aproximadamente 1.200 avaliações, tendo quase 90% de aprovação. A maioria dos feedbacks são positivos relatando melhora na comunicação e a capacidade dele de manter a criança envolvida. Os relatos negativos estão, em sua maioria, relacionados à problemas técnicos e de atualização

3.3. 123 AUTISMO

123 Autismo é um jogo de celular voltado ao ensino da matemática para o público autista. Ele faz parte da série de jogos desenvolvidos pelos pesquisadores do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) para essa comunidade. Porém esse aplicativo não fez tanto sucesso quanto o “ABC Autismo”, acumulando apenas 100 *downloads*, aproximadamente. Assim como o “primogênito”, ele também se utiliza do método TEACCH e é dividido em 4 níveis (Figura 5) com 10 fases cada.

As fases também são sequenciais, seguindo o padrão de movimentação esquerda-direita. Os níveis, respectivamente, estimulam a familiarização com os números e suas quantidades, sua pronúncia e escrita (Figura 6), o aprendizado de sequências numéricas e as operações matemáticas com os elementos. Neste jogo há música de fundo e também *feedbacks* sonoros para respostas positivas ou negativas.

Figura 5 – Screenshot do jogo 123 Autismo



Fonte: PlayStore (2020)

Figura 6 – Screenshot do jogo 123 Autismo



Fonte: PlayStore (2020)

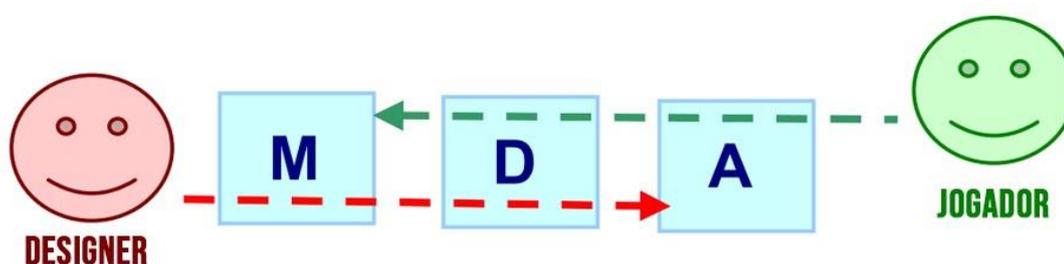
O aplicativo é pago e uma vez que não possui avaliações suficientes para compor um *feedback* dos usuários, permanece sem nota média. Existe apenas uma resenha positiva registrada no site de *download*. Um aspecto negativo que pode ser pontuado é que o aplicativo é totalmente em inglês, sem a opção de alteração, o que pode ser um desafio para aqueles que não conhecem o idioma.

4. METODOLOGIA

Com base em toda a discussão realizada até o momento, o trabalho desenvolvido foi um *serious game*. Por isso, precisou-se encontrar uma metodologia que pudesse dar suporte ao desenvolvimento de um jogo nessa modalidade. Assim, para que exista aprendizado, ele precisou ser projetado de modo competente. Uma vez que o processo que foi desenvolvido era essencialmente criativo e por vezes caótico. Ao considerarmos que produzir um jogo sério envolve desafios diferentes de um jogo comum, ele não deve ser dissociado de uma abordagem formal de *design* (WINN, 2008).

O *framework* MDA (*Mechanics, Dynamics, and Aesthetics* ou Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas) foi desenvolvido com uma abordagem voltada à compreensão das lacunas existente entre *design*, desenvolvimento, crítica e pesquisa técnica dos jogos. Assim, esta ferramenta (Figura 7) divide o consumo de jogos em componentes e estabelecendo as suas contrapartidas. Em vista disso, os aspectos “regras”, “sistema” e “diversão” foram associadas, respectivamente à Mecânica, Dinâmica e Estética, e depois foram relacionados entre si (HUNICKE, LEBLANC, ZUBEK, 2004). No entanto, esta não foi a metodologia adotada neste trabalho pois ela se preocupa, praticamente, só com a jogabilidade.

Figura 7 – *Framework* MDA



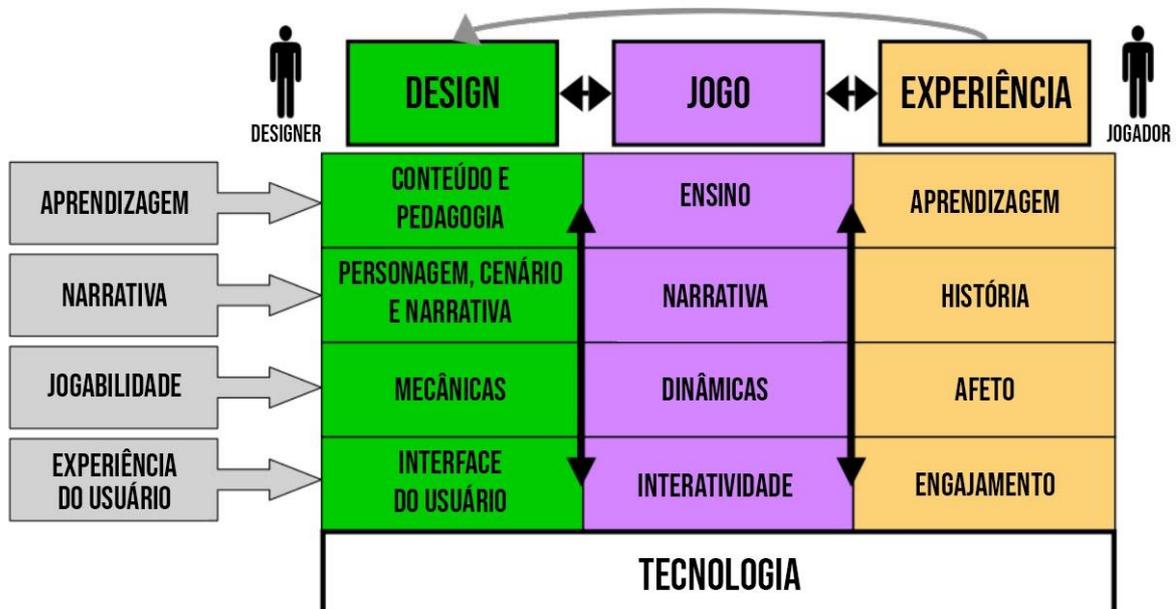
Fonte: HUNICKE, LEBLANC e ZUBEK (2004, tradução nossa)

Apesar de ser útil na produção de jogos de entretenimento, o MDA precisou ser expandido para o DPE (*Design, Play, and Experience*), já que suas características não eram suficientes para suprir as necessidades de um *serious game*. Assim como o MDA, o DPE caracteriza a relação entre o *designer* e o usuário, sendo que o primeiro produz e o segundo joga, constituindo então na experiência do jogador, que é mediada. A definição do público alvo é essencial para o projeto pois cada indivíduo

possui suas próprias vivências, perfil cognitivo, habilidades sociais e cultura. Em vista disso, cada experiência é única e profundamente singular (WINN, 2008).

O *design* de um *serious game* se divide em subcomponentes (Figura 8) que se comunicam com os componentes principais, entre eles a narrativa, a aprendizagem, a *gameplay* e a experiência do usuário. Esse *framework* permite que possamos dividir os elementos de um projeto, e assim avaliarmos separadamente, determinando se o objetivo foi cumprido.

Figura 8 – Framework DPA expandido



Fonte: WINN (2008, tradução nossa)

4.1 CAMADA DE APRENDIZAGEM

A camada da aprendizagem é a primeira delas, pois cabe ao desenvolvedor formular o conteúdo e como ele será aplicado, e assim o jogador aprende ao interagir com o jogo (WINN, 2008). Todo o material elaborado deve ser reunido a fim de atingir um objetivo de aprendizagem, após a definição do que será ensinado e o modo como será feito. Por isso a experiência é essencial, pois à medida que adaptações são feitas, maiores são as chances de se alcançar resultados.

Para a elaboração de um serious games, Winn sugere o uso do estudo da Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1971), considerando a sua utilidade no momento de definição dos resultados e por assinalar a importância de se definir os objetivos a

serem alcançados e um modo de ensinar (WINN, 2008). Este trabalho, entretanto, utilizará o método TEACCH para ensino de crianças com TEA.

4.2 CAMADA DE NARRATIVA

Durante a narração de uma história, existem duas perspectivas que devem ser consideradas: a história pensada pelo *designer* e a vivida pelo usuário (ROUSE, 2001 apud WINN, 2008). A primeira corresponde a tudo que existe no jogo, dando propósito e envolvimento, como as configurações, a narrativa e as características do personagem. A segunda opção consiste no resultado obtido ao combinar a história do *designer* com as interações e escolhas do usuário (WINN, 2008).

A história do *designer* será mais forte ou mais fraca a depender do que está sendo feito. Já a história de jogador, reflete os desafios encontrados e como eles foram superados. Ao desenvolver um jogo, o *designer* deve considerar qual tipo de situações ele deseja que o usuário possa experimentar, e depois projetar a aplicação a fim de alcançar esse objetivo. Em vista disso, é mais complicado desenvolver um *serious game* pois o processo de aprendizagem pode dificultar no momento da definição da narrativa. Portanto, é fundamental que o designer saiba muito bem como é o seu público alvo (WINN, 2008).

4.3. CAMADA DE GAMEPLAY

Essa camada é responsável pelo que o jogador faz durante o jogo, sendo consideradas as escolhas que o jogador pode fazer e as consequências dessas escolhas (ADAMS; ROLLINGS, 2007 Apud WINN, 2008). A jogabilidade se divide em mecânicas, dinâmicas e afeto. Que correspondem, respectivamente, a tudo que o jogador pode fazer no jogo (regras, desafios e objetivos), ao comportamento do usuário diante de desafios e às emoções derivadas e que geram o afeto (WINN, 2008).

A única diferença entre os *frameworks* MDA e DPE está na camada referente à estética (*aesthetics*) que foi substituída pelo afeto, deixando o aspecto puramente estético e se preocupando com à emoção. Os objetos afetivos (também pertencentes ao MDA) são tipos de diversão, que podem gerar sentimentos no usuário, sendo subdivididos em fantasia, desafio, narrativa, expressão, sensação, irmandade, descoberta e submissão (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004; WINN, 2008).

Para mensurar os resultados do projeto é necessário que sejam feitos testes com usuários a fim de revisar o jogo. Além disso, um bom modo de balanceamento é adaptar a dificuldade conforme o jogo vai avançando. Assim o jogador aprende e não se sente pressionado enquanto faz isso.

4.4 CAMADA DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Essa é a mais visível das camadas e ao mesmo tempo a mais profunda pois ela está relacionada diretamente ao engajamento do jogador, à interatividade e à interface. Sendo que a última é essencial para um *serious game* pois é através dela que os objetivos são realizados (WINN, 2008).

A interface deve ser intuitiva, pois é dever do *game designer* garantir que não ocorra a perda da atenção e que o ambiente possibilite o envolvimento no que está sendo experienciado. Cabe ao jogador se preocupar em vivenciar a história e na imersão, em vez de como ele fará isso (quais controles tem que usar) (WINN, 2008).

4.5 CAMADA DE TECNOLOGIA

A experiência do usuário está fortemente associada à tecnologia, portanto, um *serious game* é muito dependente dessa ferramenta. Ainda que o *designer* possa realizar o projeto no papel, os resultados obtidos serão muito diferentes do que se fossem realizados testes com o material digital (CLUA; BITTENCOURT, 2005; WINN, 2008).

Portanto, cabe ao desenvolvedor decidir qual será o *software* utilizado para a produção de todas as partes do jogo. Cabendo a ele considerar de nesta *engine*⁴ ele conseguirá fazer tudo que é necessário para o desenvolvimento do *game* (CLUA; BITTENCOURT, 2005; WINN, 2008).

⁴ Uma *engine*, é um programa de computador e/ou conjunto de bibliotecas cujo objetivo é auxiliar e facilitar no desenvolvimento de jogos e aplicativos em tempo real.

5. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO

Com base no que foi discutido no Capítulo 2 e o que foi proposto para este trabalho, que é auxiliar no ensino de geometria de crianças com TEA, percebeu-se que não existe um aplicativo que esteja direcionado ao ensino dessa disciplina para esse público. A partir daí, ficou decidido que este projeto era o desenvolvimento de um *serious game*, para crianças com TEA de 12 a 14 anos, uma vez que, segundo a grade curricular brasileira do ensino da matemática, é nesse período que eles começam a se aprofundar no assunto. Já no desenvolvimento, foi utilizado o *framework* DPE para definição das etapas e o método TEACCH serviu de apoio enquanto técnica de ensino voltada para indivíduos com TEA.

5.1 CAMADA DE ENSINO

O método de ensino, seguindo o *framework* DPE, é onde se deve definir o que será ensinado e como isso será feito. Para este trabalho de conclusão, o objetivo foi desenvolver um *serious game* para auxiliar na compreensão da geometria por crianças com TEA de 12 a 14 anos. Assim, a ideia foi apresentar as formas geométricas para que esses indivíduos reconheçam e as associem à objetos da vida real.

Este projeto foi pensado conforme o método TEACCH (apresentada no Seção 2.2.1) voltada para o ensino de autistas e que se baseia em três fatores: adaptação do ambiente conforme necessidades da criança, auxílio na compreensão de rotinas e sequências e o material deve promover a independência em relação a um adulto. Em vista disso foram considerados, durante o desenvolvimento, as seguintes características⁵:

- Ensinar como causa e efeito se relacionam: Para cada acerto, maior a quantidade de estrelas obtidas.
- Reduzir a ajuda de adultos, promovendo a independência: As mecânicas são as mesmas durante todo o jogo, portanto a criança sempre saberá o que deve fazer.

⁵ MARA, C. Atividades Programa Teacch. **Desafios do aprender**: Material didático para crianças com deficiência intelectual e dificuldade de aprendizagem, 2015. Disponível em: <http://abcclaudiamara.blogspot.com/2015/02/atividades-metodo-teacch.html>. Acesso em: 01, Jun 2020.

- Sinalizar as tarefas de forma clara: Devido à mecânica simples, o jogador tem apenas um objetivo claro e definido durante todo o jogo.
- Manter uma rotina: Todos os níveis seguem o mesmo padrão
- Estimular as habilidades mais próximas dos naturais: As tarefas de associação utilizam objetos do cotidiano.

5.2 DEFINIÇÃO DAS MECÂNICAS

Nesta camada, definiu-se tudo o que foi produzido, partindo da definição do gênero, do que o jogador pode fazer durante o jogo e quais são as mecânicas. O estilo de jogo que foi desenvolvido nesse projeto foi de aventura, onde o jogador é responsável por explorar e resolver quebra-cabeças.

Dentro desse gênero foi escolhida a subcategoria aventura gráfica onde são utilizadas imagens ao invés de textos, sendo optado pelo estilo *point-and-click* e *puzzle adventure*. Os jogos de *point-and-click* possuem toda a sua interação através do apontar e clicar, seja com o *mouse* ou com o dedo. Já no *puzzle adventure* o jogador é guiado a solucionar quebra-cabeças através do raciocínio lógico.

Ao considerar o público alvo e o gênero, foram escolhidas as seguintes mecânicas:

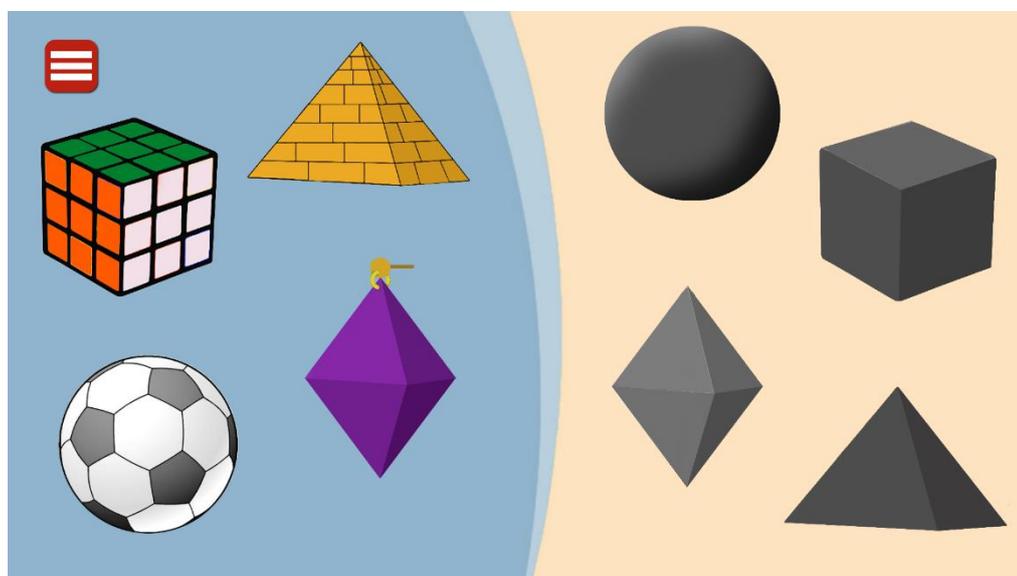
- **Movimentação/Colocação de Peças:** O jogador deve mover/colocar as peças, seguindo certas regras, para obter pontos.
- **Puzzle:** Desafios a serem cumpridos pelo jogador.
- **Recompensas:** Será no estilo estrelas, servindo para motivar o jogador. Quanto melhor for o jogo, mais recompensa se recebe. A escolha de estrelas foi realizada com base nos trabalhos semelhantes que também seguiram o mesmo padrão.

O jogo foi subdividido em quatro níveis e cada nível será dividido em 5 fases. As mecânicas foram aplicadas da seguinte forma:

- **Nível 1:** Utilizando a movimentação esquerda-direita (conforme método TEACCH), sobreposição de figuras, apresentando as formas em duas dimensões, com desafios semelhantes que favorecem o alcance de respostas corretas.

- Nível 2: Possui as mesmas dificuldades que o nível anterior porém acrescido da percepção dos elementos em três dimensões. Seja diferenciando cor e forma, além de relacioná-los à um campo de resposta (Figura 9) , a fim de trabalhar a atenção.
- Nível 3: Considerando o aprendido nos níveis anteriores, nessa fase é exigido da criança associações do tipo “imagem *versus* forma”, tamanhos, cores e assim por diante.
- Nível 4: Aqui são realizadas atividades variadas para a internalização de conceitos, composição dos objetos, associando as formas aos objetos da vida real.

Figura 9 – Exemplo de nível



Fonte: a autora (2020)

5.3 CAMADA DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Nesta última camada, responsável por definir a “aparência” do jogo vista pelo usuário, sendo subdividida entre visual e sonoro para melhor análise. A parte visual seguiu considerando as características sugeridas por Brites e Brites (2019): utilização do contraste, ambientação mais limpa, cores em tons pastéis, imagens bem definidas, sem algo que possa causar distração e objetos claros e diretos. Os recursos sonoros

foram removidos, pois esse público tende a possuir hipersensibilidade (não só visual como também auditiva).

Com base no que foi dito anteriormente, o menu (Figura 10) foi composto por cores bem definidas, para evitar distrações na criança.

Figura 10 – Menu



Fonte: a autora (2020)

Para aproximar o jogo da vida real e gerar um sentimento de afinidade, o personagem principal do jogo, o Geobô, é um robô de aparência amigável e que pode ser associado à um brinquedo de fácil acesso a esse público. As fases se utilizam de objetos do cotidiano para auxiliar a criança no reconhecimento desses objetos no contexto cotidiano (Figura 11).

Figura 11 – Fase (nível 4, fase 5)



Fonte: a autora (2020)

5.4 CAMADA DE TECNOLOGIA

No tocante às tecnologias que foram utilizadas, a *engine* escolhida para o desenvolvimento do jogo foi a Unity. Tanto por já conhecer a ferramenta quanto pela sua grande biblioteca de *assets* gratuitos e documentação bem elaborada. O jogo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C# (*C Sharp*), estilo 2D e para *mobile*. Visto que muitas crianças têm mais chance de ter acesso a um dispositivo móvel do que um computador, e do ponto de vista escolar, *tablets* são muito mais acessíveis e baratos.

6. VALIDAÇÃO COM PROFISSIONAIS

Segundo Schell (2008), o *playtesting* pode ser definido como a etapa responsável por reunir um público para avaliar um jogo, com base nos objetivos, e validar se a experiência obtida está de acordo com o esperado. Portanto, após o processo de planejamento e desenvolvimento do protótipo do *serious game*, foram convidados profissionais da psicologia para realizar o *playtesting* e verificar se ele é válido enquanto ferramenta de aprendizagem.

Para que a etapa de experimentação seja bem sucedida, é preciso saber muito bem o que será testado e compreender o porquê. Uma vez que o objetivo da testagem é auxiliar na resposta dessa pergunta (SCHELL, 2008). Porém, considerando o tema e o público-alvo, foram necessárias perguntas mais elaboradas para uma melhor chance de respostas assertivas. Além disso, ao realizar testes com protótipo, isso faz com que o desenvolvedor tenha menos chances para errar, visto que é muito mais difícil de corrigir problemas no jogo produzido do que só alterar no projeto (SALEN; ZIMMERMAN, 2012).

Portanto, foram encaminhados para os testadores um material explicando do que se tratava o trabalho, um link de acesso ao jogo e um questionário (Apêndice A). Para que assim pudessem responder enquanto pessoas capacitadas para lidar com crianças com TEA e validar o jogo, ou não, como possível ferramenta de apoio ao ensino da geometria. Foram avaliados desde critérios estéticos até aspectos organizacionais.

Após o teste do jogo, o questionário foi respondido por seis pessoas cujas formações acadêmicas variavam entre Psicologia e Psicopedagogia. Todos os testadores jogaram GeoTea até o final analisando tudo que se fez presente na tela, tanto como usuário quanto avaliadores sobre a perspectiva de uma criança com TEA. Quando questionados sobre a clareza do objetivo das fases, todos reconheceram o objetivo das fases, porém alguns pontuaram que no início algumas crianças podem apresentar dificuldades para compreender a mecânica do jogo.

Ao perguntar sobre a associação dos objetos do cotidiano com formas geométricas, sobre a fácil identificação dos itens presentes em tela e sobre a escolha das cores e do estilo gráfico, as respostas foram positivas e unânimes. Em apenas um dos casos foi sugerido uma melhora no posicionamento dos objetos em cena. Sobre a interação (nos testes) e no aspecto desafio, ressaltaram como sendo uma

dificuldade válida e que com o manuseio do mouse, auxiliará na coordenação motora e percepção viso-motora⁶.

Já no tocante à complexidade do jogo, considerando o público-alvo, foi questionado sobre a dificuldade e sobre a mecânica de arrastar objetos. Com base nessa questão, chegou-se a um consenso que dependendo no grau do TEA, o jogo parecerá complexo no início, porém a criança logo se adaptará, podendo auxiliar no desenvolvimento da motricidade⁷. Além disso, foi sugerido que se colocasse um tipo de tutorial animado no início para mostrar o movimento a ser executado.

Durante a pergunta sobre o sistema de gratificação, aumento da dificuldade e qualidade do jogo todas as respostas reconheceram o jogo como sendo de boa qualidade e com qualidade adequada. No que se relaciona ao sistema de estrelas foi elogiado mas também foi encontrado um bug onde sempre é mostrados três estrelas, e nunca menos que isso.

Por fim, foram questionados sobre a proposta de aprendizagem, se concordavam que o jogo pode auxiliar na aprendizagem da geometria para indivíduos com Transtorno do Espectro Autista. As respostas foram elogiosas e afirmativas sobre a aplicação desse *serious game* no ensino dessas crianças.

Ao final do *playtesting* foi possível pontuar os seguintes critérios a serem adicionados/corrigidos: inclusão de um tutorial animado, melhora do posicionamento das peças, inclusão de vibração como estímulo sensorio-motor e correção do sistema de gratificação.

⁶ Também conhecida como coordenação olho/mão, esta é a capacidade para controlar o movimento da mão, guiado pela visão.

⁷ Conjunto de funções nervosas e musculares que permite os movimentos voluntários ou automáticos do corpo.

7. CONCLUSÃO

Esse projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira referente a concepção e a outra ao planejamento. Na primeira etapa foi realizado um panorama sobre o que é TEA e como as crianças com esse transtorno aprendem, o ensino da geometria para esse público, além de compreender as vantagens do desenvolvimento de um *serious game* para essa finalidade. E a segunda visa o desenvolvimento em si.

Considerando esses critérios, buscou-se então compreender o método de intervenção TEACCH pois permite ao portador do TEA um programa de atendimento individualizado. Porém, para atingir todos os requisitos na hora de desenvolver um *serious game*, foi utilizado o framework DPE, que subdivide o processo criativo em cinco partes. O que possibilita que tudo seja bem feito, do início ao fim. Além disso, foi realizada uma pesquisa de jogos com finalidades semelhantes, onde foi possível comparar ideias e identificar aspectos em comum.

Já na segunda fase desse projeto, foram realizadas todas as tarefas referentes à organização e desenvolvimento do jogo. Entre as etapas podem ser destacadas a definição do assunto, a escolha do estilo e dos materiais gráficos, o *level design* e a programação. O jogo foi desenvolvido através da *engine* Unity, e os *scripts* das mecânicas foram escritas apenas para este trabalho.

Todas as atividades desse projeto tiveram por objetivo responder a questão norteadora do trabalho: “Um *serious game* pode ensinar geometria para crianças de 12 a 14 anos com Transtorno do Espectro Autista?”. Porém, mediante os resultados obtidos, este trabalho limita-se a afirmar que este jogo pode ser considerado um produto educativo. Para obter uma resposta mais assertiva e científica, seria necessário mais tempo de desenvolvimento e uma extensa série de testes com crianças que possuam esse transtorno. Para que assim possa ser validado de fato, enquanto ferramenta de aprendizagem, se elas de fato compreenderam o assunto e se houve progresso nos resultados do desempenho escolar neste assunto.

Sendo assim, tendo os objetivos específicos cumpridos, e a questão de pesquisa parcialmente respondida, pode-se dizer que as expectativas foram atingidas. Apesar de ainda possuir alguns fatores a serem melhorados, podemos dizer que o objetivo principal (e porque não pessoal) deste trabalho foi atingido.

REFERÊNCIAS

- ABT, Clark C. **Serious games**. New York: Viking Compass, 1975
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-5 - Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras um guia completo: do conceito à prática. São Paulo: DVS editora, 2014.
- ARESTI-BARTOLOME, N.; GARCIA-ZAPIRAI, B. Technologies as Support Tools for Persons with Autistic Spectrum Disorder: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Bilbao, v. 11, p. 7767-7802, 2014.
- BALEN, S. A.; MASSIGNANI, R.; SCHILLO, R. **Aplicabilidade do software Fast Forward na reabilitação dos distúrbios do processamento auditivo**: resultados iniciais. Rev. CEFAC, São Paulo, v. 10,n. 4, dez. 2008.
- BARROSO, D. A.; SOUZA, A. C. R. **O uso das tecnologias digitais no ensino de pessoas com autismo no Brasil**. Anais do Congresso Internacional de educação e tecnologias, p 01–11, 2018.
- BLOOM, B. S. **Taxonomia de los objetivos de la educacion: la clasificación de las metas educacionales**. Buenos Aires: AID, 1971.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRITES, L.; BRITES, C. **Mentes únicas**. São Paulo: Editora Gente, 2019.
- CARDILLO, R.; LANFRANCHI, S.; MAMMARELLA, I. C. A cross-task comparison on visuospatial processing in autism spectrum disorders. **Sage Journals**, Los Angeles, v. 24, [s.p.], 2019.
- CARTAGENES, M. V. et al. **Software baseado no método aba para auxílio ao ensino-aprendizagem de crianças portadoras de transtorno global do desenvolvimento-autista**. Anais do Computer on the Beach, p 162–171, 2017.
- CHABANI, E.; HOMMEL, B. Visuospatial Processing in Children with Autism: No Evidence for (Training-Resistant) Abnormalities. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 44, p. 2230–2243, 2014.
- CLUA, E., BITTENCOURT, J. **Desenvolvimento de Jogos 3D**: Concepção, Design e Programação. Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 1313-1356, São Leopoldo, Brazil, Julho de 2005.
- FERNANDES, A; NEVES, J; SCARAFICCI, R. **Autismo**. São Paulo: UNICAMP, 2011.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino da Física**. São Paulo, v. 25, n. 3, set. 2003. Disponível em: . Acesso em: 09 de maio de 2020.

FONSECA, M. E.; LEON, V. Contribuições do ensino estruturado na educação de crianças e adolescentes com transtornos do espectro do autismo. In: SCHMIDT, Carlo (org). **Autismo, educação e transdisciplinaridade**. 2. ed. Campinas: Papyrus, 2013.

GADIA, Carlos. **Aprendizagem e autismo: transtornos da aprendizagem: abordagem neuropsicológica e multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GARCIA, P.M.; MOSQUERA, F.F. Causas neurológicas do autismo. **Rev. O Mosaico**. V. 5. P. 106-10. 2011.

GRUPO CONDUZIR. [S.l], [2018]. **Transtorno do Espectro Autista e comorbidades**. Disponível em:<https://www.grupoconduzir.com.br/transtorno-do-espectro-autista-e-comorbidades/>. Acesso em: 21 de jun. 2020

HOFFMANN, L. F.; BARBOSA, D. N. F.; MARTINS, R. L. **Aprendizagem baseada em jogos digitais educativos para o ensino da matemática**. XV Seminário Internacional de Educação, Feevale, Novo Hamburgo – RS, 2016

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. **MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research**. 2004.

MACHADO, L. S. et al. Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. **Revista brasileira de educação médica**, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

MACHADO, L. S.; MORAES, R. M; NUNES, F. L. S. Serious games para saúde e treinamento imersivo. In: *Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada* [S.l: s.n.], 2009.

MICHAEL, D; CHEN, S. Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform. 2. ed. Connecticut: Cengage Learning Ptr, 2005.

MARA, C. Atividades Programa Teacch. **Desafios do aprender: Material didático para crianças com deficiência intelectual e dificuldade de aprendizagem**, 2015. Disponível em: <http://abcclaudiamara.blogspot.com/2015/02/atividades-metodo-teacch.html>. Acesso em: 01, Jun 2020.

NETO, J. F. B.; FONSECA, F. S. Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática. In: **RENOTE**, V. 11, Nº 1, julho, 2013. Disponível em: . Acesso em: 20 abr. 2020

NOOR, H. A. M.; SHAHBODIN, F.; PEE, N. C. Serious Game for Autism Children: Review of Literature. **International Journal of Psychological and Behavioral Sciences**, v. 6, n. 4, p. 554-559, 2012. Disponível em

<<https://pdfs.semanticscholar.org/c8b1/fab8774a02c0ab2971eca9002953da496f2b.pdf>>, acesso em 15 de março de 2020.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 24^a. ed. Rio de Janeiro : Forense Universitária, 2004.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

ROLIM, C. S.; SOUZA, L. S. A.; GASPARINI, G. C. A terapia ocupacional e o método teacch no tratamento do portador de autismo. **Multitemas**, n. 23, 2016.

SANTAROSA, L. M. C.; CONFORTO, D. Tecnologias móveis na inclusão escolar e digital de estudantes com transtornos de espectro autista. **Revista brasileira de educação especial**, v. 21, n. 4, p. 349-366, dez, 2015. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/170925>>, acesso em 16 de março de 2020.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo**: fundamentos do design de jogos. São Paulo. Ed. Edgar Blucher, 2012.

SCHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. Florida: Crc Press, 2008.

SILVA, M. V. T. **Trajetórias escolares de alunos com Transtorno do Espectro Autista e expectativas educacionais das famílias**. 2014. 95 p. Dissertação (Mestrado em Saúde) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, A. B. B.; GAIATO, M. B.; REVELES, L. T. **Mundo Singular**: Entenda o autismo. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

TEODORO, G. C.; GODINHO, M. C. S.; HACHIMINE, A. H. F. A inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista no Ensino Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 1, n. 2, p. 127-143, ago. 2016. Disponível em <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6070066>>, acesso em 17 de março de 2020.

TONÉIS, C. N. A Experiência Matemática no Universo dos Jogos Digitais: O processo do jogar e o raciocínio lógico e matemático. Pós Graduação em Educação matemática (Tese de Doutorado). Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN/SP. Orientadora: Profa. Dra. Janete Bolite Frant. São Paulo, 2015.

TONÉIS, C. N. **Os games na sala de aula**: Games na educação ou a gamificação da educação?. São Paulo: Bookess, 2017.

VALENTE, J. A. **Por que o computador na Educação. In Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1993.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7^a. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WHITMAN, T. **O desenvolvimento do autismo**. São Paulo: M.Books, 2015.
WINN, B. M. The design, play, and experience framework. In: FERDIG, Richard E..
Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education. 62
Hershey, Pa: Igi Global, 2008. p. 1010-1024.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PÓS-PLAYTESTING

GEOTEA: Desenvolvimento de um serious game para ensino da geometria para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA)

Primeiramente eu agradeço à sua disponibilidade e por me ceder alguns minutos do seu tempo.

Antes de Responder ao questionário, por favor pode ler o texto? Ele está disponíveis no link: <https://bit.ly/PesquisaGeotea> e o jogo está disponível no link (para melhor experiência, recomendo jogar pelo computador): <https://xevilsalvatore.itch.io/geotea>

Este formulário visa avaliar a sua experiência com o meu jogo. A sua resposta é muito importante para a conclusão do meu trabalho! Muito obrigada!!

***Obrigatório**

- 1) O objetivo de cada fase sempre esteve claro para você? Você acha que esse objetivo também estaria claro para uma criança dentro do público alvo a quem se destina esse jogo? *
- 2) Considerando o público-alvo, o que você acha da escolha dos objetos e da relação deles com as formas geométricas? Os ícones presentes na tela são intuitivos (fáceis de identificar) e estão bem posicionados na tela? A escolha das cores e do estilo do desenho estão de acordo com as necessidades desse público? *
- 3) Considerando o público-alvo, você avalia que eles terão uma experiência satisfatória em relação às tarefas que eles precisam executar e pela interação via mouse? Com base nesse público, que experiências eles irão ter no aspecto desafio e no geral? *
- 4) Ainda sobre o público-alvo, como você definiria a complexidade do jogo? O que você pensa sobre a mecânica de arrastar um objeto até o seu destino, considerando o contexto do jogo? *
- 5) Qual a sua opinião enquanto profissional sobre a qualidade dos níveis do jogo? O aumento da dificuldade entre os níveis é adequado? Como você avalia o sistema de gratificação, através de estrelas, considerando o público-alvo? *
- 6) Considerando a proposta de aprendizagem, você concorda que esse jogo pode auxiliar na aprendizagem da geometria para crianças com Transtorno do Espectro Autista? *