

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE APUCARANA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO INCLUSIVA**

ISRAEL CÂNDIDO DA SILVA

**ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA: CONTRIBUIÇÕES DO AMBIENTE IMERSIVO
DE REALIDADE VIRTUAL**

**APUCARANA, PR
2022**

ISRAEL CÂNDIDO DA SILVA

**ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA: CONTRIBUIÇÕES DO AMBIENTE IMERSIVO
DE REALIDADE VIRTUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva (Profei) da Universidade Estadual do Paraná (Unespar), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Eromi Izabel Hummel.

Coorientador: Dr. Leandro Key Higuchi Yanaze

**APUCARANA, PR
2022**

S586e

Silva, Israel Cândido da
Ensino de matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista:
contribuições do ambiente imersivo de realidade virtual / Israel Cândido da
Silva. Apucarana, 2022.
128 f. + Produto educacional

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Inclusiva em Rede
Nacional – Área de Concentração: Educação Inclusiva) – Universidade
Estadual do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Eromi Izabel Hummel
Coorientador: Prof. Dr. Leandro Key Higuchi Yanaze

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Educação Especial. 3. Transtorno do
Espectro Autista. 4. Realidade virtual. 5. Ambientes imersivos. 6. Formação de
professores. I. Hummel, Eromi Izabel. II. Yanaze, Leandro Key Higuchi. III.
Universidade Estadual do Paraná. IV. Título. V. Título: Realidade imersiva e
matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista – RIMATEA.

CDD 510.07
23. ed.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO INCLUSIVA – PROFEI



TERMO DE APROVAÇÃO

ISRAEL CÂNDIDO DA SILVA

**"ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA: CONTRIBUIÇÕES DO AMBIENTE IMERSIVO DE
REALIDADE VIRTUAL"**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós Graduação em Educação Inclusiva, Centro de Ciências Humanas, Biológicas e da Educação da Universidade Estadual do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Apucarana, 29 de setembro de 2022.

Membros da Banca:

Prof^a. Dr^a. Eromi Izabel Hummel (Presidente)

Prof. Dr. Leandro Key Higuchi Yanase (Coorientador/UNIFESP)

Prof^a. Dr^a. Ketilin Mayra Pedro
(Universidade Federal de São Carlos/Campus São Carlos)

Prof^a. Dr^a. Roseneide Maria Batista Cirino
(Universidade Estadual do Paraná/Campus Paranaguá)

Dedico este trabalho em especial à minha filha Ana Laura e à minha esposa Soraya Andrade, com todo o amor e gratidão, por me oportunizar conhecer o TEA, que provocou a minha curiosidade, e assim, a possibilidade de contribuir na qualidade de vida de tantos nesta condição.

AGRADECIMENTOS

Em tudo sou grato a Deus, principalmente por ser pleno de meus sentidos, fato privilegiado frente a nossos semelhantes que por alguma condição física, sensorial ou cognitiva encaram um mundo cheio de obstáculos e preconceitos. Agradeço por, a cada dia, ter a oportunidade de desenvolver a empatia e buscar ser melhor.

Agradeço em especial a Unespar por ter a iniciativa de, junto a muitas mãos, encarar o desafio de viabilizar o Profei, um curso de mestrado no qual me identifiquei, dediquei e cresci muito, primeiramente como ser humano e, conseqüentemente, profissionalmente, e que espero poder devolver à sociedade essa oportunidade de aprimoramento e assim colaborar no crescimento dos que em meu caminho encontrar.

Não posso deixar de render o devido reconhecimento ao CEP/ Unespar, que tem um papel importantíssimo no desenvolvimento da pesquisa científica, viabilizando as condições para o desenvolvimento de um trabalho ético e técnico com padrões de excelência ilibada.

Não há como não lembrar os desafios encarados e superados para chegar até este momento, muitas horas de dedicação, madrugadas, finais de semana, feriados, férias e outros momentos que foram temporariamente adiados com um propósito maior. Mas não teria conseguido se uma base robusta não estivesse a me sustentar, este suporte é minha família. Primeiro o núcleo direto, minha esposa Soraya e minhas princesas Ana e Sara, energia motriz diária para minha vida. E a minha mãe (in memoriam), que recentemente voltou para o plano de luz, após uma vida dedicada de amor incondicional aos seus dezesseis filhos e em especial ao seu caçula, “eu”, que sempre pode contar com suas palavras de ânimo, orações e bençãos; sei que ela continua a me abençoar e iluminar meus caminhos, ainda mais agora, e a meus irmãos e de familiares e amigos por suas orações e parcerias.

Em especial, agradeço a todos(as) colegas do curso, pois foram participantes incomensuráveis em muitos momentos que as dificuldades se fizeram presente e pude aprender muitíssimo com vocês.

Agradeço imensamente a Associação Pestalozzi de Anápolis por ter aberto as portas para que eu desenvolvesse meu trabalho e às colaboradoras que ali trabalham e sempre não mediram esforços na construção desse projeto e em especial ao participante direto da pesquisa.

E ainda meus agradecimentos aos nossos mestres que compartilharam

conosco seus conhecimentos e experiências.

Destaco um agradecimento especial à minha orientadora Prof(a). Dra. Eromi Izabel Hummel, pela parceria, dedicação e paciência nesta jornada e que sua vida seja sempre repleta de felicidades.

Ao Prof. Dr. Leandro Key Higuchi Yanaze, pela coorientação e contribuição vital neste trabalho, pois sem seu conhecimento técnico jamais seria possível avançar.

Meu agradecimento especial à Prof(a). Dra. Roseneide Maria Batista Cirino pelos excelentes apontamentos na construção dos argumentos apresentados neste trabalho e de igual forma à Prof(a). Dra. Ketilin Mayra Pedro, que contribuiu de forma magnífica para esta pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que, de uma forma direta ou indireta, fizeram parte desse momento muito significativo em minha vida.

"[...] E aprendi que se depende sempre, de tanta, muita, diferente gente. Toda pessoa sempre é marca das lições diárias de outras tantas pessoas. É tão bonito quando a gente entende que a gente é tanta gente, onde quer que a gente vá. É tão bonito quando a gente sente que nunca está sozinho por muito mais que pense está [...]" (Gonzaguinha, 1982)

RESUMO

SILVA, Israel Cândido. **ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: CONTRIBUIÇÕES DO AMBIENTE IMERSIVO DE REALIDADE VIRTUAL.** 128f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva, 2022.

As avaliações institucionais sistêmicas têm alertado quanto aos resultados da aprendizagem de conceitos matemáticos. Em se tratando de estudantes com transtorno do espectro autista, suas especificidades podem dificultar a escolarização, necessitando que o professor utilize estratégias, metodologias e recursos diferenciados a fim de ofertar o ensino de matemática a estes sujeitos. Neste sentido, buscou-se conhecer o contexto da aprendizagem de matemática destes, dadas suas potencialidades e condições diferenciadas de apropriação, bem como a possibilidade de uso de tecnologias que fomentem o aprendizado dos mesmos, de forma a apresentar sugestões que apoiem o ensino para estes alunos, delineando assim o objetivo do trabalho em que pese, identificar como os ambientes imersivos de realidade virtual favoreçam o ensino e aprendizagem de matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista. Para responder aos objetivos do estudo, utilizou-se da pesquisa bibliográfica, descritiva e de campo com aplicação de experimento didático e diagnóstico. Nela, desenvolveu-se acompanhamento junto a um participante da pesquisa no espectro, que apresentou peculiaridades na forma de utilizar a multiplicação, assim, aplicou um método alternativo de realizar esta operação, com o propósito de visualizar as potencialidades do participante e elaborar desafios de aprendizagens em realidade virtual atrativas que atendessem ao seu eixo de interesse. Com o desenvolvimento e aplicação do produto educacional, possibilitou verificar os benefícios no ensino e aprendizagem de matemática, fundamentados na customização em realidade virtual do recurso a este participante. Assim, espera-se que o protótipo gerado como produto educacional, contribua para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas no ensino e aprendizagem de conteúdos de matemática.

Palavras-chave: Educação Especial; Educação Matemática; Realidade Virtual; Transtorno do Espectro Autista.

ABSTRACT

SILVA, Israel Cândido. **MATHEMATICS TEACHING FOR STUDENTS WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDER: CONTRIBUTIONS OF THE IMMERSIVE VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT**. 128f. Dissertation (Master) – State University of Paraná. Postgraduate Program in Inclusive Education, 2022.

Systemic institutional evaluations have warned about the learning outcomes of mathematical concepts. When it comes to students with autistic spectrum disorder, their specificities may hinder schooling, requiring the teacher to use different strategies, methodologies and resources in order to offer the teaching of mathematics to these subjects. In this sense, it was sought to know the context of their learning of mathematics, given their potential and differentiated conditions of appropriation, as well as the possibility of using technologies that promote their learning, in order to present suggestions to support the teaching of these students, thus outlining the objective of the work, which is to identify how the immersive virtual reality environments favor the teaching and learning of mathematics for students with Autism Spectrum Disorder. To answer the study's objectives, a bibliographic, descriptive and field research was used with the application of a didactic and diagnostic experiment. In it, it was developed follow-up with a research participant in the spectrum, who presented peculiarities in the way of using multiplication, thus, applied an alternative method to perform this operation, with the purpose of visualizing the potentialities of the participant and elaborate learning challenges in attractive virtual reality that would meet his axis of interest. With the development and application of the educational product, it was possible to verify the benefits in the teaching and learning of mathematics, based on the customization in virtual reality of the resource to this participant. Thus, it is expected that the prototype generated as an educational product contributes to the development of inclusive pedagogical practices in the teaching and learning of mathematics content.

Keywords: Special Education; Mathematics Education; Virtual reality; Autism Spectrum Disorder.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os sete passos do processo PEI	45
Figura 2 - Primeiro estereoscópio utilizado para imersão, datado de 1838	59
Figura 3 - Sensorama	60
Figura 4 - Primeiro visor VR montado na cabeça	60
Figura 5 - Operações de multiplicação apresentadas pelo participante da pesquisa	76
Figura 6 - Operação de multiplicação pelo método de multiplicação chinesa	77
Figura 7 - Multiplicação método chinês com linhas na diagonal	77
Figura 8 - Multiplicação método chinês com linhas horizontais e verticais	78
Figura 9 - Multiplicação método chinês customizada ao participante	79
Figura 10 - Operação efetuada pelo participante, utilizando o método da multiplicação chinesa	80
Figura 11 - Registro de multiplicação pelo método de multiplicação chinesa	81
Figura 12 - Multiplicação tradicional sem mediação	81
Figura 13 - Multiplicação pelo método tradicional efetuada com sucesso	82
Figura 14 - Logo do game RIMATEA	83
Figura 15 - Fluxograma do funcionamento RIMATEA	86
Figura 16 - Robô Abílio	87
Figura 17 - Menu inicial do RIMATEA	88
Figura 18 - Ambiente RV do RIMATEA – motos	88
Figura 19 - Ambiente RV do RIMATEA – carros	89
Figura 20 - Ambiente RV do RIMATEA – ônibus	89
Figura 21 - Ambiente RV do RIMATEA – voltar menu inicial	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Execução do RIMATEA por módulos e níveis

94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
AIRV	Ambiente Imersivo de Realidade Virtual
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CEB	Câmara de Educação Básica
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
Cetic.br	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
CFN	Currículo Funcional Natural
CIPTEA	Carteira de Identificação da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista
CNE	Conselho Nacional de Educação
DI	Deficiência Intelectual
DSM	Manual Estatístico de Doenças
DUA	Desenho Universal para a Aprendizagem
EESEE	Estudante Elegível ao Serviços de Educação Especial
FIA	Fundação Instituto de Administração
HMD	Head-Mounted Display
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto de Educação e Pesquisa Anísio Teixeira
ITS	Instituto de Tecnologia Social
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
NCSU	North Carolina State University
NEE	Necessidade Educacional Especial
ONU	Organização das Nações Unidas

PAEE	Público-alvo da Educação Especial
PCN	Parâmetro Curricular Nacional
PEI	Plano de Ensino Individualizado
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PNEE	Política Nacional de Educação Especial
RIMATEA	Realidade Imersiva e Matemática para Alunos com Transtorno do Espectro Autista
RV	Realidade Virtual
SEDH/PR	Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República
SEE	Serviço Educacional Especializado
SEESP	Secretaria de Educação Especial
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TEA	Transtorno do Espectro Autista
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESPAR	Universidade Estadual do Paraná
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
VRS	Virtual Reality Society

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
2 TESSITURAS DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA NO BRASIL	23
2.1 CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES NOS ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	29
3 O ENSINO DE MATEMÁTICA: APONTAMENTOS CURRICULARES PARA O ATENDIMENTO DOS ALUNOS COM TEA	33
3.1 CURRÍCULO FUNCIONAL NATURAL	38
3.1.1 <i>Contribuições do Desenho Universal para a Aprendizagem</i>	41
3.1.2 Plano de Ensino Individualizado	43
4 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTAS DIDÁTICAS	47
4.1 METODOLOGIAS ATIVAS: GAMES NA EDUCAÇÃO	51
4.1.1 Ambientes imersivos de realidade virtual e atendimentos educacionais em matemática a alunos com TEA	54
4.1.2 Contextualização histórica da realidade virtual	59
4.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA	61
4.3 A UTILIZAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS NO APRENDIZADO E A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	666
5 METODOLOGIA	69
5.1 TIPO DE ESTUDO	69
5.2 CONTEXTO DE ESTUDO	70
5.2.1 Participantes do estudo	71
5.2.2 Critérios de inclusão e exclusão dos participantes	71
5.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	72
5.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	73
6 DELINEAMENTO DO PRODUTO	83
6.1 CARACTERIZAÇÃO DO RIMATEA	85
7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS	91
7.1 AVALIAÇÃO DO PRODUTO	93
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS	99
ANEXOS	113
ANEXO I	113
APÊNDICES	122
APÊNDICE A - FORMULÁRIO	122
APÊNDICE B - DADOS SOBRE A EXECUÇÃO DO RIMATEA	126
APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO RIMATEA	127
APÊNDICE D - LINKS PARA TUTORIAL E INSTALAÇÃO DO RIMATEA	128

1 INTRODUÇÃO

A inclusão de pessoas com deficiência no contexto social e escolar tem sido motivo de debates por autoridades, especialistas e várias entidades de abrangência mundial, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e suas agências especializadas, tais como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO); e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), que vêm se manifestando com relação à necessidade de se estabelecer uma forma de efetivar a inclusão escolar para todos. Essas entidades têm orientado os países membros sobre como proceder para atender a tal propósito, pois estabelecem metas a serem cumpridas.

Com isso, a escola regular tem recebido cada vez mais Estudantes Elegíveis aos Serviços de Educação Especial (EESEE). Abre-se aqui um parêntese para abordar uma reflexão, juntamente com uma justificativa, sobre o uso neste trabalho da expressão EESEE, pois na atualidade, os documentos oficiais, como o Plano Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEE) de 7 de janeiro de 2008, utilizam o termo Público-Alvo da Educação Especial (PAEE). Porém, como defendido por Fonseca (2021), a educação deve atender a todos em suas especificidades e não apenas os estudantes elegíveis para a educação especial. Fonseca (2011, p. 24) afirma que a: “[...] escola deve voltar-se para a aprendizagem dos alunos e/ou determinados grupos socialmente excluídos e estigmatizados”. Conduzindo a questionamentos sobre a expressão “Público-Alvo”, Cristovam (2021) pontua que:

Convencionou-se usar o termo Estudantes Elegíveis aos Serviços da Educação Especial (EESEE) por constatar críticas em relação ao estudante ser considerado Público-alvo da Educação Especial (PAEE), a impressão que se tem é que na escola este conceito acaba contribuindo para demarcar que o aluno é da educação especial, tão somente, e não da classe comum, ou da escola como um todo. Assim, considerá-lo estudante da classe comum, mas nomeá-lo elegível para os serviços da Educação Especial, pode contribuir para amenizar esta concepção. (CRISTOVAM, 2021, p. 26)

Tal questionamento se legitima no texto sobre as Políticas de Educação Especial do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2021), em que se utiliza a expressão Estudantes Elegíveis aos Serviços da Educação Especial. Tal documento tem contribuições de nomes de destaque no campo da pesquisa sobre inclusão, como

Rosângela Gavioli Prieto, da Universidade de São Paulo - USP; Vera Lúcia Messias Fialho Capellini, da Universidade Estadual Paulista - UNESP e outros importantes pesquisadores da área. Com isso, notamos, mesmo que não oficialmente, uma movimentação a fim de atualizar a expressão, e assim referir-se convenientemente a esses sujeitos de direito, usuários dos serviços especializados de educação especial.

Nessa mesma tendência, temos o aumento de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) em salas de aula regulares, segundo dados do Instituto de Educação e Pesquisa Anísio Teixeira (INEP - 2019). Isso certamente amplia o desafio em promover a aprendizagem desses sujeitos, dadas as suas especificidades.

Suplino (2005) corrobora significativamente com propósito educacional no desenvolvimento dos estudantes com TEA, reforçando que as intervenções multifuncionais devem estar associadas ao atendimento educacional para que os avanços sejam mais efetivos.

Atualmente, é consenso (Schwartzman, Assumpção, Freire, Suplino, 2002) que, apesar de, na maioria das vezes, o tratamento da pessoa autista ou portadora de outro transtorno invasivo do desenvolvimento requerer a combinação de diferentes áreas (intervenção medicamentosa, tratamento fonoaudiológico, terapia ocupacional, fisioterapia, etc), a intervenção educacional tem papel decisivo na vida destas pessoas. (SUPLINO, 2005, p. 29)

Destarte, com tais colaborações, e de posse do conhecimento sobre as características que os sujeitos com TEA possuem, de acordo com (DSM - V, 2014), reflete-se sobre as suas condições de aprendizagem.

Em questão de aprendizagem, Fernandes (2006) afirma que ela é complexa para muitos estudantes na condição do TEA, devido às especificidades intelectuais, sensoriais e de comunicação, que são frequentes nesses sujeitos. O termo Espectro Autista já expressa as infinitas variações de características apresentadas por esses sujeitos, indo desde formas diferenciadas na aprendizagem até a habilidades extraordinárias.

Porém, Takinaga (2015, p. 52), fundamentado em Vygotsky (1978), relata que: “[...] as funções mentais humanas superiores são modificadas à medida que o indivíduo interage com o ambiente conforme projeções sociais e culturais”.

Sendo assim, há de se pensar em estímulos que favoreçam o desenvolvimento dessas funções mentais superiores, fundamentados nas especificidades desses alunos, como reforça Orrú (2019).

De acordo com (MELO, 2007, 2013), prognósticos indicam que a grande maioria dos casos de TEA são enquadrados como severos¹, enquanto outros, apresentam algum grau de independência, e uma minoria, quando adultos, serão totalmente independentes.

Pode-se notar em alguns estudantes na condição de TEA, a dificuldade de concentração, podendo também, apresentarem resistência a seguirem as rotinas comuns de sala de aula por longos períodos. Assim, para controlar seus impulsos, são demandadas metodologias, estratégias e recursos significativos, que atendam a acessibilidade em todos os sentidos, o que exige dos educadores criatividade, atenção, dedicação e delicadeza para lidarem com tais situações. Pois, conforme Ferreira, Cargnin e Frizzarini (2020, p. 289): “A educação para alunos com deficiência deve, portanto, assegurar currículo, métodos, técnicas e recursos educativos específicos para atender às suas necessidades”.

Contudo, as dificuldades ao atender um aluno com TEA são notórias, como constatado por Cordeiro, Resende e Thiengo (2017) em seus estudos a respeito da interação social no processo de ensino e aprendizagem de uma estudante em que esta característica é comprometida. Diante das dificuldades, Suplino (2005, p. 32), já afirma que se deve “[...] nos ater às possibilidades, alternativas, saídas criativas para que o ensino possa ser efetivado com êxito”.

Orrú (2019) compartilha da mesma opinião, sendo enfática ao afirmar que deve-se atentar-se que a dificuldade não está centrada na aprendizagem e sim no ensino, no qual é exigida a desconstrução da percepção de que todos aprendem da mesma forma e a aceitação de que modelos de ensino cristalizados há séculos necessitam ser atualizadas, de forma que permitam compartilhar com o aluno novas possibilidades de aprendizagem, priorizando os interesses apresentados por eles, principalmente alunos com TEA.

Walker e Borges (2020), ao estudar sobre ensino de matemática para aluno com TEA, apresentaram a complexidade envolvida nesse processo e revelaram, ainda, um reduzido número de estudos do tema no país, sendo concentrados no Ensino Fundamental, anos iniciais e finais; outro fato importante constatado é o uso de recursos mediadores que possibilitam uma aprendizagem mais significativa; os

¹ A classificação do autismo em leve, moderado e severo, deixou de ser utilizado com a edição do DSM – V (2014).

autores ainda relatam que a diversidade de recursos e metodologias também beneficia um número diversificado de estudantes com ou sem deficiência.

Os estudantes com TEA que apresentam formas diversificadas de aprendizagem de conteúdos da matemática (LEONARDO, 2020), úteis ao cotidiano, com a compreensão, podem ser favorecidos e vir a ter uma condição de autonomia e independência em suas atividades diárias, sendo um avanço significativo na qualidade de vida desses sujeitos. Para Walker e Borges (2020, p. 36), o domínio desses conteúdos são: “[...] indispensáveis para uma maior autonomia, bem como o direito a uma formação integral que garanta o exercício de sua cidadania”.

Diante do exposto, o ambiente educacional deve proporcionar condições de aprendizagem diversificadas por meio de estratégias e recursos que favoreçam a apropriação de conteúdos fundamentais de matemática (TAKINAGA 2015; CORDEIRO; RESENDE; THIENGO, 2017). Para além das diversas metodologias e práticas pedagógicas utilizadas nas últimas décadas, a inserção das Tecnologias Educacionais Digitais e Assistivas, torna-se cada vez mais presente no contexto escolar, possibilitando novas práticas de ensino e aprendizagem. Diversos autores, como Moran (1995; 2018), Lévy (1999), Valente (2002), Orrú (2003, 2019), Kenski (2002, 2010), Hummel (2012), Omote (2012), Yanaze (2012), Takinaga (2015), Galvão Filho (2016), Cordeiro, Resende e Thiengo (2017), Souza (2019), Welker e Borges (2020) e Fonseca (2021), corroboram a ideia de que a tecnologia deve ser utilizada como recurso para auxiliar na aprendizagem, para que esse processo se torne mais atrativo, intuitivo, significativo, interativo e, assim, possibilite aprendizados efetivos.

Destarte, o interesse pela temática do estudo do autor desta dissertação surgiu ao ter contato com o TEA, no ano de 2008, quando conheceu a esposa, à época, mãe de uma criança de quatro anos de idade que veio a ter confirmado o diagnóstico de TEA.

A partir desse contato constante no ambiente familiar e das demandas que surgiram, como tratamentos multifuncionais, engajamento em movimentos de ativismo em prol de políticas públicas que atendessem aos interesses das famílias e da pessoa com TEA e da necessidade pessoal de qualificação profissional - pois desde o ano de 2005 tem atuado na docência do ensino superior, surgiu a demanda na busca por uma pós-graduação *stricto sensu*, vindo assim a ter interesse em

programas com perfil alinhado à Educação Inclusiva, na qual houvesse a possibilidade de produzir conhecimento no sentido de favorecer o ensino e a aprendizagem de matemática para alunos com TEA, integrando o uso de recursos tecnológicos e gamificados.

A delimitação da temática de estudo ocorreu após pesquisas bibliográficas sobre o assunto e constantes observações diárias no seio familiar, onde notou-se o grande potencial que há nos *games* para serem explorados no ensino de matemática para sujeitos com TEA.

Foi constatado, na revisão bibliográfica, reduzido números de estudos e produtos projetados em ambientes imersivos de realidade virtual que sejam específicos para o público com TEA, e que se utilizam desse recurso tecnológico de Realidade Virtual (RV) para o ensino de matemática.

Outrossim, resultados apresentados em proficiência em matemática são insatisfatórios em sua grande maioria. Apresentamos como ilustração, na seção 3 deste trabalho, a avaliação da prova do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2019), que retrata níveis baixos de apropriação de conhecimento matemático por alunos do ensino regular. Sendo assim, abordar essa problemática na perspectiva do ensino de matemática para alunos com TEA se mostra relevante.

Com isso, surgem indagações quanto a métodos e recursos para promoção de apropriação do conhecimento matemático desses alunos. Neste trabalho nos atemos a uma em especial: como os Ambientes Imersivos de Realidade Virtual (AIRV) podem contribuir para atender às especificidades e aos interesses do aluno com TEA, auxiliando na aquisição dos conhecimentos básicos na área da matemática?

Tem-se como hipótese que os AIRV potencializam a concentração, dada a capacidade de capturar a atenção do usuário do ambiente físico, introduzindo-o em uma realidade controlada, na qual é viável neutralizar as possíveis interferências geradoras de fatores negativos à efetivação da aprendizagem proposta.

Em se tratando do TEA, pode-se, em um ambiente virtual, controlar fatores que estimulam a cognição, apresentando elementos que estejam relacionados ao foco de interesse desses sujeitos, os chamados hiperfocos, ou como Orrú (2019) retrata, “eixos de interesse”.

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo identificar como os Ambientes Imersivos de Realidade Virtual favorecem o ensino e aprendizagem de matemática

para alunos com TEA que não tenham se apropriado de conhecimentos matemáticos. Para tal, foi realizado um estudo junto a um participante que se encontra no 8º ano do ensino fundamental, e que está sendo acompanhado no Serviço Educacional Especializado (SEE) da Associação Pestalozzi de Anápolis - Unidade de Atendimento Especializado - Luciano Odair Sanches Borges, na cidade de Anápolis - Goiás.

A fim de atingir o objetivo primordial deste estudo, traçou-se os seguintes objetivos específicos: apontar os benefícios dos AIRV como ferramentas potencializadoras da aprendizagem; identificar os fatores que devem ser customizados ao aluno para atender suas individualidades, principalmente na aquisição de conhecimentos fundamentais em matemática.

A metodologia adotada para a realização do estudo consistiu nas abordagens da pesquisa descritiva, qualitativa e de campo. Os estudos bibliográficos e a pesquisa de campo permitiram elaborar de forma customizada uma reflexão sobre os desafios de aprendizagens usando o recurso de AIRV para a apropriação dos conhecimentos fundamentais de matemática por parte do participante da pesquisa.

Por fim, o estudo resultou no desenvolvimento de um produto educacional, com desafio de aprendizagem customizado, que apresenta conhecimentos fundamentais de matemática de maneira lúdica e adequada às particularidades do participante da pesquisa, utilizando o AIRV.

Esta dissertação está estruturada em oito seções. A introdução é constituída pela contextualização dos avanços de políticas públicas para inclusão, justificativa do estudo, problema, hipótese, objetivos e metodologia. A segunda seção apresenta-se um breve histórico da inclusão no Brasil e seus referenciais legais e teóricos; passando pela caracterização do TEA.

Na terceira, são apresentados os elementos curriculares que direcionam a abordagem do ensino de matemática aplicada ao nível oferecido ao participante da pesquisa. A seção ainda apresenta um exemplo de Currículo Funcional Natural como alternativa que direciona os procedimentos pedagógicos para EESEE.

Já na quarta seção, são abordados os temas que envolvem a tecnologia educacional, que é parte deste trabalho. Assim, discute-se como os recursos tecnológicos podem promover conhecimentos matemáticos em AIRV.

A quinta seção apresenta a metodologia aplicada para atingir o objetivo da pesquisa. E na sexta seção, é apresentado o delineamento do produto educacional,

detalhando-o e apresentando seus objetivos, contribuições e desenvolvimento, buscando identificar os caminhos pelos quais são possíveis apresentar conhecimentos matemáticos de forma customizada, traçando um meio que desenvolva, no aluno com TEA, a concentração necessária para a internalização de aprendizados de matemática. A sétima seção está reservada para as discussões dos resultados e, na oitava seção, as considerações finais desta pesquisa.

2 TESSITURAS DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA NO BRASIL

Os debates envolvendo a preocupação sobre justiça social visando o desenvolvimento pleno de todas as pessoas no campo da educação, começou a ser desenhado já na promulgação da Declaração Universal dos Direitos Humanos, logo após a Segunda Guerra Mundial em 1948. A Declaração apresenta o seguinte conteúdo em seu Art. 26:

1. Todos os seres humanos têm direito à educação. A educação será gratuita, pelo menos nos graus elementares e fundamentais. A educação elementar será obrigatória. A educação técnica-profissional será acessível a todos, bem como a educação superior, está baseada no mérito.
2. A educação será orientada no sentido do pleno desenvolvimento da personalidade humana e do fortalecimento do respeito pelos direitos humanos e pelas liberdades fundamentais. A educação promoverá a compreensão, a tolerância e a amizade entre todas as nações e grupos raciais ou religiosos, e coadjuvará as atividades das Nações Unidas em prol da manutenção da paz.
3. Os pais têm prioridade de direito na escolha do gênero de educação que será ministrada aos seus filhos. (ONU, 2020, p. 6)

Com base nessas orientações, foram estendidos os debates que geraram legislações no âmbito nacional, pois o Brasil é signatário desse documento que tem como uma de suas prioridades, a universalização da educação básica. Assim, a edição da Constituição Federal de 1988 fundamenta-se no que está previsto nas orientações da ONU sobre os direitos humanos, como vemos no Art. 3º:

Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil:
 I – construir uma sociedade livre, justa e solidária;
 II – garantir o desenvolvimento nacional;
 III – erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais;
 IV – promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação. (BRASIL, 1988, p. 1)

Nota-se a preocupação dos legisladores em promover uma sociedade igualitária no âmbito geral das relações socioeconômicas, fundamentando caminhos para que seja refletida tal percepção também no campo educacional, como previsto no “Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”; e Art. 208, que aborda a segurança jurídica, orientando documentos como a Lei Nº

7.853/89 – que discorre a respeito da integração social da pessoa com deficiência em todos os âmbitos: educacional, saúde, formação profissional e trabalho, recursos humanos e edificações (BRASIL, 1989) – e também a Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, LDB Nº 9394/96.

Cabe ressaltar que a trajetória da escolarização no Brasil foi muito precária por séculos devido a diversas razões ligadas, em alguns momentos, ao perfil agrário que o país possuía até meados do século XX, como apontam Kassar e Rabelo (2018). Além disso, os autores abordam a importância de pesquisadores pioneiros no campo da História da Educação Especial no Brasil listando personalidades relevantes nessa área:

Lemos (1981), Jannuzzi (1985) e Bueno (1991), além do mérito da originalidade da temática em que se envolveram, abriram caminhos para que outros pesquisadores pudessem se ater a aspectos mais específicos da História da Educação Especial no país. (MULLER, 1998; RAFANTE, 2006; JANNUZZI; CAIADO, 2013, *apud* KASSAR; RABELO, 2018, p. 53)

Contudo, a preocupação com a educação inclusiva vem sendo amadurecida desde o período colonial, pois há registros de criação de instituições filantrópicas destinadas a cuidados dos excepcionais² no período imperial, como relatado por Jannuzzi (2004).

No documento apresentado pelo Ministério da Educação, em 2008, para a criação da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008) é apresentada uma delimitação importante dos marcos históricos da educação especial, como segue:

No Brasil, o atendimento às pessoas com deficiência teve início na época do Império com a criação de duas instituições: o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, em 1854, atual Instituto Benjamin Constant – IBC, e o Instituto dos Surdos Mudos, em 1857, atual Instituto Nacional da Educação dos Surdos – INES, ambos no Rio de Janeiro. No início do século XX é fundado o Instituto Pestalozzi - 1926, instituição especializada no atendimento às pessoas com deficiência mental; em 1954 é fundada a primeira Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – APAE e; em 1945, é criado o primeiro atendimento educacional especializado às pessoas com superdotação na Sociedade Pestalozzi, por Helena Antipoff. (BRASIL, 2008, p. 2)

Com os avanços nos campos da pedagogia, da psicologia, da psiquiatria e demais áreas, que diretamente ou indiretamente estão ligadas à educação, foi

² Termo usado pela autora à época para indicar pessoas com deficiência.

possível vislumbrar uma perspectiva mais humanística, trazendo à luz concepções que buscam quebrar paradigmas, levando a educação inclusiva a uma condição de direitos garantidos a todos os sujeitos.

Assim, nota-se que a Educação Inclusiva começa a ser percebida para além da Educação Especial, rompendo com a concepção médica, fortemente vinculadas há condições apresentadas por pessoas que solicitam tais serviços. Os textos legais que regulamentam o campo educacional começam a destacar a importância de priorizar uma educação capaz de promover a emancipação do educando, assegurando-lhe o acesso, permanência e apropriação dos conhecimentos estruturados nos currículos escolares.

Jannuzzi (2004) e Mazzotta (2005) realizaram estudos retratando o contexto histórico das abordagens educacionais no Brasil, apresentando registros importantes sobre sua trajetória, na qual se pode evidenciar os focos sobre a abordagem médico-pedagógica e psicopedagógica, como apresentado por Mendes (2010).

Com essas abordagens, o sistema educacional começa a focar nas especificidades que tangem às funções pedagógicas. Nesse contexto, cada vez mais os perfis dos educandos vão sendo evidenciados dentro de uma concepção que atenda às necessidades da transformação pela qual o país passa com a industrialização. “O processo de industrialização do país e as mudanças na organização urbana daí decorrentes trazem impactos evidentes para a política educacional” (KASSAR; RABELO, 2018, p. 53).

Assim, no Brasil, algumas legislações foram sendo editadas para atender às demandas específicas. Por exemplo, para as pessoas cegas, destaca-se a Lei Nº 7.853/1989, que trata de questões de acesso ao trabalho e à educação dessas pessoas.

Com a perspectiva de universalização da educação, surgiram, a nível global, novas demandas que foram acrescentadas ao discurso de agências da ONU, como UNICEF e UNESCO. Elas produziram encontros dos quais surgiram diretrizes importantes para a construção de uma educação focada na diversidade e na inclusão, como o ocorrido na cidade de Jomtien, Tailândia – 1990, promovido pelo UNICEF, com preocupação especial em fatores ligados à evasão escolar, como vemos a seguir:

A Conferência Mundial de Educação para Todos, Jomtien/1990, chama a atenção para os altos índices de crianças, adolescentes e jovens sem

escolarização, tendo como objetivo promover transformações nos sistemas de ensino para assegurar o acesso e a permanência de todos na escola. (BRASIL, 1990, p. 3)

Com preocupações também voltadas para universalização, permanência e qualidade da educação, ocorreu em Salamanca, Espanha – 1994, promovida pela UNESCO, outra reunião, que foi intitulada Conferência Mundial de Necessidades Educativas Especiais: Acesso e Qualidade. Nessa conferência, foi produzida a Declaração de Salamanca e os países signatários se comprometeram a cumprir várias metas, como observa-se nas orientações a seguir:

O princípio que orienta esta Estrutura é o de que escolas deveriam acomodar todas as crianças independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras. Aquelas deveriam incluir crianças deficientes e superdotadas, crianças de rua e que trabalham, crianças de origem remota ou de população nômade, crianças pertencentes a minorias linguísticas, étnicas ou culturais, e crianças de outros grupos desvantajados ou marginalizados. (UNESCO, 1994, p. 3)

Acompanhando as tendências internacionais, o Brasil segue legislando na busca por atender algumas demandas específicas, como é o caso das pessoas surdas, que têm algumas demandas atendidas pela Lei Nº 10.098/2000 no seu Art. 18.

Em sequência, as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, Resolução do Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Básica, CNE/CEB nº 2/2001, reforça a universalização das matrículas e a necessidade de adequação das unidades escolares, estabelecendo que:

Art 2º. Os sistemas de ensino devem matricular todos os estudantes, cabendo às escolas organizarem-se para o atendimento aos educandos com necessidades educacionais especiais, assegurando as condições necessárias para uma educação de qualidade para todos. (MEC/SEESP, 2001, p. 1)

Já a legislação específica para os surdos foi ampliada com a Lei Nº 10.436/2002 e atualizada como o Decreto Nº 5.626/2005.

Com essas recomendações, surgiram reformas no âmbito nacional, alterando substancialmente a estrutura legal existente, como foi o caso da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) a saber:

O movimento mundial pela educação inclusiva é uma ação política, cultural, social e pedagógica, desencadeada em defesa do direito de todos os estudantes de estarem juntos, aprendendo e participando, sem nenhum tipo de discriminação. A educação inclusiva constitui um paradigma educacional fundamentado na concepção de direitos humanos, que conjuga igualdade e

diferença como valores indissociáveis, e que avança em relação à ideia de equidade formal ao contextualizar as circunstâncias históricas da produção da exclusão dentro e fora da escola. (BRASIL, 2008, p. 1)

Nesse contexto, as políticas apresentadas tinham como objetivo atingir uma inclusão plena indissociável e capaz de alcançar todos os alunos em suas individualidades, alterando orientações limitadoras em documentos anteriores, como a concepção de integração institucional. (PNEE, 1994).

Com a edição do PNEE (2008), nota-se, de acordo com Fonseca (2021), a necessidade de implementação de melhorias focadas nas formações iniciais e continuadas dos professores, gestores, equipe pedagógica e demais profissionais envolvidos diretamente no ambiente escolar, a fim de cumprir as metas estabelecidas nesse documento.

No caso da pessoa com TEA, foi elaborada, também, uma legislação específica, a Lei Nº 12.764 de 27 dezembro de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. Essa lei definiu importantes garantias no âmbito educacional, como o que trata no:

Art. 3º São direitos da pessoa com transtorno do espectro autista:

IV - o acesso:

a) à educação e ao ensino profissionalizante;

Parágrafo único. Em casos de comprovada necessidade, a pessoa com transtorno do espectro autista incluída nas classes comuns de ensino regular, nos termos do inciso IV do art. 2º, terá direito a acompanhante especializado. (BRASIL, 2012, p. 1-2)

Dessa forma, podemos observar que a lei estabelece garantias quanto ao acesso a tratamentos médicos e multifuncionais para as pessoas com o Transtorno de Espectro Autista. Um importante ponto a ser destacado nessa lei foi que o TEA passou a ser caracterizado como deficiência, conforme Art. 1º, parágrafo § 1º, inciso I. Com tal enquadramento, os autistas passaram a ter acesso a garantias, como as previstas na Lei Nº 7.853/89.

Outra legislação que complementa as garantias legais, trata-se do estatuto da pessoa com deficiências, a Lei Nº 13.146 de 6 de julho de 2015. Essa lei institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, reafirmando em seu Art. 2º a condição de deficiência.

Uma atualização dada pela Lei Nº 13.977 de 8 de janeiro de 2020 sobre o que constava na Lei Nº 12764/2012, inclui a Carteira de Identidade da Pessoa com

Transtorno do Espectro Autista (CIPTEA), que poderá ser uma possibilidade de apresentar em números mais precisos a população que se encontra no espectro, projetando, assim, a expectativa de novas políticas em prol dessa comunidade.

Nota-se, em decorrência dessas ações legislativas, o crescimento da presença de EESEE nas salas de aulas comuns, como apontam dados do Instituto de Educação e Pesquisa Anísio Teixeira (INEP, 2021), o qual mostra que esse número atingiu 1,3 milhões de matrículas, sendo 246.769 alunos com diagnóstico de TEA. Esse relatório ainda apresenta a evolução da presença dos EESEE incluídos em sala de aulas comuns, que em 2020 atingiu 93,3%. Em decorrência de tais constatações quantitativas, deve se atentar à questão qualitativa dessa inclusão, pois práticas pedagógicas já cristalizadas não atendem essa demanda. Segundo Borges e Schmidt (2021, p. 3), “a presença dos alunos com TEA na escola, bem como a de outros alunos com deficiência, exige uma mudança na forma de conduzir o processo de ensino-aprendizagem”. Assim, exige novos posicionamentos do sistema educacional, no sentido de promover qualificação profissional e inovações em recursos e metodologias para atender com qualidade esse público com especificidades acentuadas.

Isso posto, aponta-se que, legalmente, já existe base mínima para a implementação de práticas inclusivas eficientes, mas para que se efetivem, deve-se atentar às especificidades dos alunos, algo que ainda não foi presenciado em sua plenitude. Como lembra Fonseca (2021, p. 25):

Muito há para se fazer para que todos os estudantes sejam educacionalmente atendidos de forma igualitária e tenham respeitadas suas condições únicas. Entretanto, cabe destacar que a sociedade, em sua forma atual de organização, estabelece padrões de comportamentos impondo o que é socialmente aceito, não acolhe a individualidade do ser humano, seu jeito de ser, pensar, viver, conviver, agir e aprender, independentemente se apresenta alguma deficiência ou não, ou seja, não garante a igualdade e equidade destas pessoas.

Portanto, justifica-se a necessidade de apresentar estudos, recursos, e metodologias, ou seja, ações que na prática promovam tais condições que solicitam os argumentos acima citados. Fonseca (2021) enfatiza que não basta acesso e permanência dos alunos com deficiência ao sistema educacional, é necessário que haja também sucesso na aprendizagem, sendo este o aspecto mais desafiador. Nesse sentido, serão apresentadas a seguir algumas das características comuns dos estudantes na condição do TEA, com o propósito de melhor compreender as suas

especificidades e, assim, propor, no decorrer deste trabalho, contribuições que minimizem as constatações que a autora supracitada apresenta.

2.1 CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES NOS ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

A etimologia do termo “Autismo” tem origem grega: “autos” significa “si mesmo”, enquanto “ismo” representa “disposição” (MACHADO, 2014; SOUSA, 2004). Os primeiros estudos a respeito do TEA datam do ano de 1906, como apresentam Silva (2017) e Dias (2015). “O termo ‘autismo’ foi cunhado em 1906 pelo psiquiatra Plouller, quando estudava o processo de pensamento de pacientes com diagnóstico de demência” (SILVA, 2017, online). Logo em seguida, conforme apresentado por Marfinati e Abrão (2014) e Dias (2015), tem-se as contribuições dos estudos do psiquiatra suíço Eugen Bleuler (1911), que estudou o tema voltando a atenção para a esquizofrenia infantil, que buscou desmistificar a ligação que até então era dada à demência. Com isso, o autismo veio a ter sua caracterização pelo Dr. Leo Kanner, em 1943, que realizou estudos com 11 (onze) crianças com características que hoje são descritas por Transtornos do Espectro Autista.

Da mesma forma, também é reconhecida a contribuição dos estudos do Dr. Hans Asperger (1944), que focou outros aspectos também presentes em crianças com o mesmo perfil de esquizofrenia infantil, o que gerou a denominação de síndrome de Asperger a indivíduos que se destacavam em determinadas áreas de forma extraordinárias, porém, mantinham características como dificuldades de socialização e movimentos estereotipados, que são clássicos no TEA. Suplino (2005, p. 18) retrata como à época a síndrome foi caracterizada:

A síndrome de Asperger foi considerada como um autismo de alto nível dentro do espectro autístico proposto por Wing em 1988 (ASSUMPÇÃO JR, 2002), o que talvez tenha levado muitas pessoas nas décadas de 80 e 90 a classificá-lo como “autismo de alto funcionamento”. Atualmente, sabe-se tratar-se de um diagnóstico diferenciado, conforme define o DSM IV (1996).

Para Marfinati e Abrão (2014), desde o ano de 1798, existem estudos a respeito do TEA. Um dos exemplos é o emblemático caso do menino adolescente encontrado na floresta no Sul da França, conhecido como Victor de Aveyron, que despertou o interesse do médico Philippe Pinel. Esse caso passou a ser estudado, em seguida,

por Jean Marc Gaspard Itard. Ainda, Marfinati e Abrão (2014) afirmam que houve contribuições de Édouard Séguin, Alfred Binet, Théodore Simon e muitos outros para pavimentar o conhecimento, levando à categorização feita por Leo Kanner e Hans Asperger.

A partir de então, vêm se desenvolvendo muitas pesquisas sobre o que hoje é conhecido como TEA, visando investigar suas causas e modelos de intervenções, a fim de reduzir comportamentos considerados socialmente inadequados, para uma melhoria significativa na qualidade de vida desses sujeitos.

Quanto às causas, de acordo com o Manual Estatístico de Doenças - DSM - V (2014), elas podem ser genéticas, neurológicas e neuropsicológicas. O fato confirmado é que a ocorrência é maior no sexo masculino. A ocorrência também vem sendo motivo de atenção, pois “a prevalência de TEA em crianças de 8 anos nos Estados Unidos aumentou de 1/150 no ano de 2000, para 1/88 em 2008 e 1/68 no ano de 2012. No Brasil, em 2010, a estimativa foi de 500 mil autistas, como aponta o estudo apresentado por Almeida (2018, p. 73).

Sendo assim, verifica-se, de acordo com Almeida (2018), que o crescimento de casos é significativo no estudo apresentado, entretanto, no âmbito nacional, até o momento, não foram realizados novos levantamentos oficiais pelo governo que atualizem informações concretas quanto à ocorrência de casos de TEA no país.

Contudo, é importante ressaltar que tais números são relevantes na definição de políticas públicas que atendam às especificidades que essa população possui e não devem ser negligenciados pelos órgãos públicos e seus representantes.

Quanto à caracterização, Mello (2007, p. 16) afirma que “este transtorno se caracteriza pelo comprometimento qualitativo na comunicação, interação social e imaginação”. O DSM - V (2014) apresenta de forma mais detalhada e atualizada a caracterização, unificando alguns transtornos, antes diagnosticados separadamente, que passaram a fazer parte do TEA, além de atribuir níveis de enquadramento de acordo com a gravidade, segundo o qual é definido os apoios que o sujeito com TEA pode precisar, sendo eles: a) Nível 1 - Exigindo apoio, b) Nível 2 - Exigindo apoio substancial e c) Nível 3 - Exigindo apoio muito substancial. Nos níveis 2 e 3 são comuns déficits graves nas habilidades comunicacionais verbais e não verbais, bem como inflexibilidades de comportamentos com sofrimentos e dificuldades nas mudanças de foco e ações. Nota-se, com essa definição atualizada, o quão complexa

é a condição do TEA.

Dessa forma, essas diversidades de níveis e suas especificidades são evidenciadas, especialmente, quando esses sujeitos chegam no ambiente escolar e são submetidos a situações às quais dificilmente seriam submetidos apenas no convívio com o núcleo familiar.

Tendo em vista que as instituições de ensino comumente estão preparadas para os ditos “alunos médios” (BORGES; SCHMIDT, 2021, p. 2), surgem as dificuldades de se atender esses alunos, posto que no método de ensino no qual o aluno deve se enquadrar ao sistema educacional e a seus currículos em “tamanho único” (KATZ, 2013, p. 34) certamente alunos com tais especificidades não serão atendidos adequadamente.

De modo que, no campo da aprendizagem, especificamente em se tratando da escolarização de alunos com TEA, os desafios são consideráveis, pois as especificidades na comunicação, socialização e comportamental apresentadas por esses indivíduos desafiam professores e equipes multifuncionais (médicos, terapeutas e professores de apoio especializado). Mas é preciso ater-se aos potenciais que esses sujeitos apresentam, pois: “[...] embora haja limitações e inabilidades, antes de ser autista³, esse indivíduo é um ser humano” (ORRÚ, 2003, p.1).

SCHWARTZMAN, *et. al.* (1995), Duarte *et al.* (2015), afirmam que as pessoas com TEA apresentam alterações neurobiológicas, comprometimentos na linguagem verbal e dificuldades em interações sociais, características que comprometem a capacidade de aprendizagem devido a fatores ligados a jogos simbólicos, criatividade, originalidade, atenção e reações lentas a novos estímulos.

Contudo, esses sujeitos preservam características surpreendentes, como aponta Grandin (2015), ao relatar que o recurso de associar informações à imagem é algo muito presente no processo de memorização e aprendizagem usado por pessoas com TEA. É muito relevante considerar essa afirmação, dado que a autora está no espectro e possui relevantes produções científicas que corroboram esse apontamento.

Ainda segundo Duarte *et al.* (2015), outros fatores relacionados às habilidades

³ Termo utilizado à época.

de aprendizagem estão associados à hipersensibilidade sensorial, sendo atípicos processos sensoriais da visão, audição e tátil. Tais indicações dos autores requerem atenção dos envolvidos ao preparar atividades educacionais para esses sujeitos, pois esses fatores afetam a concentração para o desenvolvimento exitoso. Nesse sentido, deve-se evitar a sobrecarga sensorial que leva até mesmo a comportamentos disruptivos⁴ (GUPO CONDUZIR, 2018), interferindo significativamente na organização da atividade proposta.

Nos estudos de Duarte *et. al.* (2015), são apontadas observações quanto às habilidades acadêmicas, as quais se concentram na compreensão e interpretação de texto, podendo apresentar prejuízos. Contrapondo a essas manifestações, nota-se que habilidades como de leitura dinâmica, soletração e tarefas computacionais se mantêm preservadas.

Portanto, para que seu acesso e apropriação aos conhecimentos acadêmicos seja proeminente, deve-se dar atenção, de acordo com Suplino (2015) e Orrú (2019), a temas diretamente ligados ao desenvolvimento de habilidades conservadas nesses alunos.

A seguir, serão feitas reflexões sobre currículos, abordando as recomendações atualmente disponíveis para o ensino de matemática, de acordo com a proposta da Base Nacional Comum Curricular e pesquisas voltadas a esse propósito, com abordagens que se mostraram apropriadas a alunos com TEA.

⁴ Disruptivos: topograficamente, o que se chama aqui de comportamentos disruptivos são respostas indesejadas emitidas pelas crianças, como as birras (se jogam no chão, gritam, choram), agressões (agridem os pares ou figuras de autoridade), auto lesivos (batem a cabeça, se mordem), estereotípias (respostas repetitivas com função auto estimulatória), entre outras. Esses comportamentos indesejados podem afetar o aprendizado, a interação social, o bem-estar e a saúde das crianças com autismo. Disponível em: <https://www.grupoconduzir.com.br/comportamentos-disruptivos/> . Acesso em: 06 fev. 2022.

3 O ENSINO DE MATEMÁTICA: APONTAMENTOS CURRICULARES PARA O ATENDIMENTO DOS ALUNOS COM TEA

Quando se fala em escolarização, vários desafios são encarados para que se consiga proporcionar aprendizado de qualidade aos alunos, visto que realidades diversas se apresentam a todo momento, os desafios por sua vez colocam em questionamento as práticas e metodologias há tempos empregados, muitas vezes, desconexos do contexto e interesse dos alunos. Nunes e Madureira (2015) sintetizam o que preconiza a Declaração de Salamanca (1994), ao destacar a importância de que a escola, e a pedagogia em si, estejam centradas no aluno. E para isso, há de se enfatizar a formação inicial e continuada dos professores, focada no desenvolvimento de práticas educativas inclusivas.

Em contrapartida, os planejamentos burocráticos sem constatação de eficiência, nos quais tabelas, fichas e planilhas devem ser preenchidas a fim de cumprirem protocolos, consomem preciosas horas, pois “[...] os professores ficam prisioneiros da própria burocracia pedagógica, sobrando muito pouco tempo para pensar, planejar e executar as principais atividades de ensino” (GARCIA, 2020, s/p).

Nesse contexto, fatores primordiais são negligenciados pelos que exercem a gestão dos órgãos responsáveis por balizar a educação no país. Para Rizo (2020, p. 7), “[...] as escolas brasileiras mostram-se não serem concebidas pela pedagogia, mas sim pela burocracia”. Muito dessa energia poderia ser canalizada para estratégias que são frutos de investigação científica e não estão sendo implementadas. E assim, poderia haver melhorias reais, que revertessem os resultados das avaliações de proficiência.

Numa dessas avaliações, a prova do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), em 2019, apresentou os resultados das avaliações aplicadas em 2018. Os resultados não foram nada satisfatórios para os conhecimentos matemáticos, pois:

[...] 68,1% dos estudantes brasileiros estão no pior nível de proficiência em matemática e não possuem nível básico, considerado como o mínimo para o exercício pleno da cidadania. Mais de 40% dos jovens que se encontram no nível básico de conhecimento são incapazes de resolver questões simples e rotineiras. (BRASIL, 2019, p. 1)

Os dados apresentados alertam para a mudança de postura quanto às metodologias utilizadas no ensino de matemática, solicitando que sejam implementadas adaptações, técnicas e ações efetivas de promoção da aprendizagem, que atenda equitativamente a universalização da aprendizagem.

Mesmo com o governo já desenvolvendo algumas ações na tentativa de trazer impactos positivos para essa realidade, por meio do Decreto da Presidência da República Nº 6094/2007, que estabeleceu o Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, com propósito de corrigir carências no sistema educacional, estabelecendo focos na aprendizagem, nota-se que tais providências ainda não surtiram efeitos satisfatórios na atualidade.

Seguindo essas orientações, segundo Neves e Peixoto (2020), tem-se, na Lei Brasileira da Inclusão (2015), contribuições significativas que orientam quanto à necessidade de adaptação razoável, metodologias e técnicas pedagógicas, bem como a formação inicial e continuada dos professores para efetivação da inclusão.

Diante desse cenário, torna-se inevitável refletir sobre a problemática, a fim de propor novas estratégias, possibilitando a efetivação do aprendizado de matemática pelos alunos com TEA ou sem deficiência que apresentem dificuldades nessa componente curricular.

A propósito, se para os alunos considerados neurotípicos⁵, o aprendizado de raciocínio lógico matemático e suas abstrações têm tido baixo desempenho, conforme evidenciam os resultados do PISA (2019), o alunos com TEA que apresentam dificuldades para abstrações e encadeamento lógicos podem ser ainda mais prejudicados, pois alguns alunos, devidos as especificidades apresentadas podem exigir atenção quanto ao atendimento educacional, assim não pode-se permitir generalizações, que leve a uma unificação das metodologias e técnicas utilizadas a estes sujeitos.

Além disso, Júnior e Moreira (2021, p. 2) enfatizam que: “O modelo tradicional de educação é baseado na comunicação verbal e na relação interpessoal do professor

⁵ Pessoas neurotípicas (ou típicas) são aquelas que não possuem problemas de desenvolvimento neurológico. Podemos chamá-las também de não autistas. Já as pessoas neuroatípicas (ou atípicas) lidam com diferentes alterações relacionadas ao desenvolvimento neurológico. As pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) fazem parte do grupo de pessoas atípicas. Disponível em: <https://autismoerealidade.org.br/>. Acesso em 06 fev. 2022.

e aprendente”. E concluem que o modelo não favorece a aprendizagem desses alunos em decorrência de suas especificidades oriundas do TEA.

Refletindo sobre o ensino e aprendizagem de matemática dos alunos com TEA, é importante que os professores tenham formação que promova o atendimento à diversidade de alunos que estão presente nas escolas, fortalecendo a articulação teórico prática, possibilitando ampliar o domínio de metodologias, estratégias, recursos diversificados, bem como possam desenvolver a sensibilidade no acolhimento e atendimento dos alunos que solicitam a utilização de linguagens diferenciadas, além de formas próprias de abstração. Segundo Hummel (2012), a Educação Inclusiva é benéfica para alunos elegíveis à educação especializada e para os professores, dada a oportunidade de desenvolverem habilidades, de explorar o trabalho colaborativo e compartilhar experiências com equipes multidisciplinares.

Ferreira, Cargnin e Frizzarini (2020, p. 7) concordam com essa posição, pois “apesar da importância, o tema TEA ainda é pouco debatido no âmbito da formação de professores, seja na formação inicial ou continuada”. De igual modo, os apontamentos da pesquisa de Bruniera e Fontanini (2017) já indicam a falta de pesquisas no campo da matemática relacionadas à condição do TEA.

A preocupação é pertinente, pois, ao se avançar em pesquisas focadas na Educação Inclusiva, todos os alunos são beneficiados, já que, assim, atende-se ao princípio do termo inclusão, em vista de que serão desenvolvidos recursos, técnicas e conhecimento que serão benéficos a todos os alunos de uma sala de aula regular. Como evidenciado em Hehir (2016):

Várias revisões recentes demonstram que, na maioria dos casos, os impactos sobre alunos sem deficiência que são escolarizados em uma sala de aula inclusiva são neutros ou positivos. Em 2007, pesquisadores da Universidade de Manchester, na Inglaterra, fizeram uma análise sistemática de um conjunto de estudos que focaram no que acontece com alunos sem deficiência em salas de aula inclusivas. Baseados na pesquisa de 26 estudos conduzidos nos Estados Unidos, na Austrália, no Canadá e na Irlanda, os autores descobriram que grande parte (81%) dos alunos sem deficiência que estavam na mesma sala de aula de estudantes com deficiência não sofreu prejuízo (58% dos estudos) ou até obtiveram efeitos positivos (23% dos estudos) sobre o seu desenvolvimento acadêmico. (KALAMBOUKA; FARRELL; DYSON; KAPLAN, 2007 *apud* HEHIR *et. al.* 2016, p. 7).

Fica evidente a necessidade de avanços em políticas que contemplem a diversidade e as especificidades apresentadas ao abordar a universalização da educação com equidade, pois o estudo supracitado afirma sobre ganhos nos

desenvolvimentos acadêmicos, além disso, há ganhos psicossociais importantes a considerar nesse ambiente de convívio com diferentes realidades. Aydos (2014, p. 2) lembra que: “[...] tais políticas de inclusão das pessoas com deficiência ocorrem no bojo de um processo mais amplo de construção da democracia e de exercício da cidadania na sociedade contemporânea [...]”.

Tais apontamentos estão de acordo com as propostas de melhoria da educação que foram estabelecidas em convenções mundiais das quais o Brasil é signatário, como a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (2016), que determina a garantia de que “as pessoas com deficiência possam ter acesso a um ensino fundamental e médio inclusivo, de qualidade e gratuito, em igualdade de condições com os outros e na comunidade em que vivem”. (HEHIR *et al.* 2016, p. 4).

Nesse contexto, quando se aborda a necessidade de haver o desenvolvimento pleno dos alunos (PAGANELLI, 2017), há de se considerar múltiplas formas de provocar estímulos intencionais que conduzam a novas perspectivas e ainda diversificar com criatividade as situações de aprendizagem, como já postulado na LDB Nº 9394/96, quando orienta no art. 59 que “os sistemas de ensino devem assegurar currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específica para atender às suas necessidades”.

Frizzarini, Cargnin e Aguiar (2018) destacam a importância de estar atento aos comportamentos e acompanhando as atitudes dos alunos com TEA, não só em relação à matemática, mas em aspectos gerais, a fim de que possam ser estabelecidas estratégias e recursos que atendam a suas especificidades, o mesmo é afirmado por Orrú (2019).

Para tanto, há de se refletir sobre o quê, como e porque ensinar, principalmente a alunos com TEA, de maneira significativa e promovendo apropriação, além de dedicar igual atenção quanto à avaliação desses alunos, como orientam os documentos do MEC sobre Estratégias para a Educação de Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (2003), e quanto à organização do currículo para a educação especial, na medida em que “[...] pode ser visto como um guia sugerido sobre o quê, quando e como ensinar; o que, como e quando avaliar ” (BRASIL, 2003, p. 32).

Nesse sentido, são necessárias orientações assertivas, o que requer a criação

de currículos mais adequados. A afirmação de Lima (2021, p. 5) corrobora tais argumentos: “A inclusão escolar deve ser decorrente de uma prática acolhedora, tendo como visão uma escola única e que transforme o aprendizado de todos”.

Assim, Sacristàn (2013, p. 17) orienta que a concepção de currículo, “[...] é uma seleção organizada dos conteúdos a aprender, os quais, por sua vez, regulam a prática didática que se desenvolve durante a escolaridade”.

No intuito de caracterizar essa seleção, busca-se, na atual orientação dada pela BNCC, conhecer como estão estruturadas e apresentadas as competências que os alunos devem desenvolver ao longo de sua escolaridade, identificando, especificamente, o componente curricular de matemática proposto para estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental, tendo em vista os objetivos deste trabalho.

Em suma, nota-se que não há na BNCC novidades quanto a uma atenção pontual às práticas inclusivas que se destaque perante as demandas atuais, o que sinaliza o tema como algo que requer preocupação.

Nesse cenário, é necessária uma abordagem mais adequada às singularidades apresentadas pelas pessoas com deficiências, destacando aqui, as deficiências cognitivas, objeto deste trabalho. Assim, abordando a matemática, enfatiza-se que:

Na elaboração do currículo, contextualizar o trabalho com esta habilidade exige orientar práticas distintas em função do significado numérico que se deseja explorar. Para quantificação, é possível propor jogos, fazer coleções de objetos, explorar problemas de contagem de objetos do cotidiano, entre outras ações. (BRASIL, 2018, s/p)

Nesse sentido, ao abordar o ensino de matemática para alunos com TEA, independentemente de sua idade cronológica, considerando os que apresentam formas diferentes de aprendizagem nessa área, as orientações que estão sendo apresentadas são recomendadas por especialistas em Educação Especial, haja vista que, de acordo com Lima (2021, p. 2), “o currículo escolar dentro de uma escola inclusiva necessita romper com as inúmeras práticas excludentes e as concepções pedagógicas que buscam o conservadorismo”.

Mas não há garantias, nos textos da BNCC aqui estudados, que essas orientações efetivem a inclusão e a aprendizagem dos alunos com TEA presentes em sala comum. Assim, é apresentada uma ponderação de Lima (2021, p. 1), que compara a BNCC e os Parâmetros Curricular Nacional (PCN), e afirma que: “[...] os PCNs trazem maior colaboração aos educadores do que a BNCC [...]”. Não serão

aprofundadas as indicações dos PCNs no momento, por se entender que o documento que na atualidade deve ser seguido pelas escolas é a BNCC.

Com isso, ao olhar para as indicações da BNCC, nos pergunta-se: são suficientes para atender às especificidades dos alunos com TEA? Como proporcionar um atendimento educacional satisfatório a alunos que apresentam comprometimentos significativos no comportamento, comunicação e na cognição? Como tornar significativo tais conhecimentos acadêmicos a alunos com TEA?

Complementa-se, ainda, de acordo com Brito (2013, p. 10), que: “(...) os perfis irregulares das habilidades e dos déficits são características bem documentadas nos alunos com autismo”, gerando, assim, um descompasso entre cronologia de idade e suas habilidades previstas nos currículos padronizados (ROSSIT, GOYOS, 2009), de modo que não há como considerar que um adolescente que apresente dentre as comorbidades do TEA, formas diferenciadas na aprendizagem de matemática já tenha adquirido e domine conhecimentos abordados nas fases de escolarização anteriores às que se encontram, inviabilizando, assim, o atendimento pleno das recomendações curriculares previstas na BNCC.

Nesse sentido, a proposta é que sejam desenvolvidos currículos pensados nas especificidades desses alunos que priorizem sua inserção na sociedade e no aprimoramento de Atividade da Vida Diária (AVD), com intencionalidade de promoção de suas aptidões e eixos de interesse (Orrú, 2019), suscitando que existam propostas individualizadas, detectadas nas abordagens apresentadas a seguir.

3.1 CURRÍCULO FUNCIONAL NATURAL

A promoção de conhecimento é cercada de sensibilidade, compromisso, empatia, conhecimento técnico e pedagógico, gerando um clima propício ao desenvolvimento acadêmico dos alunos, ou seja, “O ambiente escolar necessita ser cercado de diversidade e respeito para com todos os educandos, ou seja, os professores necessitam utilizar-se de práticas pedagógicas que trabalhem o processo inclusivo em sala de aula”. (LIMA, 2021, p. 2).

Para tanto, Suplino (2005) apresenta uma proposta curricular, construída nos Estados Unidos, já no início da década de setenta do século passado, elaborada inicialmente para alunos sem necessidades educacionais especiais, na faixa etária de

quatro a cinco anos, que levassem a desenvolver na criança habilidades que as possibilitassem atuação efetiva no ambiente de forma independente. Diante do potencial apresentado pela proposta, ela passou a ser utilizada para a educação de alunos com alguma Necessidade Educacional Especial (NEE).

A proposta de LeBlanc (1990), criadora desse currículo, segue os seguintes norteadores.

- 1) estabelecimento de metas do comportamento pertinentes ao desenvolvimento da criança dentro do seu ambiente (isto é, decidindo que comportamentos aumentar e quais diminuir para o desenvolvimento ótimo da criança);
- 2) melhorar as condições e procedimentos de ensino para favorecer o processo de aprendizagem (decidir que técnicas usar para realizar mudanças de comportamento e aprendizagem de novas habilidades);
- 3) avaliar constantemente a efetividade destes procedimentos (mediante a avaliação do comportamento durante o processo de ensino). (SUPLINO, 2005, p. 33).

Como Suplino (2005) relata, esse modelo, foi adaptado para alunos com autismos⁶ na década de 1980, e no ano de 1990 a Dra. LeBlanc passou a usar o termo Currículo Funcional Natural (CFN), que mais tarde veio a ser denominado de Currículo para a vida, trazendo como objetivo a independência e a produtividade dos alunos e sua aceitação na sociedade.

Para Suplino (2005), há preocupações importantes quanto às pessoas com TEA, pois em alguns casos a família sente falta de independência, que envolve autocuidado e autoproteção desses indivíduos. Já no tocante à escola, a preocupação é encontrar atividades que atendam às condições que eles apresentam, de forma a contemplar a relação idade do aluno e especificidades individuais.

Nesse sentido, LeBlanc (1992) postula que um currículo, para ser funcional, deve desenvolver as potencialidades das pessoas com deficiência e, assim, atender a três perguntas básicas: O que ensinar? Para que ensinar? Como ensinar? Entendidos, respectivamente, como os objetivos, os princípios norteadores, a filosofia e os procedimentos que balizam o atendimento educacional para alunos com comprometimentos significativos. Assim sendo, a autora conceitua o termo Funcional, nesse contexto, como sendo a habilidade necessária para viver a vida de uma forma exitosa. Já em relação ao termo Natural, ele está relacionado ao ato de ensinar.

⁶ Termo utilizado à época.

De acordo com Suplino (2005, p. 35), a proposta do CFN vai muito além das AVD, pois envolve “[...] toda e qualquer habilidade que a pessoa necessitará para ter êxito na vida, estar melhor adaptado e ser mais aceito em seu meio.”. Tais habilidades são essenciais a todas as pessoas, independentemente de suas condições físicas, neurológicas, cognitivas ou sensoriais, rompendo a barreira do capacitismo.

Isso demanda a definição de princípios norteadores que fomentem essa proposta, segundo as autoras supracitadas, os princípios são os seguintes:

- a) A pessoa como centro: perceber a pessoa além de suas limitações;
- b) A concentração nas habilidades: identificar e incentivar as habilidades;
- c) Todos podem aprender;
- d) A participação da família no processo de aprendizagem. (SUPLINO, 2005, p. 39-41)

A percepção de que as dificuldades podem ser vencidas exige compreender que: “As maiores dificuldades não estão na aprendizagem, mas no ensino” (SUPLINO, 2005, p. 40).

Com isso, transfere-se para os professores a responsabilidade de inovações de técnicas, recursos, metodologias e, sobretudo, a eliminação de barreiras atitudinais frente aos desafios inerentes à inclusão. Os argumentos de Orrú (2003, p. 1) corroboram com essa atitude dos profissionais da educação ao destacar atribuições essenciais do educador: “Uma das responsabilidades do educador é a de intervir na vida humana por meio da reflexão e da ação reflexiva, geradoras de estratégias pedagógicas para o bem comum do educando”.

Outrossim, a participação da família é defendida pelas autoras. LeBlanc (1990) atribui 70% de todo o trabalho à família. Nesse caso, é preciso orientação e motivação para que a família possa contribuir nesse processo, compartilhando com as sugestões para a continuidade das intervenções executadas pelos professores.

Suplino (2005) ainda apresenta uma tradução de LeBlanc (1998) que descreve os procedimentos básicos para a efetivação de aprendizagem nessa perspectiva, como apresentamos a seguir.

- 1 - O educador deve ensinar com entusiasmo e motivação (...).
- 2 - O tom de voz e a linguagem usada com o aluno devem ser o mais natural possível, sem gritos e tons muito altos. (...).
- 3 - As habilidades do aluno devem ser mais enfatizadas que suas fraquezas. O “não” deve ser pouco usado. (...).
- 4 - A atenção do aluno deve ser garantida antes de ser dada uma ordem ou fazer um pedido (...).
- 5 - As ordens dadas devem ser claras. (...).

Ao ensinar deveríamos falar poucas palavras e utilizar expressões que não deem margem a um duplo entendimento.

6 - As ordens dadas devem ser apenas aquelas indispensáveis.

7 - As ordens não devem ser repetidas mais de duas vezes (...).

8 - Deve ser dado um tempo suficiente para a resposta do aluno (...).

9 - O educador deve manter-se calmo (...).

10 - O educador deve brincar e interagir como um amigo com seu aluno (...).

11 - Elogios devem ser descritivos, quando necessário (...).

12 - Ajudas físicas devem ser evitadas, de forma a dar ao aluno a oportunidade de fazer sozinho (...).

13 - Os interesses do aluno devem ser aproveitados para ensino de novas habilidades (...). (SUPLINO, 2005, p. 43-44)

Sobretudo, esse rol de orientações mostra-se importante frente às posturas que o professor deve assumir ao atender um aluno com TEA. O item 13 é muito relevante, pois revela a porta de entrada para que sejam conquistadas a atenção e a motivação desses alunos, efetivando a aprendizagem, como abordado também por Orrú (2019).

Assim, como relata Suplino (2005), se fundamentando nas palavras de LeBlanc, o ato de aprender deve ser um prazer, de modo que são renegadas as aulas chatas sem atrativos, calcadas na transmissão e recepção (MORAN, 2018; LÉVY, 1999).

E assim, confirma-se o que vem sendo debatido por Suplino (2005), que orienta a ampliação da percepção quanto ao fato de nos atentarmos às limitações do ensino para que barreiras de diversas naturezas sejam definitivamente rompidas. Nesse sentido, junta-se ao debate outra sugestão de metodologia relevante ao tema exposto, o Desenho Universal para a Aprendizagem, que será tratado a seguir.

3.1.1 Contribuições do Desenho Universal para a Aprendizagem

Os desafios para os professores desempenharem sua função de ensino de forma significativa, atraente e motivadora, convertendo-a em aprendizagem efetiva de seus alunos, são sem dúvida um dilema a ser enfrentado e rompido. “O professor deve acompanhar, motivar, dialogar, ser líder e mediador, fomentando e mediando uma interação humana positiva” (GOULÃO, 2012 *apud* MOREIRA; HENRIQUES; BARROS, 2020).

Devido a tais situações, a pesquisa no campo educacional se posiciona como essencial no apoio aos profissionais da linha de frente da educação, que vivenciam as realidades diárias do atual sistema educacional, nem sempre favoráveis para o exercício pleno das atividades educacionais.

Destarte, uma proposta de metodologia tem se apresentado como opção

importante para os enfrentamentos aos quais os professores deparam-se constantemente.

Trata-se do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que tem origem no campo da arquitetura e foi notado como estratégia também na educação pelo potencial que traz em ampliar a acessibilidade do conhecimento a todos, independentemente de suas condições físicas, cognitivas, sensoriais, sociais, de gênero, de raça ou qualquer outro fator que possa estar presente no ambiente educacional e venha a caracterizar como algum tipo de barreira (ZERBATO, 2018).

Desse modo, Bock, Gesser e Nuernberg (2018) apontam Ronald Mance, arquiteto norte-americano e diretor do Centro sobre Desenho Universal da universidade *North Carolina State University (NCSU)*, como o precursor dessa metodologia que propõe uma disposição que favorece o desenvolvimento mais eficaz das aulas. Tal proposta está alicerçada nos seguintes princípios:

a) as múltiplas formas de acesso à informação e conhecimento (“o quê” da aprendizagem); (b) as várias maneiras de abordar tarefas estratégicas (o “Como” da aprendizagem); e (c) várias maneiras de tornar-se e permanecer engajado no aprendizado (o “porquê” da aprendizagem). (BOCK; GESSER; NUERNBERG, 2018, p. 149).

Assim, a efetivação desses princípios conduz à reformulação das práticas cristalizadas no contexto escolar. Com os movimentos pela inclusão, a universalização da educação tem avançado no sentido do número de matrículas, como apresentado pelo censo escolar realizado pelo INEP (2020), suscitando novas demandas quanto à permanência e à efetivação da aprendizagem de todos os alunos.

Para tanto, com o intuito de atender às orientações da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2008), se fortalece a urgência de mecanismos que promovam os objetivos nela estabelecida. O DUA se apresenta como uma possibilidade na contribuição da efetivação de objetivos inclusivos, propondo a eliminação de obstáculos de natureza diversa.

De acordo com Nunes e Madureira (2015, p. 128), são necessárias “[...] mudanças significativas não só na forma de perspectivar o papel e as funções da escola e dos professores no processo educativo, como também na forma de desenvolver práticas pedagógicas eficazes que garantam a aprendizagem de todos”.

Observa-se, segundo Nunes e Madureira (2015), que a responsabilidade do fracasso no processo de aprendizagem deve ser atribuída à escola e não mais ao

aluno. Com isso, muda-se o paradigma histórico, passando-se a exigir que novas metodologias de ensino tenham foco no desenvolvimento do aluno, priorizando a implementação de soluções que atendam suas especificidades. Para isso, os autores alertam para mudanças de atitude tanto da escola quanto dos professores.

Ainda de acordo com Nunes e Madureira (2015, p. 132), a proposta do DUA, “[...] proporciona ao docente um modelo de intervenção que ajuda a compreender como se pode criar um currículo que vá ao encontro das necessidades de todos os alunos”.

Nota-se, com o exposto, que almejar sucesso na educação inclusiva, perpassa um processo interno das escolas que envolve, entre muitos fatores, assumir posturas proativas, e isso conduz, em alguns casos, a elaborar currículos que atendam tais apontamentos.

Nesse sentido, faz-se necessário o uso do já mencionado CFN em situações nas quais os comprometimentos comportamentais e cognitivos exijam flexibilizações, pois deve-se considerar a diversidade como “[...] força que faz avançar e não um desafio a vencer”. (DOMINGS, *et. al.* 2014, p. 25, *apud* NUNES; MADUREIRA, 2015, p. 132)

Já que, de acordo com o (DSM - V, 2014), alunos com TEA podem apresentar comprometimento com tais destaques, são necessários atendimentos educacionais flexibilizados, sendo preciso empregar as metodologias aqui abordadas.

Para complementar esta exposição, temos ainda orientações que possibilitam nortear a individualização das intervenções que esses alunos necessitam, como apresentado a seguir.

3.1.2 Plano de Ensino Individualizado

No cenário da inclusão escolar, para que se tenha a possibilidade de sucesso, há a necessidade do envolvimento amplo no processo de ensino e aprendizagem de alunos com deficiência (ROMERO, 2016). Isso demanda comunicação, contribuição e ação entre os agentes públicos, profissionais de educação, equipe multifuncional e familiares em todo o percurso da vida escolar dos alunos.

Cabe destacar que na atualidade, vem se popularizando a utilização de uma estrutura planejada individualmente para o aluno, os Plano de Ensino Individualizado (PEI), em que se propõe organizar informações que possam conhecer as especificidades do aluno, elementos ligados às relações sociais e familiares, entre

outros fatores relevantes que venham a contribuir nas ações de ensino e aprendizagem dos EESEE.

Retomando a questão em particular do ensino de matemática para alunos no TEA, Takinaga (2015) conclui-se que, para haver aprendizagem da matemática pelos alunos com TEA, é necessário levar em consideração sua especificidade, características do local, considerar até mesmo o material a ser utilizado e a condução dada pelo professor ao executar as tarefas, a fim de que seja promovida a aprendizagem de forma significativa e efetiva. Assim, segundo Fonseca (2011, p. 79), deve se atentar para que o ensino não seja:

uma mera transmissão técnica do conhecimento, porque existem diferentes contextos e ritmos de aprendizagem. Assim sendo, o professor não é apenas aquele que transmite conhecimento é, essencialmente, aquele que ensina alguém a aprender alguma coisa.

Isso revela a importância na elaboração e aplicação das atividades de ensino para alunos com TEA, exigindo-se, para tanto, planejamento e profundo conhecimento das especificidades do aluno para a elaboração do PEI.

Nesse contexto, Pereira e Nunes (2018) são enfáticos ao abordar o crescente número de matrículas de alunos com TEA e seus prejuízos acadêmicos decorrentes da não elaboração de estratégias de ensino, seja na flexibilização de currículo ou na individualização do ensino e avaliação. Eles defendem que esses recursos devem ser construídos sob a perspectiva do trabalho colaborativo, envolvendo família, professores da sala regular e de apoio especializado, bem como equipe multifuncional que atende esse sujeito.

Em um PEI, algumas informações e observações devem estar presentes. Smith (2008) destaca alguns elementos essenciais, como os elencados a seguir: pré-encaminhamento, encaminhamento, avaliação, elegibilidade para a educação especial, desenvolvimento do PEI, implementação do PEI, revisão anual.

A seguir, a Figura 1 apresenta a distribuição das etapas do PEI.

Figura 1 - Os sete passos do processo PEI



Fonte: adaptado de Smith (2008).

Foca-se no item desenvolvimento do PEI que, de acordo com Smith (2008), requer um empenho de toda a equipe envolvida no atendimento desse aluno, professores, profissionais multifuncionais e família, pois todos devem estar a par do histórico de desenvolvimento do aluno, a fim de melhor identificar as potencialidades e necessidades apresentadas.

Assim, além de identificar os recursos disponíveis na escola e no currículo previsto em sua ordenação escolar, Smith (2008) ressalta ainda que a equipe envolvida na elaboração do PEI deve ter preparo adequado para explicar de forma clara aos pais todo o desenvolvimento desse plano, para a colaboração da continuidade de algumas ações no âmbito familiar.

Sendo assim, atenção, sensibilidade e empenho no desenvolvimento e aplicação de um PEI são notáveis e envolvem vários personagens que colaboram no atendimento direto e indireto desses alunos.

Isso posto, observa-se, fundamentando-se nas especificidades dos aprendizes com TEA apresentadas até o momento, que o uso de recursos lúdicos que oferecem desafios educacionais intencionais possui potencial no atendimento pedagógico.

Vê-se, em recursos com tecnologias digitais - jogos digitais entre outros recursos

- a possibilidade de que tais propostas sejam alcançadas. Discutir-se-á, a seguir, o uso de tecnologias digitais com propósito pedagógico, a fim de que sejam percebidas suas potencialidades e contribuições no campo educacional.

4 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTAS DIDÁTICAS

O uso da Tecnologia da Informação e Comunicação tem se constituído como um dos instrumentos indispensáveis nas relações cotidianas das pessoas. Seria, então, inapropriado e até mesmo ilógico negá-las aos estudantes no contexto de sala de aula. (AZEVEDO, 2017, p. 17)

Essa citação se apresenta como uma provocação e questiona a práxis pedagógica, metodológica e didática que se utiliza em sala de aula, em alguns casos ainda na atualidade.

A humanidade só atingiu o nível de evolução atual se sustentando na utilização de ferramentas que facilitam suas necessidades básicas de sobrevivência (YANAZE, 2012). Tais ferramentas se tornaram, com o tempo, imprescindíveis na rotina cotidiana, bem como sofisticaram-se tecnologicamente.

Na atualidade, a humanidade utiliza as mais variadas formas de tecnologias para os mais variados campos de aplicação. Um dos que mais mobilizam a aplicação de tecnologia é o ramo da informação e comunicação, que possibilita transmitir conhecimentos com velocidade e amplitude de alcance impressionantes.

Segundo Yanaze (2012, p. 48), neste momento, “[...] denominado como era da informação ou sociedade informacional, a comunicação, sempre essencial para a existência social da humanidade, toma características peculiares pela enorme quantidade de informações alcançadas e acumuladas [...]”.

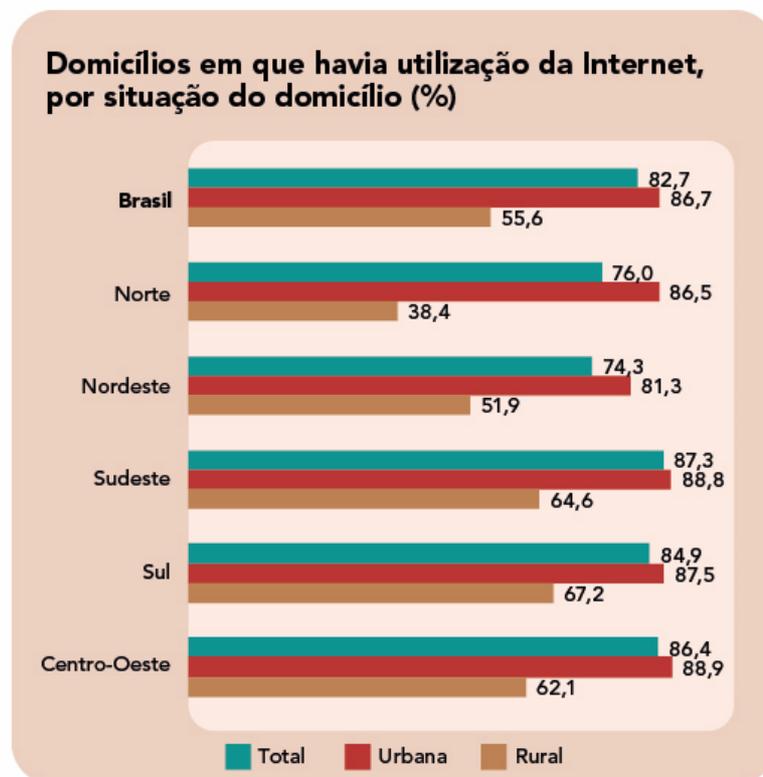
As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) surgem e evoluem de forma acelerada, impulsionada pela conectividade. Com um crescente número de pessoas tendo acesso a computadores interligados em rede de internet, deu-se origem a um novo formato de relações humanas, o ciberespaço e, conseqüentemente, a cibercultura, definidos por Lévy como:

[...] o novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial dos computadores. O termo especifica não apenas a infraestrutura material da comunicação digital, mas também o universo oceânico de informações que ela abriga, assim como os seres humanos que navegam e alimentam esse universo. Quanto ao neologismo “cibercultura”, especifica aqui o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço. (LÉVY, 1999, p. 17)

Portanto, as pessoas que têm acesso às tecnologias *online* podem ter uma experiência ampliada, sendo consumidoras e produtoras de conteúdo para esse ciberespaço, além de serem sujeitos ativos da cibercultura.

Vale lembrar que, no contexto nacional, a imersão plena nesse sistema ainda não alcançou seu potencial, haja vista o acesso aos meios e equipamentos tecnológicos que subsidiam a cibercultura não estarem disponíveis à sociedade como um todo. Como confirma dados levantados quanto ao uso desses serviços no período pandêmico do Covid-19, publicados pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação – Cetic.br, CGI.br (2022), corrobora com tais estudos os dados do IBGE (2019), em que se retrata uma distribuição desuniforme do acesso à internet em nosso país, conforme apresentado no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 - Domicílios em que havia utilização de internet, por situação do domicílio (%)



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019.

Essa heterogeneidade no acesso à internet, um dos meios primordiais para que se esteja inserido no ambiente cibernético, pode ser fator negativo para o desenvolvimento de muitas ações no campo educacional, como apontam Cunha, Silva e Silva (2020).

O contexto da cibercultura, de acordo com Yanaze (2012), implica em novos posicionamentos sociais, havendo, assim, descentralização da informação e conhecimento, revertendo-se uma lógica capitalista de poder, ofertando a posição de protagonista à sociedade em geral frente aos sistemas de comunicação.

Logo, os potenciais que as TDIC oferecem para o campo da educação são ilimitados (TAJRA, 2001, KENSKI, 2002, 2010), já que estão diretamente ligadas a recursos que facilitam o ensino e aprendizagem, dadas as suas possibilidades de uso de multimídias capazes de engajar e promover atenção, curiosidade e criatividade de forma lúdica e significativa.

Como afirma Rizo (2020, p. 9), “a qualidade da educação é aprimorada também pela tecnologia, abrilhantando as aulas de forma inovadora, atrativa, motivadoras e significativas entre os alunos e os professores”. Ou seja, facilita o acesso às generalizações e abstrações, que no sistema tradicional não são alcançadas por alguns alunos.

Yanaze (2012, p. 61) corrobora essa posição ao afirmar que: “Informações, lógicas, raciocínios e valores são apropriados de forma mais profunda e significativa quando são assimilados de forma prazerosa e condicionada em brincadeira ou em jogo, ou seja, de forma lúdica”. Com isso, as TDIC dispõem de instrumentos que fascinam os alunos, desde que utilizadas corretamente com função pedagógica.

Moran (1995, p. 4) faz apontamentos sobre as possibilidades de repaginação das escolas por meio das tecnologias:

As tecnologias permitem um novo encantamento na escola, ao abrir suas paredes e possibilitar que alunos conversem e pesquisem com outros alunos da mesma cidade, país ou do exterior, no seu próprio ritmo. O mesmo acontece com os professores. Os trabalhos de pesquisa podem ser compartilhados por outros alunos e divulgados instantaneamente na rede para quem quiser.

Ribeiro (2010) afirma que, atualmente, o computador está presente em todos os setores da sociedade. Nos últimos anos vemos a inovações dos dispositivos móveis avançar, juntamente com acessos nas redes de internet móvel, que estão cada vez mais acessíveis, alcançando lugares remotos.

Ribeiro (2010) ainda alerta para o uso adequado de computadores nas escolas pelos professores e alunos, pois pode ser dado um enfoque restrito a esse equipamento e acabar por reproduzir práticas convencionais de ensino em detrimento de possibilidades mais criativas de produção de conhecimento.

Notamos, ainda, que o uso de recursos das TDIC está nas recomendações da BNCC na competência 5.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9)

Em matemática, esses recursos facilitadores são extremamente importantes, pois o “[...] uso das tecnologias em sala de aula pode ser visto como uma maneira interessante e criativa de alcançar melhorias no ensino-aprendizagem de Matemática [...]”. (AMANCIO; SANZOVO, 2020, p. 4)

Os autores ainda afirmam que:

O uso das tecnologias em sala de aula é uma importante ferramenta para transformar de forma positiva o ambiente de aprendizagem, por meio da qual é possível desenvolver variadas atividades, investigar diferentes formas de resolução de problemas, debater possíveis resultados, isto é, ele permite que os alunos vivenciem novas experiências e apliquem os conceitos matemáticos. (AMANCIO; SANZOVO, 2020, p. 4)

Isso posto, justifica-se o uso de meios digitais que elevem as condições de equidade entre os que apresentam facilidade de interpretação e aqueles que demandam maior atenção e diferenciação de tempo para abstrair tais conhecimentos.

Dessa forma, reafirma-se o empenho no aprofundamento que deve ser atribuído à aplicação educacional desses instrumentos através de ações mediadas e intencionais, fomentando uma educação encantadora (MORAN, 1995), atraindo a atenção do aluno às possibilidades cada vez mais avançadas e empolgantes no percurso escolar.

A gama de recursos que as TDIC oferecem, engloba produtos educacionais gamificados, sendo que esse conceito é atribuído a recursos que possuam determinados elementos de jogos capazes de instigar o engajamento dos usuários, podendo ser digital ou não, definido, segundo Kapp (2012), como a utilização de mecânica, estética e pensamento baseados em games para engajar pessoas, motivar

a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas. Já quanto ao termo *game* temos a seguinte definição: “Um game é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitando por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final”. (SCHUYTEMA, 2011, p. 7)

Entende-se, assim, de acordo com os argumentos aqui apresentados, que o uso de *games* é promotor de aprendizagem quando elaborado na perspectiva educacional, sendo visto como uma metodologia capaz de apoiar o ato de ensinar alunos com especificidades de aprendizagens, podendo ser um recurso importante aos que se encontram na condição de TEA.

Nesse sentido, serão apresentados, na sequência, apontamentos que embasam o emprego de tais tecnologias para o ensino e aprendizagem.

4.1 METODOLOGIAS ATIVAS: GAMES NA EDUCAÇÃO

De acordo com o Blog Younder (2021), William Glasser (1923 - 2013), um psiquiatra norte-americano, que estudou as formas com que as pessoas retêm o conhecimento e atribuiu alguns apontamentos que podem ser entendidos como o princípio da estruturação das Metodologias Ativas, de modo que é atribuída a ele a formatação de uma “Pirâmide de aprendizagem” com percentuais de retenção de aprendizagem. Fato que é contestado por não haver registro de experimentos oficiais que comprovem tais graduações numéricas, como afirma Silva e Muzardo (2018).

Considera-se ainda, a diversidade de inteligências e os estilos de aprendizagens, seja visual, auditiva ou cinestésico, bem como, a utilização de estratégias e recursos inovadores têm relação íntimas com a forma de apresentar os objetivos de aprendizagens almejados, podendo refletir ou não nas expectativas esperadas, não descartando que a habilidade de promover o aprendizado reside em elementos intangíveis como afetividade, curiosidade e importância que o tema venha a despertar no sujeito entre outros fatores imensuráveis. Embora haja conflito acerca da afirmação dos percentuais da pirâmide, um importante apontamento de Glasser, foi tomado como referência, afirmando que “quanto mais o aluno se relaciona com o conteúdo, mais ele aprende” (YOUNDER, 2021, p. 3).

Observa-se que, com a diversificação de formas de apresentar o conhecimento, amplia-se a possibilidade de apropriação dos ensinamentos aos quais os alunos são

submetidos, criando novos canais de aprendizagem.

Para caracterizar o que se entende como sendo aprendizagem, De Aquino (2007) pontua que:

[...] a aprendizagem refere-se à aquisição cognitiva, física e emocional, e ao processamento de habilidades e conhecimento em diversas profundidades, ou seja, o quanto uma pessoa é capaz de compreender, manipular, aplicar e /ou comunicar esse conhecimento e essas habilidades. (DE AQUINO, 2007, p. 6)

O autor evidencia, com tais apontamentos, que o movimento de internalização da aprendizagem está interligado a fatores complexos, sensíveis e indissociáveis que requerem um planejamento minucioso, a fim de atingir êxito em sala de aula ao apresentar os conteúdos dos componentes curriculares.

Dessa forma, na atualidade, com os alunos cada vez mais imersos em tecnologias digitais, torna-se necessário que as instituições de ensino sejam participantes ativas nessas inovações, propiciando aulas com maiores atrativos, ofertando aprendizagem significativa, tendo o engajamento e participação ativa do aluno em sua aprendizagem.

Porém, Queiroz (2021) considera que o uso de multimídias como recursos didáticos, deve seguir alguns critérios para que tenha aproveitamento. A autora se baseia na teoria da carga cognitiva de Mayer e Clark (2009), pois o excesso de estímulos pode dificultar a aprendizagem.

Nesse contexto, apresenta-se as Metodologias Ativas como estratégias possíveis para alcançar tais objetivos. Moran (2018, p. 4) conceitua Metodologias Ativas como as “[...] diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem, que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas”.

Sendo assim, para se considerar como Metodologia Ativa, há necessariamente o diferencial de aplicação específica com abordagem que se traduza na efetivação dos resultados esperados (MORAN, 2018), ou seja, não basta apenas usar o recurso sem uma finalidade. É necessário que se tenha uma intencionalidade pedagógica e que seja garantida sua efetivação por alguma forma de devolutiva dos alunos.

A popularização do termo Metodologia Ativa requer maior compreensão, a fim de não incorrerem na banalização de sua aplicação, seguindo práticas e metodologias já cristalizadas sob a alegação de estar atuando sob a baliza das Metodologias Ativas. Para fixar essa compreensão, Moran (2018) esclarece que, para

uma metodologia ser realmente ativa, elas precisam ter o aluno como foco central, ou seja, “[...] dão ênfase ao papel de protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo”. (MORAN, 2018, p. 4). Assim, fica claro que o termo ‘ativa’, aqui, está no sentido do envolvimento direto e incondicional do aluno no seu processo de aprendizagem, como pressupõe a Teoria Histórico-Cultural, ao afirmar que o sujeito aprende constantemente com as interações sociais e em apoio dos mais experientes (VYGOTSKY, 1999).

Apoiando-se em Moran (2018) e Valente (2014), entre outros, é interessante dizer que as Metodologias Ativas se colocam em posição de destaque para o desenvolvimento do estudante, e que ocorre com a sua efetiva participação, elaborando situações de aprendizagem que contemplem a investigação, compreensão de teorias, contestações delas e conclusões fundamentadas com suas descobertas, apoiadas em indicações de seus professores, que passam a se posicionar como orientadores (mediadores do conhecimento) e não como transmissores de conteúdos prontos e acabados.

Nesse universo, de acordo com Moran (2018), pode-se pensar em algumas metodologias, como o ensino por projetos, sala de aula invertida, dentre outras. A estratégia de usar jogos é uma opção recomendada (YANAZE, 2012), pois pode vir a proporcionar que o aluno seja estimulado a protagonizar sua aprendizagem. Pereira (2018, p. 73) confirma essa recomendação, pois, “[...] por meio da vivência de diferentes experiências, por intermédio dos jogos virtuais ou não, há desenvolvimento cognitivo e sociocognitivo”. Notamos a relevância dessa prática no que concerne o desenvolvimento sociocognitivo, pois em se tratando de sujeito com TEA, tal fato é importante em muitos casos, por ser recorrente restrições em interações sociais por estas pessoas.

Assim, acompanhando tal definição e almejando as especificidades de aprendizagem dos alunos com TEA e com a preocupação de apresentar contribuições para o seu aprendizado, preconiza-se que o uso de jogos tem se mostrado como estratégia importante no engajamento desses sujeitos. Pois “ela promove motivação e pode encorajar pessoas a participar de algo” (MENEZES *et al.*, 2014, p. 10).

Por tais características, os *games* se tornam ferramentas educacionais relevantes, já que podem ser empregados para atrair a atenção do aluno para determinadas situações de aprendizagem que o modelo tradicional de aulas não alcança.

Nesse sentido, tal recurso aproxima-se do objeto de pesquisa proposto neste trabalho, que busca identificar os benefícios que podem ser fornecidos aos alunos com TEA com o uso de situações de aprendizagem lúdicas em ambientes imersivos de RV.

Assim, fundamentando-se nos argumentos de Menezes *et al.* (2014), identifica-se o uso dos *games* como recurso de Metodologias Ativas que podem contribuir ricamente no processo de construção de um ambiente de aprendizagem inclusivo, dadas as possibilidades que dispõem na flexibilização dos currículos, oferecendo recursos que facilitem o acesso ao conhecimento independente das condições físicas e cognitivas dos sujeitos.

Para Menezes *et al.* (2014, p. 14): “os games oferecem experiências sociais que podem ser transmitidas para o mundo real e, frequentemente, jogar um game, modifica certos aspectos do comportamento humano”. Nesse sentido, nota-se a possibilidade no uso desse apoio pedagógico quando enriquecido de intencionalidade.

Considera-se, portanto, apoiando-se nos argumentos supracitados, que *games* que associam situações de aprendizagem podem propiciar internalização de conhecimentos, sendo aliados no processo de ensino e aprendizagem, como será discutido na seção a seguir sobre os ambientes imersivos de realidade virtual.

4.1.1 Ambientes imersivos de realidade virtual e atendimentos educacionais em matemática a alunos com TEA

São visíveis na atualidade o emprego de recursos tecnológicos digitais em muitos campos do conhecimento, conforme afirma Ribeiro (2010). Ao mesmo tempo, para Moran (2018), a educação é uma área que requer criatividade e inovação como formas de engajamento no aprendizado. Portanto, a educação vem solicitando a utilização de tais recursos no intuito de melhor atender os alunos, Alves (2018).

No que tange ao atendimento educacional de matemática para alunos com TEA, tem-se os apontamentos de Silva (2020), com orientações apresentadas no site WIKIHOW⁷, que sugere encaminhamentos que podem ser úteis na escolarização de

⁷ Site de Tutoriais: <https://pt.wikihow.com/P%C3%A1gina-principal>.

alunos com TEA.

Crianças com autismo aprendem de modo diferente, por isso pais e professores são tão desafiados.

- Muitas vezes, não conseguem dizer o que não compreendem, nem conseguem fazer perguntas apropriadas. Tente descobrir suas perguntas.
- A criança autista pode demonstrar falta de interesse naquilo que você está tentando ensinar. Tente tornar o assunto atrativo a partir dos próprios interesses do autista.
- Elogie constantemente, para motivá-la.
- Procure mostrar o que ela deve fazer, por meio de exemplos. Peça para ela repetir suas ações, mesmo quando você não estiver presente. Assim, ela vai conquistando autonomia.
- Tenha consciência de seus níveis de habilidade, quando planejar suas ações. Saiba que certas áreas da matemática podem parecer mais fáceis a ela do que outras.
- As instruções devem ser curtas e claras, pois ela precisa de tempo para assimilar suas orientações.
- A cor preta impressa em fundo colorido, como azul ou cinza, diminui o contraste, facilitando o processamento visual do autista.
- Jogos coloridos ajudam na atenção e na aprendizagem.
- Mantenha o ambiente organizado e com os materiais necessários. (SILVA, 2020, p. 20)

Conforme exposto, o processo para que haja sucesso no ensino de matemática para um aluno com TEA, é delicado e exige dedicação do professor, que deve acreditar no potencial de seu aluno e respeitar suas especificidades, bem como explorar diversas possibilidades e recursos com o intuito de alcançar a aprendizagem desses sujeitos.

Suplino (2005), Fonteles (2012) e Orrú (2019) apontam que o ensino para alunos com TEA deve ser conduzido pelo seu foco de interesse; e Fonteles (2012), conclui que o jogo favoreceu o aprendizado de matemática dos sujeitos com TEA em sua pesquisa.

Nesse sentido, Souza (2019) estudou o uso das tecnologias digitais para o favorecimento do aprendizado de matemática para alunos com TEA e concluiu que tais recursos podem favorecer a mediação do professor com o aluno na construção do conhecimento matemático. Desde que estejam aliadas à intencionalidade pedagógica, as tecnologias poderão contribuir no combate às micro exclusões frequentes devidos às especificidades desses alunos, sendo o fator micro exclusões ser frequente no ambiente da sala de aula regular, (FAUSTINO, 2018).

Silva (2020), após uma revisão bibliográfica em que investigou o ensino de matemática frente ao aluno com TEA, concluiu que a utilização de materiais concretos e jogos são metodologias indicadas, com destaque aos jogos digitais, por possibilitar o engajamento do aluno com TEA, haja vista que o jogo agrega ludicidade,

atratividade e pode ser agradável. Esses elementos são essenciais na busca por manter a motivação desses aprendizes.

Nesse conjunto de tecnologias digitais, situa-se o campo da Realidade Virtual (RV) como opção para entregar ferramentas que atendam tais requisitos, propondo um ensino e aprendizagem significativos, potencializando sua efetivação, auxiliado por recursos customizados às especificidades dos usuários.

A RV é definida como “[...] uma técnica avançada de interface, em que o usuário pode realizar o processo de imersão, envolvimento e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multissensoriais” (DRUMMOND *et al.*, 2002, p. 64).

O uso dessa tecnologia de RV, na maioria de suas aplicações, requer equipamentos específicos, como capacetes, óculos e até mesmo salas de projeção, para que seja ofertada a imersão total, mas podemos obter resultados interessantes também com o uso de monitores comuns, como afirma Drummond *et al.* (2002).

Nessa tecnologia de RV, encontra-se ancoragem para o desenvolvimento de autonomia e independência dos sujeitos com TEA:

Conforme apontaram Grandin (2011) e Haddon (2009), o desenvolvimento de tais habilidades torna-se fundamental para esses sujeitos, na medida em que os ajuda a criar mecanismos de identificação nas relações interpessoais no seu dia a dia e faz com que possam ser indivíduos mais autônomos e independentes. (PEREIRA, 2018, p. 76-77)

Muitas vezes, as relações interpessoais podem ser uma barreira para a aprendizagem de estudantes com TEA. E esses equipamentos se mostram como ferramentas para superação dessas dificuldades, pois podem ser menos invasivos, como apresenta Pereira (2018) em sua pesquisa.

Esses recursos de tecnologias digitais e RV têm potencial de trazer benefícios significativos para todo o sistema educacional, pessoal e familiar dos sujeitos. Como apresenta, Drummond *et al.* (2002), em seus estudos: “a tecnologia de Realidade Virtual vem se destacando como um instrumento potencialmente viável para as aplicações nas áreas da clínica psicológica e da neuropsicologia, se mostrando promissora em várias situações, inclusive no caso do autismo” (RIZZO 2001, *apud* DRUMMOND *et al.*, 2002, p. 64).

Os apontamentos de Pereira (2018, p. 77) corroboram essa afirmação ao apresentar o seguinte posicionamento:

A geração de situações de comunicação por meio do computador traz propostas que reúnem recursos como de áudio, vídeo e, até mesmo, de captura de movimentos que podem vir a facilitar o desenvolvimento de atividades no meio virtual, explorando o desenvolvimento dessas habilidades, promovendo para indivíduos com TEA, uma maior interação social.

Cada vez mais amplia-se a utilização desses recursos, pois segundo Drummond *et al.* (2002), já há experiências que confirmam a tolerância do uso do equipamento e respostas a estímulos criados no cenário motivados pelo aumento da atenção. Mas enfatiza a necessidade de ampliação de aplicações para constatar a possibilidade de aprendizado de forma generalizada.

Tais apontamentos são confirmados no Brasil por Pereira (2018), que afirma haver poucos jogos digitais voltados às necessidades específicas das pessoas com TEA. Ou seja, há que se aproveitar mais as opções fornecidas pela RV a fim de produzir *games* que explicitem a existência de possíveis benefícios desses meios como ferramentas educacionais.

Guedes (2021) aponta ser importante em ambientes imersivos de realidade virtual a adequação desses elementos para ampliar o aprendizado, e isso precisa ser objetivado com cautela para não incorrer em sobrecarga sensorial.

No que se refere ao desenvolvimento que a RV pode possibilitar aos alunos com TEA, Drummond *et al.* (2002) afirmam que as respostas incomuns que eles apresentam diante dos estímulos que vivenciam diariamente podem adequar-se com a criação de ambientes virtuais específicos. Assim, é apresentada uma relação de características dos RV que contribuem para as possíveis melhorias:

- a capacidade de controle da entrada de estímulos, onde os ambientes podem ser simplificados ao máximo, minimizando-se distratores indesejáveis, o que contempla uma melhor possibilidade de interação perante a natural dificuldade do autista diante de mudanças ambientais;
- a possibilidade de construção de um ambiente baseado em estímulos visuais ou auditivos controlados, em consonância com as habilidades e as peculiaridades apresentadas pelos portadores deste transtorno;
- a capacidade de modificação e adequação do ambiente, permitindo o estímulo e a busca da generalização, de uma forma incremental, mas suficientemente lenta para evitar a rejeição por parte do usuário;
- a possibilidade de apresentação de situações seguras de aprendizado, de forma a minimizar os riscos de acidentes;
- o tratamento individualizado, considerando também a grande adaptabilidade desses ambientes; e
- a preferência pela interação com os computadores, o que está de acordo com a tendência de apego a objetos, com aversão ao relacionamento humano. (DRUMMOND *et al.*, 2002, p. 66)

Esses autores concluem afirmando que a exploração da RV na estimulação cognitiva é de altíssima relevância.

Nesse contexto, a realidade imersiva possibilita inovações relevantes no campo educacional para diversas aplicações, como visto pelos argumentos dos autores supracitados, sendo os aprendizes na condição de TEA os possíveis beneficiários dessas inovações.

As inovações tecnológicas em RV têm se mostrado aliadas incondicionais no ambiente educacional, como aponta a Fundação Instituto de Administração (FIA), já que agregam os já consolidados recursos de ludicidade, valorizados na pedagogia para estimular o aprendizado de forma significativa. Assim, é possível a representação de elementos cotidianos variados, por meio de representações gráficas, que são possíveis de serem criadas ou recriados em um ambiente digital (FIA, 2019).

Na atualidade, a utilização desses recursos vem se desvinculando do uso na indústria de *games*, dando-lhe maior aplicabilidade em diversas áreas (MENEZES *et al.*, 2014), sendo a área educacional uma das quais encontramos aplicabilidade (QUEIROZ, 2020), principalmente na educação especial (ANTONIO JUNIOR, 2014), na qual estudantes com alguma comorbidade relacionada a aprendizagens são beneficiados com esses recursos. É o caso do TEA que, em ambientes comuns, estão sujeitos a influências de estímulos sensoriais externos que podem acarretar distrações e até mesmo em episódios de irritabilidade, devido às cargas sensoriais que lhes desestabilizam, levando a situações que geram estereotípias⁸, crises de risos, choro e agressividade, como demonstrado por Drummond *et al.* (2002).

Com a imersão em Realidade Virtual, viabiliza-se formas de minimizar esses estímulos (MENEZES *et al.*, 2014), propiciando um ambiente customizado às especificidades desses sujeitos, mediando, assim, a aprendizagem com possibilidades maiores de efetivação nas atividades de ensino.

Com esses fatores adversos sendo minimizados, espera-se que a tolerância em ambientes físicos reais possa ser cada vez mais expandida, vindo a favorecer a

⁸ São repetições e rituais que podem ser linguísticos, motores e até de postura. Geralmente são comportamentos sem explicações racionais, sem motivo aparente. Porém, a pessoa com autismo sente a necessidade de expressar para conseguir lidar com uma situação. Em ambientes muito estressantes, por exemplo, ajuda a controlar a ansiedade. (Jade Autism, 2019). Disponível em: <https://jadeautism.com/estereotipias-o-que-e-e-como-afetam-as-criancas/>. Acesso em: 23 maio 2022.

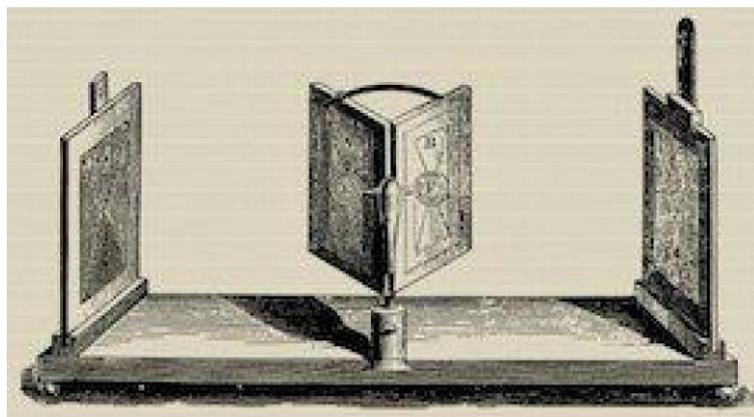
inclusão desses alunos. Ao mesmo tempo, como destaca Camargo e Bosa (2009, p. 68), “proporcionar às crianças com autismo oportunidades de conviver com outras da mesma faixa etária, possibilita o estímulo às suas capacidades interativas, impedindo o isolamento contínuo”.

Os elementos lúdicos agregados em ambientes de RV, de acordo com o exposto, possuem potencial de estimular a concentração dos aprendizes com TEA, sendo que no campo da matemática é ainda mais oportuna a sua empregabilidade, haja vista as opções de criação de situações envolvendo desafios associados à intencionalidade de aprendizagem de determinadas propostas e temas. Para ampliar a compreensão desse recurso em RV, apresentar-se-á a seguir como se deu seu desenvolvimento.

4.1.2 Contextualização histórica da realidade virtual

Segundo a *Virtual Reality Society* (VRS), o conceito de imersão teve seu princípio demonstrado em 1838 por Charles Wheatstone, que usou conceitos de óptica para criar óculos chamados de estereoscópicos, que têm por base a geração de imagens refletidas em espelhos posicionados em angulação específica, que possibilitam exibir uma imagem para cada olho, induzindo a noção de profundidade.

Figura 2 - Primeiro estereoscópio utilizado para imersão, datado de 1838

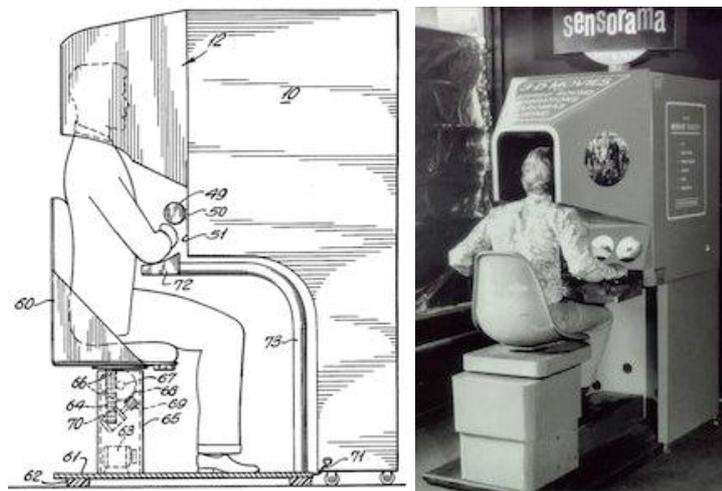


Fonte: VRS, 2017.

Seguindo a evolução desse sistema de imersão, de acordo com VRS (2017), nos anos de 1950, o cineasta Morton Heilig desenvolveu um equipamento que utilizava, além da estereoscopia, outros recursos que possibilitam ao usuário presenciar outras

sensações. Esse invento foi chamado de Sensorama, que consistia em uma cabine equipada com ventilador, sistema de vibração e até de aromas capazes de produzir no usuário uma ilusão de estar na cena reproduzida nos filmes nela apresentados.

Figura 3 - Sensorama



Fonte: VRS, 2017.

A evolução desse dispositivo fez Heilig criar uma máscara que é considerada o primeiro *Head-Mounted Display* (HMD), que em tradução literal seria Visor Montado na Cabeça.

Figura 4 - Primeiro visor VR montado na cabeça



Fonte: VRS, 2017, HMD.

Nos apontamentos de VRS (2017), a tecnologia de Realidade Imersiva se desenvolveu basicamente em função de necessidades militares, em 1961. Na época não havia ainda o termo Realidade Virtual, mas, mesmo assim, foi desenvolvido um equipamento que acopla uma tela de vídeo para cada olho e um sistema de rastreamento magnético de movimento conectado a uma câmera de circuito fechado, o que possibilitou, em 1965, a criação do sistema que simulava a realidade. Seu criador, Ivan Sutherland, denominou o sistema de “Tela Definitiva”, o que hoje é

conhecido como Realidade Virtual, termo cunhado em 1987 por Jaron Lanier.

Tori e Kirner (2006) dizem que devido à evolução da tecnologia foi possível integrar elementos de multimídia e gerar tridimensionalidade e interatividade, possibilitando a simulação do ambiente real e do imaginário nesse recurso que, apesar de possíveis desconfortos no uso dos equipamentos de RV e restrições devido a aspectos econômicos e tecnológicos, têm sua utilização necessária por permitir “[...] ao usuário fazer coisas que antes eram impossíveis ou inviáveis” (TORI; KIRNER, 2006, p. 3). Isso porque esses recursos estão sempre buscando interfaces interativas mais próximas dos sentidos humanos, como afirmam os autores.

Para Pedrosa e Zappala-Guimarães (2019, p. 140), as recentes evoluções nos equipamentos que compõem os dispositivos móveis, como *smartphones e tablets*, têm potencializado a utilização da RV em amplas áreas. Os autores ainda ressaltam que a RV antecede as tecnologias digitais, bem como a sua utilização na atualidade está combinada com “uma série de princípios, técnicas e tecnologias”, que se interagem para atender a determinada função.

Atualmente, há possibilidades de uso dessa realidade de forma mais interativa. Com a utilização da tecnologia de Metaverso⁹, os Mundos Digitais Virtuais, as pessoas podem estar presentes na forma digital virtual com seus avatares, tendo uma possível aplicabilidade no campo educacional, de acordo com Pires (2010).

Com o exposto, existem variados recursos para apoiar o acesso dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Para entender melhor essas ferramentas de apoio, na próxima seção serão aprofundados os conceitos de Tecnologia Assistiva.

4.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Num mundo cada vez mais atento à inclusão, em que as pessoas com deficiências reivindicam sua maior participação e demonstram cada vez mais seu valor, aumenta a preocupação em oferecer acessibilidade nos mais diversos setores, seja de educação, lazer, serviços ou saúde. Os meios digitais fazem surgir o conceito

⁹ A palavra metaverso surge no mesmo âmbito da ficção científica que originou a palavra ciberespaço. O termo foi criado pelo escritor Neal Stephenson em 1992 na novela de ficção científica “Snow Crash” para representar um mundo virtual ficcional. Segundo Stephenson o metaverso tem caráter real, bem como utilidade real pública e privada, pois se trata de uma ampliação do espaço real do mundo físico dentro de um espaço virtual na internet (SCHLEMMER, 2008f, p.7, *apud*, PIRES, 2010, p. 54).

de Tecnologia Assistiva (TA), com a proposta de visibilidade, praticidade e acesso a muitos recursos que possibilitam qualidade de vida às pessoas com deficiências.

Assim:

Tecnologia Assistiva - TA é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão (BERSCH, 2017, p. 2).

Esse conceito acaba por beneficiar até mesmo quem não se encontra em situação de deficiência, pois a TA busca entregar meios que favoreçam a acessibilidade aos usuários, eliminando qualquer forma de barreiras e estimulando desenvolvimentos de equipamentos que venham também aprimorar condições de acesso a conhecimentos.

É importante ressaltar que o termo “Tecnologia”, aqui empregado, não se restringe a itens com emprego de sofisticados apelos digitais e automatizados, e sim a todo o recurso que facilite a vida diária do ser humano, sendo, então, relacionado a qualquer objeto doméstico ou de uso em funções mais específicas de nossas rotinas funcionais.

Sobremaneira, ao especificar a aplicabilidade das TA, pode-se afirmar que elas possibilitam ampliar as habilidades ou permitir a realização de funções antes restritas por algum fator físico, neurológico e até mesmo cognitivo (CALHEIROS *et. al.*, 2018).

A TA é considerada um conceito recente, e alguns países formulam suas próprias interpretações ao caracterizar a TA. No Brasil, foi constituído um comitê com a finalidade de estabelecer diretrizes quanto a suas atribuições e, assim, segundo Bersch (2017), em 16 de novembro de 2006, a Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República - SEDH/PR, através da portaria nº 142, instituiu o Comitê de Ajudas Técnicas - CAT, que no ano seguinte aprovou o conceito brasileiro de Tecnologia Assistiva:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL - SEDH/PR. – Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VII, 2007)

Portanto, a mobilização para conceituar a TA tem, de acordo com Galvão Filho (2012), sua base em legislações pertinentes à promoção de acessibilidade de pessoas

com deficiência ou mobilidade reduzida, como determina o decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004.

Art. 24. Os estabelecimentos de ensino de qualquer nível, etapa ou modalidade, públicos ou privados, proporcionarão condições de acesso e utilização de todos os seus ambientes ou compartimentos para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, inclusive salas de aula, bibliotecas, auditórios, ginásios e instalações desportivas, laboratórios, áreas de lazer e sanitários.

§ 1º Para a concessão de autorização de funcionamento, de abertura ou renovação de curso pelo Poder Público, o estabelecimento de ensino deverá comprovar que:

I - está cumprindo as regras de acessibilidade arquitetônica, urbanística e na comunicação e informação previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica ou neste Decreto;

II - coloca à disposição de professores, alunos, servidores e empregados portadores de deficiência ou com mobilidade reduzida ajudas técnicas que permitam o acesso às atividades escolares e administrativas em igualdade de condições com as demais pessoas; e

III - seu ordenamento interno contém normas sobre o tratamento a ser dispensado a professores, alunos, servidores e empregados portadores de deficiência, com o objetivo de coibir e reprimir qualquer tipo de discriminação, bem como as respectivas sanções pelo descumprimento dessas normas.
(BRASIL, 2004, s/p)

Esse decreto viabilizou, em âmbito nacional, a inclusão educacional, regulamentando importantes pautas para o acesso pleno e de qualidade à educação.

Contudo, Galvão Filho (2012) alerta que investimentos em TA requerem cuidados para que não sejam adquiridos produtos inadequados às especificidades do usuário e poucos funcionais na prática, atendendo apenas ao apelo comercial. Por isso, a participação dos usuários, quando possível, no desenvolvimento e aquisição de uma TA minimiza desperdícios e ainda evita possíveis danos aos usuários.

Outrossim, as TA são, de acordo com Bersch (2017), divididas em categorias de acordo com suas finalidades: auxílios para a vida diária e vida prática; comunicação aumentativa e alternativa; recursos de acessibilidade ao computador; sistemas de controle de ambiente; projetos arquitetônicos para acessibilidade, como órteses e próteses, adequação postural, auxílio de mobilidade, auxílio para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil, auxílio para melhorar a função auditiva e recursos utilizados para traduzir os conteúdos de áudio em imagens, texto e língua de sinais, mobilidade em veículos, esporte e lazer. Assim, fica evidente que uma TA eficiente precisa estar de acordo com as necessidades do seu usuário.

Para além dessas categorias, é possível afirmar que necessidades cognitivas requerem também desenvolvimentos de recursos próprios, promotores de evoluções

nas potencialidades intelectuais de usuários que apresentam formas diversificadas na aprendizagem.

Nesse mesmo propósito, De Bettio e Giacomazzo (2020) sintetizam que a TA contribui no desenvolvimento de várias habilidades, sendo a noção de matemática e raciocínio lógico uma das beneficiadas.

O empenho na criação de recursos apropriados a essas especificidades tem sido promissor. Uma área com potencial para atender às demandas é a dos aplicativos de jogos digitais (DRUMMOND *et. al.*, 2002; JÚNIOR; MOREIRA, 2021), visto que possibilitam maior engajamento, permeando aplicabilidades nas mais diversas necessidades de aprendizagens, como no aprimoramento de coordenação motora fina, lateralidade, reconhecimento de espaço e forma, comunicacionais, entre outras.

Nessa perspectiva, Pereira (2018) observa que para os sujeitos na condição de TEA, há uma carência de recursos que os auxiliem em seu desenvolvimento, como é o caso de jogos voltados às suas especificidades. Alguns dos recursos empregados não foram projetados levando em consideração as especificidades do TEA, logo, não entregando os resultados esperados.

Atualmente, com o avanço no acesso à internet (IBGE, 2019) e a equipamentos com ferramentas de multimídia de alto desempenho, é possível a criação de recursos educacionais ricos em aspectos personalizados à demanda do TEA, aproveitando, sobretudo, o potencial de ambiente imersivo de realidade virtual para criar situações de aprendizagem que sejam mais favoráveis na apropriação desses sujeitos.

Ressalta-se que, segundo Bersch (2017), nem todas as tecnologias são TA. Há a possibilidade de confundir uma tecnologia educacional com uma TA, por exemplo, quando um aluno com deficiência física nos membros inferiores, e que faz uso de cadeiras de rodas, utiliza o computador com o mesmo objetivo que seus colegas.

Assim, Bersch (2017) afirma, com o propósito de não haver confusão, que a tecnologia será assistiva se ela ajudar o aluno com deficiência a romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que o limitem ou impeçam o acesso a informações ou registros, ou que se expressem sobre os conhecimentos adquiridos, bem como promova autonomia em todas as ações pedagógicas e a plena manipulação de objetos de estudos.

A fim de caracterizar os ambientes imersivos como uma TA, considera-se as indicadas pelo Instituto de Tecnologia Social (ITS). Para que atenda ao conceito de

acessibilidade, a tecnologia deve atender às seguintes dimensões: Arquitetônica, Comunicacional, Metodológica, Instrumental, Programática e Atitudinal para, assim, ter inclusão escolar e social de qualidade. (ITS, 2008)

Dessa forma, enfatiza-se, com essa caracterização, as dimensões Metodológicas, Programática e Instrumental, diretamente ligadas às apropriações curriculares que os estudantes com deficiências necessitam, e que podem em um ambiente imersivo terem suas especificidades atendidas.

Diante das constatações alinhavadas, vê-se nos ambientes imersivos, uma TA com possibilidades de uso pelos alunos na condição do TEA, dadas as frequentes ocorrências de hipersensibilidades sensoriais que os acometem, influenciando diretamente na capacidade de concentração e participação em atividades escolares, como constatado por Drummond *et al.* (2002).

Essa tecnologia tem o potencial de capturar os sentidos do usuário, desconectando-o dos estímulos do ambiente físico e o conectando aos estímulos do ambiente virtual, que podem ser controlados de acordo com as necessidades sensoriais do usuário (MENEZES *et al.*, 2014).

À tecnologia, agrega-se também os benefícios motores, haja vista os estímulos ao manipular os comandos de movimentação no ambiente virtual, benefícios explicitados com o uso desses equipamentos se mostram claros nos ganhos na coordenação motora fina, pois ao executarem os movimentos exigidos pelo jogo estão sendo estimuladas conexões neurais, além de tonificar a musculação e aperfeiçoar a capacidade motora do usuário (DRUMMOND *et al.*, 2002).

Acrescenta-se, ainda, benefícios cognitivos, pois ao apresentar de forma lúdica os conceitos, abordados em sala de aula, amplia-se a possibilidade de apropriação pelo usuário (YANAZE, 2012). Nota-se, com isso, o potencial que a RV possui em ser apresentada como uma TA, principalmente no que concerne a sua utilização por usuários que estão no TEA.

Os possíveis benefícios expostos incorporam fundamentos que se relacionam com estudos importantes da psicologia da educação, sendo oportuno entender melhor essas relações, como será abordado a seguir.

4.3 A UTILIZAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS NO APRENDIZADO E A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Ao abordar o uso de jogos digitais para o aprendizado, faz-se necessário refletir sobre as teorias da aprendizagem que fundamentam a metodologia empregada. Para isso, adotou-se a abordagem Histórico-Cultural. Tal teoria é fundamentada nos postulados de Lev Semionovich Vygotsky (1896 - 1934), o qual considera que a constituição do homem em todos os aspectos se dá pelo desenvolvimento histórico e das interações sociais (IVIC, 2010).

Assim, a teoria Histórico-Cultural de Vygotsky traz como objetivo principal: “caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo” (VYGOTSKY, 1984. p. 21). Assim, é relevante a construção histórica do conhecimento acumulado e as interações sociais que envolvem essa construção e sua transmissão.

Para Sousa (2015), a mediação entre objeto de estudo e sujeito se diferencia e se destaca em tal teoria, enfatizando que os instrumentos de mediação têm constituição no processo cultural e social, ressaltando, ainda, que o conhecimento é construído nas interações do aluno e do objeto, a partir da mediação dos envolvidos, haja vista as contribuições de todo o universo histórico e sociocultural dos mediadores e dos alunos. Assim, a autora entende que a aprendizagem ocorre através da interação e da intencionalidade das situações de aprendizagens que geram análises e reflexões.

Antonio Junior (2014) argumenta que a mediação, segundo a perspectiva vygotskyana, é a chave que explica a constituição da condição humana. Nota-se ainda, fundamentando-se em Vygotsky (1999, p. 331), que: “Todo o nosso comportamento não passa de um processo de equilíbrio do organismo com o meio”. Outrossim, Sousa (2015) afirma que toda a situação de aprendizagem que a criança vivencia na escola é composta de uma história prévia, interligando as situações extraclasse com as internas.

No que concerne a tal teoria em relação à aplicação de jogos digitais aqui

abordados, Lalueza *et al.* (2010, p. 47) argumentam que: “[...] toda atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas de maneira que o desenvolvimento é, em grande medida, a apropriação das ferramentas (materiais e simbólicas) do nicho cultural que a criança opera”.

No entanto, na maioria dos jogos digitais, observa-se, em destaque, as tendências behavioristas em sua configuração, dada a forte relação estímulo/resposta, (MENEZES *et al.*, 2014). Como dito anteriormente, a estratégia de uso de *games* traz consigo um forte engajamento do usuário, justamente por estar diretamente ligada a esses reforçadores psicológicos, já estudados por Watson, Pavlov, Skinner e seus simpatizantes.

Esse caráter positivista dado aos jogos digitais é notado em seus sistemas de pontuação, premiação e avanço de fase com base no nível de habilidades adquiridas. Segundo Menezes, *et al.* (2014, p. 2): “Sistemas gamificados são sugeridos como ferramenta capazes de auxiliar na mudança de conduta, individuais ou coletivas, visando o reforço de comportamentos considerados positivos para a sociedade”. Para esses autores, o behaviorismo tem relevante contribuição para delinear comportamentos. A crítica surge justamente no fato de o usuário ser pouco participativo na criação de situações que desenvolvam essas habilidades.

Porém, novas técnicas de interação em ambientes virtuais estão mudando essa lógica, já que abrem a possibilidade para os jogadores serem autores de cenários e introduzirem elementos que conectam áreas distintas do conhecimento para gerar soluções dos problemas sugeridos no contexto a que se propõe o jogo.

Antonio Junior (2014, p. 67) contribui ao afirmar que “[...] além de compreender como as características dos próprios jogadores suportam o aprendizado, pode-se avaliar a maneira pela qual os jogadores assumem papéis ativos nos jogos digitais, determinando como, quando e porque aprendem”. Esse autor ainda relata que os atrativos disponíveis - suportes, interfaces interativas, interatividades imersivas - relacionam-se com a elaboração e desenvolvimento de “[...] habilidades de planejar, prever, reelaborar, analisar o erro, de gerar e avaliar hipóteses, contribuindo para flexibilidade cognitiva e criativa”. (ANTONIO JUNIOR, 2014, p. 67)

Uma das contribuições expressivas do jogo digital é a possibilidade da reprodução de situações ou comportamentos cotidianos no espaço do *game*. Antonio Junior (2014) sintetiza, com base nos estudos de Vygotsky, que por meio de

brincadeiras e simulações reais em ambientes virtuais é possível recriar comportamentos sociais que a criança observa nos adultos.

Sendo assim, a proposta de um ambiente no qual pode-se experimentar sensações que se aproximam das relações sociais reais de forma simulada apresenta-se como instrumento possível para potencializar o desenvolvimento cognitivo, que agregará ganhos intelectuais para o indivíduo com TEA. Vê-se, com isso, uma mudança de paradigma, que distancia o usuário do jogo digital de comportamentos respondentes clássicos para algo mais reflexivo e criativo.

Segundo Alvarenga (2018), mesmo que cada teoria tenha seus princípios, todas contribuem de alguma forma no processo de aprendizagem. “O fato também de uma determinada teoria, ou autor, não ter enfatizado um determinado princípio ou concepção, não significa que para ele, esse princípio não exista”. (ALVARENGA, 2018, p. 5)

Com isso, diferentes linhas de abordagem da psicologia aplicada à educação corroboram a fundamentação de que ambientes que possibilitam aprendizagem com recursos lúdicos estabelecem uma melhor relação entre ensino e aprendizagem, possibilitando que estruturas cognitivas sejam criadas e promovam a aprendizagem.

Dessa forma, as contribuições são expressas com estudantes cada vez mais habilidosos em recursos tecnológicos. Isso confirma que contribuições sociais entrelaçam com o sistema educacional de forma indissociável, cabendo a esses recursos amplamente usados fora das salas de aula serem aproveitados e explorados positivamente para finalidades pedagógicas estruturadas e controladas, inovando a abordagem dos conteúdos e enriquecendo as práticas dos professores, com base no que defendem Moran (1995; 2018) e outros autores que estudam a aplicação de tecnologia educacional.

Isto posto, é apresentada, a seguir, a metodologia empregada a fim de embasar esta dissertação.

5 METODOLOGIA

De acordo com Drescher *et al.* (2013), para um estudo ser considerado uma produção científica, é necessário que ele seja dotado de elementos que o revista de rigor, permitindo que sobre ele seja realizado debate e que seja verificado. É nesse contexto que os métodos de pesquisa se destacam, fornecendo a robustez que um trabalho científico requer, a fim do reconhecimento como uma produção de conhecimento. Para que esta produção esteja enquadrada nessas parametrizações, será apresentado, a seguir, como se deu o desenvolvimento e a base metodológica na qual se fundamenta o presente estudo.

5.1 TIPO DE ESTUDO

O desenvolvimento da pesquisa seguiu a abordagem qualitativa, embasada no modelo de pesquisa bibliográfica, descritiva e experimento didático. O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UNESPAR, que concedeu parecer aprovando sob o nº 4.766.612, em 15 de junho de 2021.

A primeira etapa refere-se ao levantamento dos referenciais bibliográficos. Como indica Gil (2002, p. 44), esse tipo de pesquisa, “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Ela possibilita a compreensão de elementos fundantes na elaboração de conjecturas para o desenvolvimento dos conteúdos a serem apresentados e debatidos na construção da pesquisa.

Na segunda etapa, planejou-se e elaborou-se um *game* em AIRV, sendo caracterizado como experimento didático. De acordo com Hedegaard (2002, p. 214 *apud* CEDRO; MOURA, 2004, p. 8), “O experimento didático é uma concretização da afirmação de Vygotsky de que o método genético formativo é um método de pesquisa necessário para investigar a formulação e o desenvolvimento dos aspectos conscientes da relação dos seres humanos com o mundo”.

Essa fase foi norteadada pela abordagem histórico-cultural de Vygotsky, com a apresentação de atividades que possibilitam a investigação das contribuições almeçadas pelo instrumento, usando de mediações intencionais, “que são aquelas

atividades que se estruturam de modo a permitir que os sujeitos interajam, mediados por um conteúdo, negociando significados, com o objeto de solucionar coletivamente uma situação problema”. (CEDRO; MOURA, 2004, p. 1)

Esses encaminhamentos estão fundamentados na teoria do Ensino Desenvolvimental. Barros (2016), baseado na obra de Davydov, afirma ser possível explicar como os alunos formam conceitos quando submetidos a atividades estruturadas que estimulem o desenvolvimento cognitivo. Nesse sentido, o professor apresenta atividades que sejam significativas e possibilitem a formação do pensamento científico, e se posiciona como mediador entre os conceitos e os alunos.

Nesse contexto, perspectivando alunos com TEA, possibilitar atividades significativas é vital, dadas as especificidades desses alunos que, como demonstrado anteriormente, solicitam um planejamento individualizado capaz de contemplar seus focos de interesses (ORRÚ, 2019).

5.2 CONTEXTO DE ESTUDO

Para esta pesquisa, foi consolidada uma parceria com a Associação Pestalozzi de Anápolis, Centro de Atendimento Especializado Luciano Odair Sanches Borges, instituição que faz atendimento educacional especializado a pessoas que se enquadram no perfil desta pesquisa. Essa Unidade está localizada na cidade de Anápolis, região central do Estado de Goiás, Estado do Centro-Oeste brasileiro. A cidade conta com 396.526 habitantes, segundo dados de 2021 publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Instituição deu início aos seus atendimentos nessa Unidade em abril de 2021, sendo que na ocasião da pesquisa estava oferecendo atendimento a 121 (Cento e vinte e uma) crianças e adolescentes com Deficiência Intelectual (DI), TEA e Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), com a oferta de serviços gratuitos nas áreas de psicologia, fonoaudiologia, fisioterapia, musicalização, neuropediatria, nutricionista, psicopedagogia, assistência social, jurídica e recreação esportiva. Além disso, tem estabelecido parcerias para que possa ofertar formação técnica para profissionais da educação para atender os alunos com TEA da instituição e da rede regular de ensino.

Essa Associação possui em seu leque de atuação convênios com outras

instituições que oferecem formação técnica em áreas da saúde física e mental. Ainda, a instituição vem se estruturando para ampliar seus serviços, haja vista a crescente demanda por serviços de atendimento nas áreas supracitadas, uma vez que atualmente já se acumula cerca de 80 (oitenta) potenciais assistidos na fila de espera.

5.2.1 Participantes do estudo

Para esta pesquisa, buscou-se participantes com TEA que não tivessem desenvolvido conhecimentos matemáticos básicos, e que estavam com idade superior a cinco anos de idade e sendo atendidos no departamento de psicopedagogia da instituição parceira da pesquisa, com indicação inicial de quatro participantes, apresentados pela equipe de psicopedagogas da instituição, vindo, após a análise, ser selecionado um participante.

A direção da instituição assinou o termo de anuência exigido pelo CEP, como também os profissionais colaboradores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Como a pesquisa envolve o uso de equipamentos, é necessária a familiarização para seu uso correto, por isso, foi preciso proporcionar um período de ambientação com esses equipamentos a fim de que os experimentos se dessem sem intercorrências.

5.2.2 Critérios de inclusão e exclusão dos participantes

A seleção dos participantes foi por meio de indicação dos profissionais que atendem no departamento de AEE da instituição parceira, mediante aprovação pelos seus responsáveis legais. Quanto aos participantes diretamente ligados à pesquisa, além dos profissionais envolvidos, também temos os participantes diagnosticados com TEA que tenham déficit de conhecimentos de matemática, como descrito anteriormente, e que aceitem o uso do equipamento de Imersão em Realidade Virtual.

Já para a exclusão, além dos que se negarem a participar da pesquisa espontaneamente ou que não tenha diagnóstico de TEA, também foram excluídos os estudantes que dominem os conteúdos propostos nesta pesquisa ou que não aceitassem o uso do equipamento após esgotados todos os recursos possíveis para que aceitasse o uso.

5.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para Luckesi (2005, p. 88), o instrumento de coleta de dados “[...] tem a função de ampliar nossa capacidade de observar a realidade [...]”, revelando a necessidade da elaboração de instrumento capaz de abordar as diferentes nuances envolvidas na pesquisa, a fim de apontar elementos interligados, com potencial de gerar efeitos decisórios relevantes ao estudo.

Para tanto, foi desenvolvido na fase de identificação dos participantes um questionário com a ferramenta *Google Forms* (APÊNDICE A) para que as profissionais que fazem os atendimentos de psicopedagogia da instituição onde se desenvolveu a pesquisa pudessem indicar os participantes. De acordo com Pabis (2012, p. 70), “o questionário é um instrumento de coleta de dados que é apresentado ao entrevistado por escrito e é o próprio sujeito da pesquisa que responde às questões apresentadas”.

O questionário está estruturado em quatro seções, sendo que a primeira possibilita estabelecer o perfil do participante com questões que identificam idade, sexo e escolarização. Na segunda seção, buscou-se identificar características que contribuíssem na construção customizada do *game*, visto que se faz necessário o conhecimento de condições como sensibilidade a luminosidade, a sons, texturas e se apresenta algum interesse hiperfocal.

Na seção seguinte, a terceira, foi verificado qual o conhecimento apresentado pelos possíveis participantes sobre conceitos matemáticos envolvidos no tema da pesquisa. Para esse levantamento, foram utilizadas questões fechadas baseadas na escala Likert (FRANKENTHAL, 2021), que estabelece uma graduação para cada questão apresentada.

Assim, utilizou-se uma escala de frequência entre 1 a 5, em que: 1 - não identificado; 2 - não possui; 3 - fraca; 4 - moderada; 5 - severa. Em determinada questão foi necessária a sequência: 1 - não identificado; 2 - não reconhece; 3 - às vezes; 4 - com frequência; 5 - sempre. Também foi preciso utilizar a sequência: 1 - não identificado; 2 - não faz; 3 - faz. Esse processo visou também identificar o uso de recursos digitais de jogos.

Na quarta seção, o instrumento faz referência à utilização de recursos e metodologias de intervenção aplicadas pelos profissionais. Neste caso, optou-se por questões abertas que permitiram a exposição espontânea dos colaboradores.

Após a aplicação do questionário passou-se para a análise do material, como relatado a seguir.

5.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

O instrumento de pesquisa possibilitou identificar elementos como idade, sexo, situação escolar, especificidades para fins de customização do *game*, tais como hipersensibilidades e eixos de interesse, seus conhecimentos sobre conceitos matemáticos, bem como possíveis estratégias de intervenções.

Com base na primeira seção do instrumento de pesquisa, foram visualizadas a possibilidade de informações sobre o perfil dos possíveis participantes: 75% são do sexo masculino e 25% do sexo feminino, que estão com idade entre 5 a 15 anos, todos estão frequentando o sistema regular de ensino entre o Educação Infantil e o 8ª ano do ensino fundamental; todos em escolas públicas.

Quanto ao período que frequentam a escola regular, metade está no matutino e a outra metade no vespertino e, em apenas um dos casos se encontram alfabetizados. Esse fato é relevante, já que existem casos em que temos participantes frequentando o 8º ano do ensino fundamental. Quanto a estar sendo assistido pelo AEE da unidade de matrícula, temos apenas um caso.

Na segunda fase do instrumento de pesquisa, a investigação foi direcionada para os elementos que pudessem contribuir para a customização do *game*, identificando nos participantes elementos característicos e peculiares das pessoas que estão na condição do TEA.

Sendo assim, buscou-se identificar, durante as sessões de atendimento psicopedagógicos, fatores como sensibilidades luminosas, sonoras e táteis, bem como se o participante demonstrava interesses restritos, os chamados hiperfocos, e ainda se apresentavam alguma dificuldade motora significativa. Para isso, foram utilizadas questões com indicações em escala Likert.

Os resultados apontaram que: em 75% não foi possível identificar e 25% não apresentaram sensibilidade à luz. Questionados sobre sensibilidade a sons e ruídos

eletrônicos de jogos digitais, 25% não possui, 50% apresentaram sensibilidade fraca e 25% apresentaram sensibilidade moderada. Em se tratando de sensibilidade tátil, 50% não apresentaram sensibilidade, não foi possível identificar em 25% e 25% apresentaram sensibilidade fraca. Ressalta-se que tais resultados foram obtidos por observação dos profissionais de psicopedagogia sem o uso de aparelhos de aferimento específico para tal medição.

Quanto à investigação sobre possível presença de hiperfoco, foi destacado que 50% não apresentaram nenhum tipo, enquanto em alguns casos, o possível participante apresenta mais de um hiperfoco.

No bloco de questões sobre os conhecimentos matemáticos relevantes para a pesquisa, revelou-se que sobre o reconhecimento de formas geométricas planas e espaciais, 25% não reconhece, enquanto 75% às vezes reconhece. A respeito da relação de grandeza diferenciando maior, menor e igual em relação a pareamento de objetos o resultado foi que: 25% não foi possível identificar, e 75% às vezes consegue estabelecer tal relação, o mesmo se repete quanto à organização dos objetos por características que os definem em conjuntos.

Também se observou a capacidade dos participantes de identificar ordenação quanto à idade, tamanho, quantidades, etc. assim tivemos que em: 25% não foi possível identificar tal habilidade, no entanto, 75% às vezes conseguem distinguir. O quesito identificar números, resultou: 25% não identifica, enquanto 75% às vezes identifica.

Quanto a conseguir relacionar de forma funcional números a sua representação de quantidades, as respostas foram: em 25% não foi possível identificar, 25% não consegue relacionar e 50% às vezes consegue relacionar de forma funcional.

Em se tratando de procedimentos e recursos de intervenção, as profissionais destacaram o uso de materiais estruturados como figuras, recursos gamificados - como banco imobiliário, materiais concretos - como blocos estilo LEGO, calculadoras e calendários.

E, finalmente, foi questionado se o participante costuma fazer uso de jogos digitais. Nesse caso, a resposta foi que 25% faz uso e 75% não faz uso desses recursos.

A aplicação dos questionários resultou em contribuições quantitativas e qualitativas, que fundamentam os parâmetros utilizados para criação do produto educacional desta dissertação.

Os dados obtidos pelo instrumento de pesquisa foram analisados pelo autor e possibilitaram após a aplicação dos critérios de inclusão na pesquisa elencar um participante, que foi convidado via TCLE e pelo Termo de Assentimento Livre Esclarecido – TALE, ambos assinados pelo pai do participante.

Como apresentado anteriormente, identificou-se o participante da pesquisa e foram realizadas observações junto ao sujeito por um determinado período.

Pode-se notar, assim, situações que conduziram o pesquisador a propor uma abordagem visando estimular o aprendizado de matemática de forma a desmistificar estereótipos percebidos quanto às questões envolvendo dificuldades operacionais e significações práticas do uso da matemática trazidas pelo participante.

À época da realização da pesquisa, o participante estava frequentando o 8º ano do ensino fundamental em sala regular de ensino, tendo acompanhamento de professora de apoio, participando de encontros na sala multifuncional do AEE da unidade escolar e tendo acompanhamento com psicopedagoga na instituição parceira na pesquisa.

Nesse contexto, o pesquisador solicitou aos pais do participante seu caderno da disciplina de matemática para, assim, ter contato com os temas que estavam sendo abordados e identificar preliminarmente elementos que contribuíssem para o desenvolvimento da pesquisa. Com isso, verificou-se que um dos temas abordados, tratava-se de operações de radiciação, e o participante apresentou resistência ao tema, haja vista seu questionamento sobre a necessidade do uso de tal conhecimento em sua vivência diária.

Durante a etapa de observações, realizada na instituição parceira, foi possível identificar algumas características importantes nesse sujeito de pesquisa, como segue: apresenta verbalização; faz relações lógicas com certa segurança; apresenta interesse por carros e mecânica; demonstra ter a cor vermelha como preferida; demonstra coordenação motora fina bem desenvolvida; está alfabetizado.

Quanto ao domínio de conhecimentos matemáticos, o participante apresentou bom desempenho quanto às operações de adição e subtração ao ser submetido ao desafio no jogo de tabuleiro Banco Imobiliário.

Porém, quanto à operação de multiplicação e divisão, ele ainda apresenta falhas conceituais e de domínio do algoritmo pertinentes à estrutura algébrica necessária para o desenvolvimento da operação e seus registros.

Contudo, notamos que o participante apresentava com frequência falhas no desenvolvimento de operações de multiplicação e divisão, fundamentais para o pleno desenvolvimento na disciplina de matemática e execução correta das atividades de radiciação que vinham sendo trabalhadas pela professora da sala de aula regular.

A partir de então, nos encontros subsequentes, foram propostas intervenções no sentido de conduzir o sujeito de forma gradativa a desenvolver o aprendizado necessário para solucionar o tema que ele relatou ser difícil e, também, pouco necessário em seu cotidiano. Tais procedimentos estão alinhados com as propostas de Suplino (2005), bem como, ao elaborarmos os desafios foram levadas em consideração a proposta do ensino desenvolvimental proposto por Davydov (1982), e por fim buscou-se aplicar as sugestões do PEI, ao elaborar atividades que estivessem diretamente ligadas as necessidades do participante da pesquisa.

Após essa constatação, o pesquisador, juntamente com a psicopedagoga que atende o participante, passou a promover a aprendizagem mais efetiva da multiplicação, pois notou-se que em alguns momentos, mesmo dominando o conceito de classes numéricas com a ordenação correta de unidades, dezenas, centenas e assim por diante, ele não seguia o algoritmo da multiplicação formal utilizado universalmente, apesar de efetuar multiplicações entre valores unitários com certa segurança.

Porém, ao evoluir para operações mais elaboradas, como a multiplicação entre números na classe das dezenas, nas quais é exigida a soma entre as parcelas obtidas das multiplicações, o participante apresentou constantes falhas, como se vê na Figura 5.

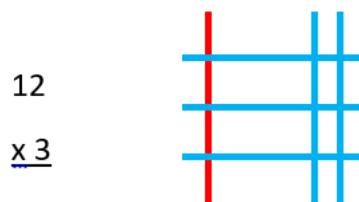
Figura 5 - Operações de multiplicação apresentadas pelo participante da pesquisa

The image shows three handwritten multiplication problems. The first is $12 \times 3 = 63$. The second is $112 \times 11 = 112$, where the second partial product is written as 112 instead of 1120. The third is $112 \times 12 = 124$, where the second partial product is written as 124 instead of 224.

Fonte: acervo próprio (2022).

Tal constatação conduziu o pesquisador a propor formas diferentes de desenvolvimento da multiplicação, e a opção foi aplicar o processo conhecido como multiplicação chinesa (OLIVEIRA, 2015). Essa técnica consiste em utilizar-se de linhas em posição de intersecção, em que se tem linhas representando a quantidade de unidades, dezenas, centenas e assim por diante, como representa a Figura 6.

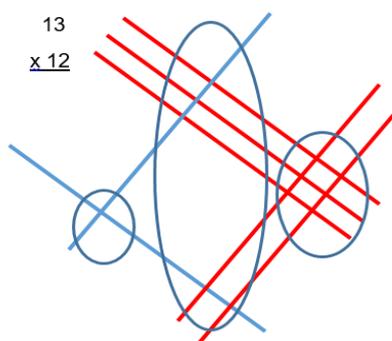
Figura 6 - Operação de multiplicação pelo método de multiplicação chinesa



Fonte: acervo próprio (2022).

Nessa imagem, na horizontal, está a representação do número três, e na vertical o número doze. Note que as linhas estão distanciadas de acordo com a classe unidades e dezena. E, por sugestão da psicopedagoga que atende o participante, adotou-se cores diferentes para cada classe, sendo a execução procedida pela contagem dos pontos de intersecção entre as linhas. Na Figura 7 estão destacados os grupos de intersecção que formam o resultado da operação sugerida, como uma disposição em diagonal, a fim de destacar os grupos de interesse.

Figura 7 - Multiplicação método chinês com linhas na diagonal

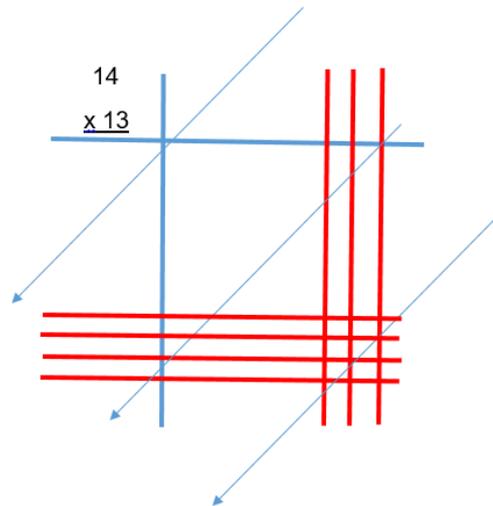


Fonte: acervo próprio (2022).

Na próxima representação, Figura 8, vê-se as linhas posicionadas horizontalmente e verticalmente, tendo, indicado com setas, os grupos de

intersecções que geram os resultados da multiplicação sugerida. Esse exemplo explora, em particular, os casos em que a quantidade de unidades é superior a nove.

Figura 8 - Multiplicação método chinês com linhas horizontais e verticais

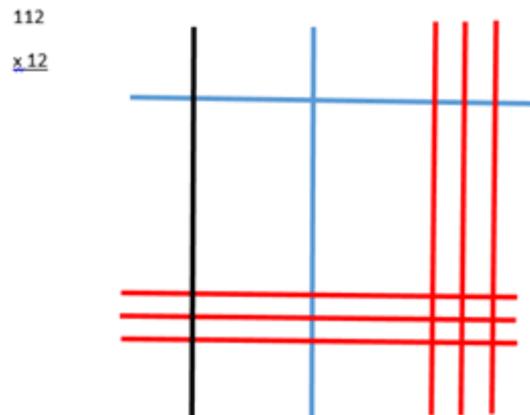


Fonte: acervo próprio (2022).

Sempre que a quantidade de pontos de intersecção for superior a nove, registra-se o valor da unidade dessa quantidade e o valor que representa a dezena é registrado na próxima classe, sendo contado juntamente com os pontos visualizados das intersecções efetivas das próximas linhas.

Por sugestão da psicopedagoga, adotou-se linhas vermelhas para a unidade, por ser a cor pela qual o sujeito da pesquisa mais se atrai. Como a atividade sempre se inicia pela contagem das intersecções entre as linhas que representam as unidades dos números envolvidos, optou-se por esse critério a fim de ser mais atraente e confortável para o participante.

Figura 9 - Multiplicação método chinês customizada ao participante

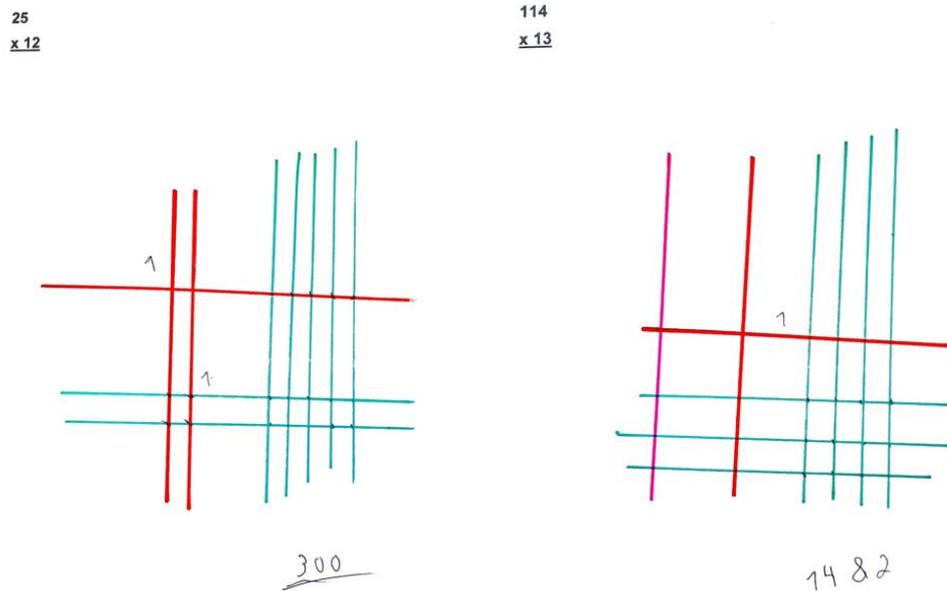


Fonte: acervo próprio (2022).

A princípio, notou-se nessa disposição das linhas maior complexidade na visualização para a formação dos grupos de intersecção se comparada com a disposição em diagonal. Mas quando foram desenvolvidas algumas repetições do método com gradativa implantação de dificuldades, observou-se que o sujeito se apropriou da mecânica da operação sugerida.

Em seguida, foram fornecidas apenas a conta montada tradicionalmente, e a ele foi solicitado que criasse as linhas representativas dos números a ser efetuada a multiplicação. Para essa atividade, foram disponibilizadas ao participante uma folha em que estava a operação de multiplicação a ser realizada, régua e pincéis coloridos. Solicitou-se que ele escolhesse uma cor para traçar a unidade do primeiro valor envolvido e em seguida que escolhesse outra cor para traçar as linhas que simbolizam as dezenas, e assim por diante para cada situação de aprendizagem proposta na atividade. O participante construiu e executou as operações com pleno domínio, como segue a imagem apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Operação efetuada pelo participante, utilizando o método da multiplicação chinesa



Fonte: acervo próprio (2022).

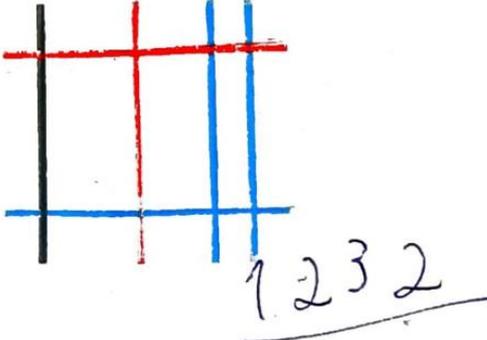
Observou-se, com a sequência gradativa de situações de aprendizagem apresentada, que o sujeito se concentrou por maior tempo e sentiu segurança em apresentar a resposta das operações sugeridas.

Assim, na sequência, apresentou-se as mesmas operações para serem efetuadas no modelo tradicional de operação de multiplicação, posicionando um fator em uma linha e o outro fator na linha de baixo com o indicativo do operador padrão de multiplicação (x). Em seguida, foi-lhe indagado como deveria ser efetuada tal multiplicação envolvendo números na classe das centenas com números na classe das dezenas. O participante descreveu corretamente os procedimentos que iria utilizar para efetuar a multiplicação sugerida utilizando o método chinês e também o método tradicional.

Tal relato revelou que o participante já se apropriou, em algum momento antes das intervenções, do algoritmo tradicional da multiplicação, mas por algum motivo, que não será possível identificar neste trabalho, quando foi solicitado livremente que fizesse a multiplicação, a executou de forma divergente do que relatou (Figura 12).

Seguem nas próximas figuras (11 e 13) os registros das operações mediadas pelo pesquisador, nas quais foi questionando ao participante, para cada operação, como iria efetuar-las e como iria registrar: pelo método chinês ou tradicional.

Figura 11 - Registro de multiplicação pelo método de multiplicação chinesa

$$\begin{array}{r}
 112 \\
 \times 11 \\
 \hline
 \end{array}$$


Fonte: acervo próprio (2022).

A imagem a seguir (Figura 12) retrata a mesma operação efetuada utilizando o algoritmo tradicional da multiplicação, sem a mediação do pesquisador.

Figura 12 - Multiplicação tradicional sem mediação

$$\begin{array}{r}
 112 \\
 \times 11 \\
 \hline
 112
 \end{array}$$

Fonte: acervo próprio (2022).

A seguir, obteve-se o resultado de quando o pesquisador questiona ao participante sobre o método tradicional de multiplicação. Como relatado anteriormente, a sequência a ser desenvolvida para efetuar a multiplicação lhe é apresentada de forma correta.

Figura 13 - Multiplicação pelo método tradicional efetuada com sucesso

$$\begin{array}{r} 112 \\ \times 11 \\ \hline 112 \\ 1120 \\ \hline 1232 \end{array}$$

Fonte: acervo próprio (2022).

Após a aplicação desses desafios de aprendizagem, foi possível visualizar o encaminhamento para o *game* em Realidade Virtual Imersiva com situações problemas, atendendo a uma sequência didática que conduz às observações necessárias de acordo com os objetivos do experimento.

6 DELINEAMENTO DO PRODUTO

O Recurso Educacional proposto trata-se de um *game* em Realidade Virtual Imersiva, customizado às especificidades de sujeitos com o TEA, para o ensino e aprendizagem de conhecimentos matemáticos fundamentais, como a multiplicação. O produto foi denominado RIMATEA, que é o acrônimo para Realidade Imersiva e Matemática para Alunos com Transtorno do Espectro Autista.

O título foi inspirado no contexto da pesquisa para retratar os elementos que estão presentes neste trabalho. Ele foi definido colaborativamente com os colegas da mesma linha de pesquisa no Profei e orientadores, pois foram apresentadas duas sugestões, tendo 80% de indicação para esse título. Segue na Figura 14 a logo do RIMATEA.

Figura 14 - Logo do *game* RIMATEA



Fonte: acervo próprio (2022).

O produto é um *game* em RV destinado a usuários na condição de TEA. Ele foi customizado para atender às especificidades do participante da pesquisa, de forma a possibilitar que seus eixos de interesse sejam aproveitados para apresentar situações de aprendizagens.

Também foram consideradas as condições sensoriais nesse processo de customização, a fim de que promova conforto, neutralizando interferências que desencadeiam eventos desfavoráveis, como crises emocionais, desatenção, fuga de atividades e outros episódios que atrapalham os momentos de estudos.

A incidência da falta de interesse por ensinamentos propostos tradicionalmente em sala de aula, períodos curtos de concentração em atividades escolares, gosto por equipamentos eletrônicos, habilidades com recursos gamificados, atenção restrita a determinados estímulos como: objetos, animais, sons, vídeos, comuns nos sujeitos com TEA, são fatores que consideramos para este estudo.

Despertou-se, assim, a atenção para construir mundos virtuais que atendam a essas especificidades, visando possibilitar a promoção de aprendizagens desses

alunos, dando-lhes maior autonomia, independência e qualidade de vida.

Nesse sentido, o objetivo geral do Recurso Educacional, RIMATEA, é potencializar a concentração do usuário, possibilitando maior apropriação dos conteúdos propostos no *game*. Os objetivos específicos voltam-se para: desenvolver a percepção de quantidades; identificar características semelhantes e distintas para a generalização de operações de multiplicação; desenvolver abstrações que facilitem a execução de situações envolvendo as operações fundamentais de matemática, como soma, subtração, multiplicação e divisão; e potencializar a confiança na execução de operações aritméticas.

Para o desenvolvimento do *game*, realizou-se um estudo prévio com um sujeito que apresenta TEA, de treze anos, matriculado em sala de aula regular de escola pública no 8º ano do ensino fundamental.

Juntamente com a psicopedagoga que atende o aluno, identificou-se que o estudante apresentava habilidades em desenhos, com foco em automóveis, e tinha preferência pela cor vermelha, preservava noções de relação de igualdade entre grandezas, como a preservação de volume mesmo que em recipientes de formas diferentes, fato constatado a partir de experimento com a troca de volume contido em um recipiente para outros. Ainda, foi possível notar a presença do conceito de comutatividade, pois foram apresentadas pelo pesquisador operações de multiplicação com tais propriedades e o participante afirmou que ambos os casos teriam o mesmo resultado.

Notou-se, por meio de apresentação de operações clássicas de multiplicação e divisão, uma confusão com o sistema numérico, não respeitando o algoritmo de multiplicação tradicional e utilizando-se dos dedos frequentemente para efetuar operações.

O participante tem interesse em jogos de tabuleiros, como banco imobiliário, viagem pelo mundo, entre outros, pois quando tais jogos foram apresentados pela psicopedagoga ele demonstrou forte interesse e envolvimento. Também se observou muito interesse em *games* eletrônicos e que ele possui coordenação motora fina bem desenvolvida, seja em desenho ou em jogos que exigem tal habilidade, como o mini basquete, jogo que simula o lançamento de uma bola ao cesto de basquete por meio de uma plataforma de lançamento em que a bola está presa a um cordão e posicionada sobre essa plataforma e o jogador pressiona a plataforma e ao soltar a

bola é arremessada para a tabela de basquete.

A partir dessas identificações, foram criados desafios para atender à demanda de forma customizada, apresentando elementos que além de conter provocações que estimulam a atenção, dado o foco de interesse do participante, ainda agregam intencionalidade de situações de aprendizagem frente aos déficits conceituais por ele apresentados.

Espera-se que com a captura da percepção do ambiente físico para a imersão em um ambiente digital, projetada com elementos interativos e controláveis, atenda-se às condições clássicas apresentadas pelos sujeitos com TEA, como sensibilidades sensoriais e hiperfocos, e o produto consiga facilitar a apresentação de conhecimentos matemáticos, como afirma Malaquias (2012).

A seguir, a caracterização do *game*, no qual são apresentadas as fases e desafios que o usuário terá que desenvolver durante sua interação.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO RIMATEA

O *game* em realidade virtual imersiva captura o jogador da percepção do ambiente físico, conectando seus sentidos a estímulos apresentados em um cenário projetado virtualmente, possibilitando, assim, aproveitar esse meio para inserir elementos especialmente elaborados para a promoção de um objetivo específico de aprendizagem de matemática para alunos com TEA.

Dadas as especificidades de aprendizagem desses alunos, pois são recorrentes as dificuldades de longos períodos de concentração em atividades que não lhes são atrativas, faz-se necessária a elaboração de recursos de ensino e aprendizagem que atraiam e estimulem o ato de estudar os conteúdos escolares.

Segundo Yanaze (2012, p. 18), “os games, como toda tecnologia, transforma o ser humano, seja nos seus reflexos ou na velocidade de raciocínio, seja na construção do imaginário ou nas concepções de sociabilidade”.

Nesse sentido, a customização de um jogo que atenda de forma mais atrativa aos interesses de alunos com TEA é importante na prática pedagógica com esses alunos. Para tanto, pretende-se com este protótipo levar uma opção de Tecnologia Assistiva digital que potencialize o processo de aprendizagem dos conteúdos matemáticos, de forma gamificada em Realidade Virtual Imersiva.

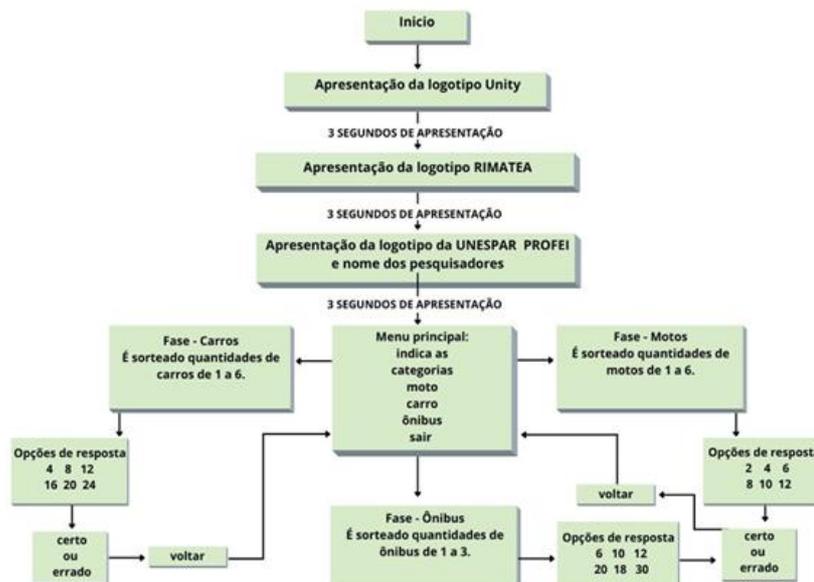
O presente produto foi programado na plataforma Unity®, habilitado para ser executado no Sistema Operacional Android. Até o presente momento ainda não foi disponibilizado em lojas de aplicativos específicas, estando restrito para uso dos pesquisadores, aguardando as devidas validações para a possível liberação ao público.

O desenvolvimento, programação e design do *game* (ANEXO I) foram realizados pelo Professor Dr. Leandro Key Higuchi Yanaze, membro do CODE - Grupo de Pesquisa em Comunicação, Design e Tecnologias Digitais da Unifesp, Universidade Federal de São Paulo, que auxiliou o pesquisador para customização do RIMATEA.

Isso resultou em um ambiente associado ao foco de interesse do participante, trazendo elementos associados ao tema veículos motorizados, sendo implementados desafios de aprendizagens envolvendo a identificação e quantificação de veículos no ambiente virtual, bem como a totalização de pneus visualizados em cada módulo apresentado.

A seguir, na Figura 15, o fluxograma do RIMATEA, a fim de melhor compreender a estrutura algorítmica seguida na construção do *game*.

Figura 15 - Fluxograma do funcionamento RIMATEA



Fonte: acervo próprio (2022).

Observando a evolução do usuário, foi possível a obtenção de informações qualitativas e quantitativas quanto aos acertos ou erros nos desafios e, também, a agilidade na execução das tarefas, permitindo a evolução nas intervenções, de forma

a reforçar a internalização dos objetivos pedagógicos propostos no *game*.

Espera-se que o *game* contribua com a apropriação de conteúdos matemáticos a sujeitos com TEA ou até mesmo aos sujeitos que exigem abordagens diversificadas no ato de ensinar, possibilitando uma aprendizagem efetiva, apoiada em metodologias que estimulem a criatividade, o interesse e promovam a construção de tais conceitos de forma consistente.

Os desafios do *game* são apresentados por um robô (Abílio, cujo significado do nome é “o que tem habilidade”). A autora do personagem foi a filha do pesquisador, que à época estava com dez anos de idade. Segue a Figura 16 apresentando o Abílio.

Figura 16 - Robô Abílio



Fonte: acervo próprio (2022).

Esse personagem irá auxiliar nas tarefas durante o *game*, sendo ainda o responsável por dar as orientações das ações a serem desempenhadas pelo jogador e fazendo narrações de informações, além de parabenizar o jogador a cada etapa concluída com sucesso e alertar sobre erros nas atividades propostas.

O *game* acontece num local onde existem elementos ligados ao interesse restrito do jogador. O jogador terá que realizar desafios propostos em camadas com níveis de dificuldades diferentes, indo de nível inicial, para intermediário e avançado, representando veículos diferentes, como apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Menu inicial do RIMATEA



Fonte: acervo próprio (2022).

Tais desafios envolvem os conhecimentos matemáticos propostos, como operações algébricas fundamentais de soma e multiplicação, e têm por objetivo estimular a generalização de conceitos de matemática de modo a favorecer o desenvolvimento de habilidades quanto a operações de multiplicação. Os desafios foram distribuídos em três categorias de veículos:

I – Moto: o jogador terá que visualizar quantas motos há na cena sorteada, que variam de um a seis, e totalizar a quantidade de pneus presentes. Em seguida, deve registrar sua resposta no painel.

Figura 18 - Ambiente RV do RIMATEA – motos



Fonte: acervo próprio (2022).

II – Carro: O jogador terá que visualizar a quantidade de carros presentes no cenário, que variam de um a seis, e totalizar a quantidade de pneus. Em seguida registrar no painel a sua resposta.

Figura 19 - Ambiente RV do RIMATEA – carros



Fonte: acervo próprio (2022).

III – Ônibus: O jogador terá que visualizar os ônibus no cenário que variam de um a três, devido ser um veículo de grande porte e, assim, ocupa o espaço disponível na disposição da tela. Ele deve seguir os mesmos procedimentos anteriores de totalização e registro da resposta (Figura 20).

Figura 20 - Ambiente RV do RIMATEA – ônibus



Fonte: acervo próprio (2022).

Se o jogador acertar a resposta, será emitida uma mensagem de áudio narrada pelo Abílio parabenizando-o pela resposta (Muito bem! Você está de parabéns!). Porém, se a resposta não estiver correta a mensagem narrada sugere que o narrador tente outra vez (Ah, que pena! Tente outra vez!). Nesse momento, o *game* vai para uma tela com a opção de voltar ao menu inicial para o participante escolher a categoria de desafio, como visto na Figura 21.

Figura 21 - Ambiente RV do RIMATEA – voltar menu inicial



Fonte: acervo próprio (2022).

As falas têm o objetivo de serem sensíveis na comunicação, de forma que o participante se sinta motivado a continuar a busca pela solução correta. Foi evitado também o reforço por alguma forma de ganhar ou perder pontuação, já que se pautou em uma perspectiva pedagógica Histórico-Cultural, evitando promover o engajamento no *game* por proposta que remete à linha mais positivista, alinhada ao acúmulo ou perda de pontos.

Dessa forma, foi possível customizar algumas particularidades apresentadas pelo participante da pesquisa e, assim, avançar no apoio em sua aprendizagem. Isso posto, foi aplicada uma intervenção junto ao participante e foram observadas algumas situações para verificar a aceitação e o desempenho dele nos desafios, discussão que será apresentada no próximo capítulo.

7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Diante do complexo contexto do TEA, a presente pesquisa teve por desafio investigar especificidades que afetam em vários aspectos da aprendizagem, desde restrições significativas até habilidades importantes.

A educação, como muitos ramos da sociedade, exige permanente evolução, e o modelo de escola tradicional de ensino binário, em que temos o emissor (professor) e receptor (aluno), não tem espaço na atualidade (MORAN, 2018).

A inquietação por promover um ensino de qualidade e acessível a todos deve ser estimulada, a fim de que surjam inovações capazes de ampliar o conhecimento previsto pela escolarização.

Este trabalho parte da provocação de uma vivência no contexto da pessoa com TEA, suas potencialidades e especificidades. Em que a sensibilidade do educador deve ser estimulada no sentido de aceitar o desafio de construir um vínculo com seu aluno, seja com TEA ou neurotípico. E assim, identificar seus potenciais focos de interesse (ORRÚ, 2019), desenvolvendo desafios de aprendizagens customizados, capazes de promover maior atenção e interesse do aluno.

As leituras realizadas se mostraram provocativas, evidenciando que a inclusão plena escolar solicita o engajamento de vários atores, a participação efetiva da família, professores, equipe pedagógica e demais funcionários da unidade escolar. E em se tratando de alunos com TEA, a colaboração de equipe multidisciplinar também se mostra essencial.

Destaca-se que os esforços para que seja efetivada tal proposta de inclusão têm sido intensificados de forma legal no âmbito nacional em vários documentos e políticas, como a própria Constituição Federal de 1988, a LDB 9394/96, entre outras e, mais recentemente, no Decreto Nº 7.611, de novembro de 2011.

Tais legislações garantem, principalmente, a universalização de matrícula e a permanência dos alunos. Na atualidade, a preocupação maior está focada na apropriação dos conhecimentos por parte dos alunos, sejam eles alunos EESEE ou não.

Em se tratando de alunos na condição do TEA, suas especificidades requerem, na maioria dos casos, uma atenção da equipe escolar, que deverá fomentar as

potencialidades desses alunos, identificando individualmente tais características. Traçando-se, assim, estratégias que almejam o aprendizado fundamentado em atividades atrativas ao interesse específico desse aluno com peculiaridades acentuadas.

Com isso, manter por períodos cada vez mais longos seu interesse nas atividades acadêmicas e reduzindo comportamentos inadequados e crises disruptivas que podem ser verificadas em alunos com TEA, seja qualquer o nível de apoio que ele requeira.

A preocupação com o ensino de matemática para esse público, em alguns casos, é ainda mais desafiadora (WALKER; BORGES, 2020), dado que a abstração das conjecturas matemáticas exige certo grau de imaginação que pode não estar ainda desenvolvido para esses alunos. Por isso, há necessidade de atenção individualizada para, assim, como destacado por Suplino (2005) e Orrú (2019), elaborar com base no CFN, um PEI que atenda às especificidades do aluno.

Para tanto, concentrou-se atenção nas dificuldades de ensino e aprendizagem de matemática que o participante da pesquisa apresentou. Estas, relacionadas a operações de multiplicação, apontou defasagem significativa, que estava gerando desinteresse por conteúdos matemáticos nos quais são exigidas tais habilidades.

Seguiu-se para as sessões de observação *in loco* do participante selecionado, momento em que foi possível identificar as suas especificidades de aprendizagem, como relatado anteriormente. Esse processo foi essencial para a customização do *game*.

Com isso, produziu-se uma sequência de situações de aprendizagem no formato impresso, apresentado anteriormente, envolvendo os conhecimentos que o participante possivelmente se apropriará com o *game*. Em seguida, aplicou-se esses desafios para extrair informações que embasassem a customização do *game*.

Após o desenvolvimento do *game* realizou-se uma sessão de intervenção com o estudante com TEA participante da pesquisa para avaliar o produto e o desempenho do aluno. A sessão de intervenção foi realizada na instituição parceira, na cidade de Anápolis. A aplicação do experimento foi realizada na sala de psicopedagogia, que oferece recursos como quadro branco para anotações, mesa para estudo e materiais pedagógicos utilizados no atendimento educacional especializado. A sessão durou 1h 10min.

O participante, como relatado, já possui certa familiaridade com jogos eletrônicos, fato que facilitou a explanação da mecânica do RIMATEA. Assim, o pesquisador realizou, antes de acessar o *game*, uma apresentação oral de como seria o desenvolvimento dos desafios e como o ambiente em RV do RIMATEA se apresenta, extraindo assim os relatos a seguir.

7.1 AVALIAÇÃO DO PRODUTO

Para avaliar a intervenção do *game* junto ao participante, além da observação do pesquisador, foi elaborado um questionário (APÊNDICE C) com a finalidade de extrair do participante sua percepção quanto ao uso do recurso no que se refere às suas contribuições pedagógicas e funcionais.

Quanto às contribuições pedagógicas extraídas do questionário, foi possível identificar que dos variados recursos utilizados durante as intervenções desde o início da pesquisa até a aplicação da intervenção com o RIMATEA, o recurso com avaliação máxima dada pelo participante foi a que utilizou o *game*.

Quando questionado sobre possíveis dificuldades, o participante relata ter sentido dificuldades nas contas, mas que as dificuldades foram diminuindo com as execuções.

Além do questionário, foi realizada uma verificação pedagógica, a partir da qual foi elaborada uma planilha (APÊNDICE B) para registros quantitativos do desempenho nos variados desafios apresentados no *game*.

O participante foi orientado a realizar várias repetições dentro de cada módulo (moto, carro, ônibus), até que fosse possível acessar cada desafio (nível 1 a 6) do módulo ao menos uma vez, por ser aleatória a definição do ambiente a cada acesso. Dessa planilha, construiu-se a Tabela 1, apresentada a seguir.

Tabela 1 - Execução do RIMATEA por módulos e níveis

Tabela de execução do RIMATEA							
Módulo	Eficiência	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
Moto	Acerto	1	1	6	2	2	1
	Erro				1		
Carro	Acerto	2	2	8	3	2	2
	Erro					1	
Ônibus	Acerto	1	2	2			
	Erro	2					

Fonte: acervo próprio (2022).

Assim, observou-se que, dos quatorze acessos ao módulo moto, o participante cometeu apenas um erro, e esse erro foi no primeiro acesso, provavelmente por ainda não ter se ambientado ao *game* e por isso não notou todas as motos que estavam na cena. Notou-se, ainda, que o participante associou de imediato a quantidade de motos e pneus, demonstrando agilidade no processo de identificar e apresentar as respostas com precisão. No módulo carro, foram vinte repetições e novamente apenas um erro, também por não observar o ambiente todo para localizar todos os carros que ali estavam.

E, por fim, no módulo ônibus, foram executadas sete repetições, das quais o participante cometeu dois erros, pois estava confundindo a informação que o robô Abílio fornece: “Aqui tem uma pegadinha, nos ônibus, os dois eixos traseiros têm pneus duplos, então quantos pneus temos?” Nesse nível já era esperada tal dificuldade, dada a complexidade intencional do desafio. Na terceira tentativa, o participante notou a diferença entre os eixos traseiro e dianteiro e a partir de então teve êxito em todas as execuções.

O participante apresentou uma evolução crescente em agilidade e precisão em relação aos desafios apresentados. Fato entendido como positivo, dado que possibilitou notar a confiança ao responder os desafios ao passo que novas interações eram apresentadas.

O participante ainda foi questionado sobre sua percepção acerca dos aspectos funcionais, como conforto quanto aos elementos visuais, sonoros e apoio fornecidos pelo Abílio. O participante declarou que a adequação da luminosidade do ambiente e das cores estavam ótimas e boas, respectivamente, e que as orientações do Abílio eram ótimas.

Quando questionado sobre que elementos no RIMATEA mais atraiu sua atenção, o participante respondeu ser os carros. Dentro desse parâmetro, ainda foi solicitado que o participante contribuísse com sugestões de melhorias para possíveis atualizações do *game*. Ele sugeriu que fosse incluída uma mão virtual para movimentar dentro do ambiente; que fosse colocado enfeites que, na percepção do participante, poderia ser elementos ligados à oficina, como painéis de ferramentas, entre outros associados à oficina; e, por fim, que tivesse mais carros.

Diante do exposto, afirma-se que o objetivo proposto pelo *game* foi alcançado, por levar o conhecimento matemático de forma atrativa e potencializar o aprendizado de alunos com TEA. Com isso, são apresentadas as considerações a respeito da presente pesquisa.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou verificar que, ao ampliar a atenção as potencialidades que um sujeito com TEA apresenta, tem-se a oportunidade de desenvolver metodologias, técnicas e tecnologias que os apoiem mediante as suas singularidades.

Ao passo que a sociedade almeja ser cada vez mais inclusiva e reconhece na pessoa com deficiências as suas potencialidades e buscar garantir sua posição como sujeito de direito à cidadania plena, surgem várias questões e demandas importantes, principalmente no campo da educação visando efetivar a inclusão.

Diante desta perspectiva, a proposta de investigar como o AIRV pode contribuir para atender as especificidades e aos interesses do aluno com TEA, auxiliando na aquisição dos conhecimentos básicos na área da matemática, além de corroborar com reflexões sobre questões importantes no âmbito educacional.

Assim, com a perspectiva de aprimorar as práticas didáticas convencionais, apresentou-se, além de uma contextualização histórica legal da inclusão no país, bem como uma caracterização da pessoa com TEA, que conduziu a presente pesquisa na busca de sugestões que se relacionam com propostas curriculares voltadas as especificidades do aluno com TEA. Neste propósito, foi apresentado o CFN, como proposta de apoio à construção de bases que promovam a apropriação significativa dos conhecimentos para estes sujeitos.

Fundamentados nos princípios do CFN, foi possível reconhecer no participante da pesquisa suas potencialidades e necessidades de apoio.

No tocante a identificar como esse participante foi beneficiado com o uso do AIRV na aprendizagem de matemática, o experimento didático utilizado que explorou as técnicas operatórias da multiplicação, também se mostrou importante, ao revelar as potencialidades que o mesmo possuía, bem como identificar que apoios devem ser disponibilizados no AIRV, para desenvolver as potencialidades e superar as limitações identificadas quanto a operação de multiplicação.

Com isso, certificou-se, na proposta, relevantes benefícios, haja visto que, ao customizar os desafios de aprendizagem aos eixos de interesse do participante, houve significativo engajamento nas atividades propostas, assim como sua demonstração de agilidade progressiva na resolução dos desafios apresentados no AIRV.

Constatou-se que, na atualidade, o uso de TDIC, Tecnologias Assistivas,

Metodologias Ativas, DUA, PEI, entre outros recursos, agrega consideravelmente avanços benéficos na escolarização do aluno com TEA.

Enfim, ao tratar de tecnologias que apoiam o sistema educacional, dispõe-se de recursos que não requerem avançados meios tecnológicos e eletrônicos, para que se promova a acessibilidade necessária à efetivação da aprendizagem, como verificado no experimento didático utilizado.

Verificou-se ainda que, recursos envolvendo a arquitetura de *game* têm se apresentado com potencial robusto para atrair a atenção e promover engajamento nas atividades a estes alunos de especificidades marcantes.

Constatou-se em estudos, indicações em relações a tecnologia AIRV, como colaboradoras, agregando importantes melhorias na aprendizagem, nas mais variadas áreas e, especificamente na matemática, sua utilização tem sido promissora.

A investigação revelou que os AIRV podem oferecer contribuições significativas para a aprendizagem de alunos com TEA. Porém, quanto à utilização de AIRV no ensino de matemática a alunos desse grupo, não há muitas pesquisas, sendo ainda uma área que requer avanços.

Consequentemente, buscou-se fundamentos em trabalhos que utilizam a RV na educação e em estudos sobre o ensino e aprendizagem utilizando tais recursos, bem como em estudos que abordam o ensino de matemática a alunos com TEA que fundamentassem a hipótese elaborada pelo pesquisador.

Sendo assim, os apontamentos tratados nesta pesquisa fundamentam a proposta de que recursos de tecnologias digitais baseados em Realidade Virtual Imersiva podem ser ferramentas facilitadoras na apropriação de conhecimentos matemáticos por alunos com TEA.

De posse desses estudos, salienta-se que, para melhor aproveitar o universo de possibilidades da tecnologia de AIRV e as recomendações dos especialistas em educação e dos pesquisadores em TEA, é necessário aproveitar os focos de interesse desses alunos, identificando as suas potencialidades para que sejam criadas situações de aprendizagem que atendam de forma customizada e flexibilizada, promovendo engajamento do aluno nas atividades.

Visando o ensino de matemática para esses alunos, pode-se, com tais propostas, efetivar o aprendizado, bem como minimizar os episódios que desfavoreçam o desenvolvimento das atividades pedagógicas propostas.

Evidenciou-se que os recursos em AIRV para alunos com TEA são de grande valia, mas como em todos os recursos que se utiliza para a aprendizagem, existem situações de limitações, como: possíveis restrições orçamentárias para aquisição de equipamentos, no desenvolvimento dos ambientes customizados, no domínio da tecnologia pelos usuários, e ainda restrições quanto a longos períodos de uso do equipamento.

Esta pesquisa possibilita que trabalhos futuros aprofundem sobre o tema e tragam contribuições em outras áreas do conhecimento escolar para o atendimento dos alunos com TEA.

Por fim, a pesquisa poder ser retomada, expandindo-se para um público maior, generalizando com maior precisão argumentos que de forma provocativa tenham sido apontados no presente trabalho, buscando aprimorar e implementar elementos no *game* que venham a favorecer e fortalecer o ensino e aprendizagem dos alunos na condição do TEA.

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se:

- O uso da Realidade Virtual no apoio à independência em rotinas diárias que utiliza a matemática em alunos com Transtorno do Espectro Autista.
- Matemática em Realidade Virtual na promoção de interação social a alunos com Transtorno do Espectro Autista.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. E. A. Práticas Pedagógicas com Recursos Digitais: Instrucionista ou Construtivista? **INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática**. Porto Alegre, v. 21, n. 3, set./dez. 2018.

ALVES, L. M. **Gamificação na educação: aplicando metodologias de jogos no ambiente educacional** [versão eletrônica]. Joinville: SC, 2018. 99p.

ALMEIDA, S. S. A, *et al.* Transtorno do espectro autista. **Resid Pediatr.** 2018; 8 (0 Supl.1):72-78 DOI: 10.25060/residpediatr - 2018. v. 8. P. 1-12. Disponível em: <https://residenciapediatrica.com.br/detalhes/345/transtorno%20do%20espectro%20autista> . Acesso em 06 fev. 2022.

AMANCIO, D. T.; SANZOVO, D. T. Ensino de Matemática por meio das tecnologias digitais. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 47, 8 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/47/ensino-de-matematica-por-meio-das-tecnologias-digitais> . Acesso em 04 abr. 2022.

ANTONIO JUNIOR, W. **Jogos digitais e a mediação do conhecimento na perspectiva da psicologia histórico-cultural**. 2014. 181f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

AYDOS, V. Deficiência, Trabalho e Políticas Públicas: os modos de gestão das políticas de inclusão social das pessoas com deficiência nas organizações empresariais. *In: 29ª Reunião Brasileira de Antropologia*. Natal/RN. 2014.

AZEVEDO, G. T. **Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: possibilidades e desafios**. 2017, 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BARROS, K. M. A teoria do ensino desenvolvimental: internalização de conceitos matemáticos. **ITINERARIUS REFLECTIONIS** - Rev. Eletrônica da Pós-Graduação em Educação - UFG - Regional de Jataí - V. 12, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/rir/article/view/37786> . Acesso em: 14 dez. 2021.

BERSCH, R. **Introdução a tecnologia assistiva**. Porto Alegre. 2017.

BOCK, G.L.K.; GESSER, M.; NUERNBERG, A.H. Desenho universal para a aprendizagem. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, Marília, v. 24, n. 1, p. 143-160, jan. Mar., 2018.

BORGES, A. A. P.; SCHMIDT, C. Desenho universal para aprendizagem: uma abordagem para alunos com autismo na sala de aula. **Revista Teias**, [S.l.], v. 22, n. 66, p. 27-39, ago. 2021. ISSN 1982-0305. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistateias/article/view/57044/38785>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BORGES, F. A.; WALKER, D. F. B. A. A Constituição Do “Ser Autista” Nas Aulas De Matemática Em Escolas Comuns: Uma Pesquisa Bibliográfica. **Teoria E Prática Da Educação**, v. 23, n. 2, p. 21-38. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/53493> . Acesso em: 12 mar. 2022.

BRASIL – **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 22 jun. 2021.

BRASIL – **Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: 13 jan. 2021.

BRASIL – **Lei de diretrizes e bases da Educação Nacional, nº 9394 de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 22 jun. 2021.

BRASIL – **Lei 7.853 de 24 de outubro de 1989**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm. Acesso em: 18 out. 2021.

BRASIL – **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. Brasília: UNESCO, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2020.

BRASIL – **Declaração Mundial sobre Educação para Todos**. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-mundial-sobre-educacao-para-todos-conferencia-de-jomtien-1990> . Brasília: UNICEF, 1990. Acesso em: 21 nov. 2020.

BRASIL – **Estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais** / coordenação geral: SEESP/MEC; organização: Maria Salete Fábio Aranha. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2003.

BRASIL - **Decreto Nº 5.296**. Brasília, 2 de dezembro de 2004. disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: 21 set. 2021.

BRASIL – **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília. 2008. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16690-politica-nacional-de-educacao-especial-na-perspectiva-da-educacao-inclusiva-05122014&Itemid=30192 . Acesso em: 22 jul. 2021.

BRASIL – **Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**: Portal INEP, disponível em http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206: Acesso em: 23 jul. 2021.

BRASIL – **PLANO DE METAS COMPROMISSO TODOS PELA EDUCAÇÃO**. Casa Civil. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6094.htm#:~:text=todos%20pela%20educa%C3%A7%C3%A3o,Art.,da%20qualidade%20da%20educa%C3%A7%C3%A3o%20b%C3%A1sica.

Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL – Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica**. Brasília: MEC/SEESP, 2001.

BRASIL – Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011 - Educação Especial**. Disponível em:

http://www.prograd.ufu.br/sites/prograd.ufu.br/files/media/documento/8.6_-_decreto_nde_7.611-11_-_acessib.pdf . Acesso em 17 de out. 2022.

BRASIL – **RELATÓRIO BRASIL NO PISA 2018** - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, Brasília – 2019. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf : Acesso em: 23 jul. 2021.

BRASIL – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da educação básica 2020**: resumo técnico [recurso eletrônico] – Brasília: Inep, 2021. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf . Acesso em: 23 fev. 2022.

BRASIL – SDHPR - Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência- SNP. **VII REUNIÃO DO COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS – CAT**. 2007. Disponível em:

https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf. Acesso em: 27 jan. 2022.

BRITO, V. M. O Aluno Autista e o Processo de Aprendizagem. **Pedagogia ao Pé da Letra**, 2013. Disponível em: <https://pedagogiaaopedaletra.com/o-aluno-autista-e-o-processo-de-aprendizagem/>. Acesso em: 19 ago. 2020.

BRUNIERA, B.; FONTANINI, M. L. C. Pontes entre portadores de Síndromes do Espectro Autista e Educação Matemática: entre o que já existe e o que pode ser construído. In: **Anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática**, São Paulo, 2016. Disponível em:

http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6592_2730_ID.pdf. Acesso em: 23 abr. 2022.

CALHEIRO, D. S.; MENDES, E. G.; LOURENÇO, G. F. Considerações acerca da tecnologia Assistiva no cenário educacional brasileiro. **Revista Educação Especial**, v. 31, n. 60, p. 229-244, 2018. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3131/313154906018/html/index.html>. Acesso em: 16 set. 2021.

CAMARGO, S. P. H.; BOSA, C. A. Competência social, inclusão escolar e autismo: revisão crítica da literatura. **Psicologia & sociedade**. São Paulo, v. 21, n. 1, p. 65-74, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/psoc/a/KT7rrhL5bNPqXyLsq3KKSgR/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 22 abr. 2022.

CEDRO, W. M.; MOURA, M. O. O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: o clube de matemática. *In*: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, **Anais...** 2004. Disponível em:

<http://www.sbemrasil.org.br/files/viii/pdf/02/CC78728770153.pdf>. Acesso em: 13

dez. 2021.

CGI.BR. - Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Redes comunitárias de Internet no Brasil** [livro eletrônico]: experiências de implantação e desafios para a inclusão digital / [editor] Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. - São Paulo, SP, 2022.

CRISTOVAM, M. O. C. F. **Consultoria colaborativa do professor de AEE para práxis inclusivas no Ensino Fundamental com base no DUA**. 2021. Dissertação (Mestrado profissional Docência para a Educação Básica) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru. 2021.

CUNHA, L. F.; SILVA, A. S.; SILVA, A. P. O Ensino Remoto no Brasil em Tempos de Pandemia: Diálogos Acerca da Qualidade e do Direito e Acesso à Educação.

REVISTA COM CENSO: ESTUDOS EDUCACIONAIS DO DISTRITO FEDERAL, v. 7, n. 3, p. 27-37, 2020. Disponível em:

<http://periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/924>. Acesso em: 05

ago. 2022.

DE AQUINO, C. **Como aprender**: andragogia e as habilidades de aprendizagem. 1ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DE BETTIO, T.; GIACOMAZZO, G. F. A tecnologia assistiva e a aprendizagem dos alunos com transtorno do espectro autista: análise das pesquisas. **Revista Saberes Pedagógicos**, v. 4, n. 1, p. 260-280, 2020. Disponível em:

<http://periodicos.unesc.net/pedag/article/view/5745> . Acesso em: 10 maio 2022.

DIAS, S. Asperger e sua síndrome em 1944 e na atualidade. **Rev. Latinoam. Psicopat. Fund.** São Paulo, v. 18, n. 2, p. 307-313, jun. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rlpf/a/9WR3H6wHtdktmJpPkyLcJYs/?lang=pt#> . Acesso em: 14

mar. 2022.

DSM- 5. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais [recurso eletrônico]:

DSM-5 / [American Psychiatric Association; tradução: Maria Inês Corrêa

Nascimento. et al.; revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli ... et al. – 5. ed. –

Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2014. disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5662409/mod_resource/content/1/DSM-5.pdf. Acesso em: 21 set. 2021.

DRESCH, *et al.* Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/3CZmL4JJxLmxCv6b3pnQ8pq/?lang=pt#>. Acesso em: 20 jun. 2022.

DRUMMOND, R. *et. al.* **A Estimulação Cognitiva de Pessoas com Transtorno Autista através de Ambientes Virtuais**. Cadernos do IME: Série Informática: Vol. 13: dezembro de 2002.

DUARTE, C. P; VELLOSO, R. L; SCHWARTZMAN, J. S. Habilidade cognitivas nos Transtornos do Espectro do Autismo. *In*: D'ANTINO, M.; BRUNONI, D.; SCHWARTZMAN, J. S. **Contribuições para a inclusão escolar de alunos com necessidades especiais** [livro eletrônico]: estudos interdisciplinares em educação e saúde em alunos com Transtornos do Espectro do Autismo no município de Barueri, SP- São Paulo: Memnon, 2015.

FRANKENTHAL, R. **Entenda a escala Likert e como aplicá-la em sua pesquisa**. Mindminers. 2021. Disponível em: <https://mindminers.com/blog/entenda-o-que-e-escala-likert/>. Acesso em: 22 dez. 2021.

FAUSTINO, A. C. *et. al.* Macroinclusão e microexclusão no contexto educacional. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 12, n. 3, p. 898-911, set./dez. 2018.

FERREIRA, G. C. C.; CARGNIN, C.; FRIZZARINI, S. T. O Estudante Com Tea E A Aula De Matemática: Interações Entre Leitura Científica E A Prática Docente. **Rev. Paranaense de Educação Matemática**. RPEM, Campo Mourão, PR, Brasil, v. 09, n. 18, p. 288-306, jan.-jun. 2020. Disponível em: http://rpem.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/2191/pdf_395. Acesso em: 22 abr. 2022.

FERNANDES, F.D.M.; MOLINI-AVEJONAS, D. R.; SOUSA-MORATO, P. F. PERFIL FUNCIONAL DA COMUNICAÇÃO NOS DISTÚRBIOS DO ESPECTRO AUTÍSTICO. **Revista CEFAC**, v. 8, n. 1, enero-marzo, 2006, p. 20-26. Disponível em: https://www.academia.edu/29786383/Perfil_Funcional_Da_Comunica%C3%A7%C3%A3o_Nos_Dist%C3%BArbios_Do_Espectro_Aut%C3%ADstico. Acesso em: 12 mar. 2022.

FIA - Fundação Instituto de Administração. **Realidade Imersiva: o que é, aplicações e tecnologias**. 26 dez. 2019. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/realidade-imersiva/>. Acesso em: 20 set. 2021.

FONSECA, K. A. **ANÁLISE DE ADEQUAÇÕES CURRICULARES NO ENSINO FUNDAMENTAL**: subsídios para programas de pesquisa colaborativa na formação de professores. 2011. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem da Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho – campus Bauru, 2011.

FONSECA, K. A. **Formação de professores do atendimento educacional especializado (AEE): inclusão e deficiência intelectual na perspectiva histórico-cultural.** 2021. 180 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências. Marília. 2021.

FONSECA, J. M. R. **A Cidadania como projeto educacional: uma abordagem reflexiva e reconstrutiva.** 2011. Tese (Doutorado em. Filosofia da Educação). Universidade dos Açores. Portugal. 2011. Disponível em: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/2501/1/TeseDoutoramentoJoseliaMafaldaRibeiroFonseca2012.pdf> . Acesso em: 20 jul. 2022.

FONTELES, D. S. R. **Avaliação de Habilidades Matemáticas de alunos com Transtorno do Espectro do Autismo.** 2012. 261 f. Curso de pós-graduação em distúrbios do desenvolvimento. Tese (Doutorado) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rio de Janeiro, 2012.

FRIZZARINI, S.T.; CARGNIN, C.; AGUIAR, R. Recursos didáticos para a acessibilidade de aluno com espectro autista nas aulas de matemática. *In: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO*, 4, 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Porto (Portugal): Udesc, 2018. p. 1-11. Disponível em: <https://docplayer.com.br/88549478-Recursos-didaticos-para-a-acessibilidade-de-aluno-com-espectro-autista-nas-aulas-de-matematica.html> Acesso em: 23 abr. 2022.

GALVÃO FILHO, T. Tecnologia Assistiva: favorecendo o desenvolvimento e a aprendizagem em contextos educacionais inclusivos. *In: GIROTO, C. R. M.; POKER, R. B.; OMOTE, S. (Orgs.). As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas.* Marília/SP: Cultura Acadêmica, p. 65-92, 2012. Disponível em: http://www.galvaofilho.net/TA_educacao.pdf. Acesso em: 23 maio 2021.

GALVÃO FILHO, T. A.; MIRANDA, T. G. Tecnologia Assistiva e salas de recursos: análise crítica de um modelo. *In: GALVÃO FILHO, T. A.; MIRANDA, T. G. (Orgs.). O professor e a educação inclusiva: formação, práticas e lugares.* Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, 2012, p. 247-266.

GARCIA, F. **Burocracia ou sala de aula: O que fazer quando falta tempo para ensinar?** Qstione. João Pessoa. Paraíba. 2020. Disponível em: <https://www.qstione.com.br/blog/artigos/ensino/burocracia-ou-sala-de-aula-o-que-fazer-quando-falta-tempo-para-ensinar/> . Acesso em: 12 fev. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIROTO, C. R. M. POKER, R. B. OMOTE, S. (Org.). **As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas.** Marília/SP: Cultura Acadêmica, p. 65-92, 2012. Disponível em: <https://www.marilia.unesp.br/Home/Publicacoes/as-tecnologias-nas-praticas-e-book.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

GRANDIN, T.; PANEK, R. **O cérebro autista** [recurso eletrônico]; tradução Maria Cristina Torquillo Cavalcanti. - 1.ed. - Rio de Janeiro: Record, 2015.

GRUPO CONDUZIR. **Lidando com os comportamentos disruptivos de crianças com autismo.** São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.grupoconduzir.com.br/comportamentos-disruptivos/> . Acesso em: 06 fev. 2022.

HEHIR, T. *et al.* **Os Benefícios da Educação Inclusiva para Estudantes com e sem Deficiência.** Abt Associetes. São Paulo, 2016. Disponível em: https://alana.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Os_Beneficios_da_Ed_Inclusiva_final.pdf. Acesso em: 17 ago. 2021.

HUMMEL, E. I. **Formação de professores de salas de recursos multifuncionais para o uso da tecnologia assistiva.** 231 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista. Marília, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/anapolis.html>. Acesso em: 14 dez. 2021.

IBGE - **Uso De Internet, Televisão E Celular No Brasil.** Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 24 abr. 2022.

Instituto de Tecnologia Social - ITS BRASIL (Org.). **Tecnologia Assistiva nas escolas:** recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoas com deficiência. São Paulo: ITS BRASIL, 62 p., 2008. disponível em: http://www.galvaofilho.net/livro_TA_ESCOLA.htm. Acesso em: 14 set. 2021.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky / Ivan Ivic;** Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

JADE AUTISM - **Estereotipias:** O que é e como afetam as crianças? 20/12/2019: Disponível em: <https://jadeautism.com/estereotipias-o-que-e-e-como-afetam-as-criancas/> . Acesso em: 23 maio 2022.

JANNUZZI, G. S. M. **A educação do deficiente no Brasil:** dos primórdios ao início do século XXI - Campinas. SP: Autores Associados. 2004. - (Coleção educação contemporânea).

JANNUZZI, G. S. M. Algumas concepções de educação do deficiente. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 25, n. 3, maio 2004, p. 9-25.

JÚNIOR, D.S. S.; MOREIRA, P. L. Transtorno do Espectro Autista e as tecnologias educacionais digitais no cenário das pesquisas brasileiras: um Mapeamento Sistemático da Literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, e119101018328, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18328>. Acesso em: 10 maio 2022.

KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction.** San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KASSAR, M.C.M.; REBELO, A.S. Abordagens da Educação Especial no Brasil entre final do Século XX e Início do Século XXI. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, Marília, v. 24, Edição Especial, p. 51-68, 2018.

KATZ, J. The three-block model of universal design for learning Implementation in a high school. **Canadian Journal of Educational Administration and Policy**, 141. 2013.

KENSKI, V. M. **O Ensino e os recursos didáticos** In: GADOTTI, M. **A boniteza de um sonho: aprender e ensinar com sentido**. Abceducation, Ano III, n. 17, 2002, p. 30 a 33. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_maril_da_guirardelli_santana.pdf . Acesso em 13 jan. de 2022.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias** – O novo Ritmo da informação. EDITORA PAPIRUS; 7ª EDIÇÃO, 2010.

LALUEZA, J. L.; CRESPO, I.; CAMPS, S. As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização. *In*: COLL, C.; MONEREO, C., **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 47-65.

LEBLANC, **Curriculum para la Buena Conducta y Máxima Adquisición de la Habilidad Trabajo apresentado en la Asociación Japonesa para el Retardo Mental**. 1990;

LEBLANC, J. M. **El Curriculum Funcional em la educación de la persona com retardo mental**. Trabalho apresentado na ASPANDEM, Mallagra. España, 1992. Tradução: ALMEIDA, M. A.; BOUERI, I.Z. SUPLINO, M. Currículo Funcional Natural: guia prático para a educação na área de autismo e deficiência mental – Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência; Maceió: ASSISTA, 2005.

LEBLANC, **Curriculum Funcional/Natural para la vida - La definición y desarrollo historico Centro de Educación Especial**. Ann Sullivan. Perú. 1998;

LEONARDO, M. A. S. Matemática Inclusiva - TEA, *In*: **I ENOPEM - Encontro Nacional online de Professores que Ensinam Matemática**. UNEMAT- 2020. Disponível em: <https://matematicanaescola.com/ienopem/> . Acesso em: 05 jan. 2021.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIMA, H. C. A. BNCC x PCN: INCLUSÃO ESCOLAR NO CONTEXTO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL - *In*: **IV CINTEDI** - Congresso Internacional de Educação Inclusiva, V Jornada Chilena Brasileira de Educação Inclusiva - Construindo Diálogos na Educação Inclusiva: Acessibilidade, Diversidade e Direitos Humanos. 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2020/TRABALHO_EV137_MD1_S_A6_ID895_27102020225913.pdf . Acesso em: 04 abr. 2022.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática.** - 2. ed. rev. - Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2005.

MACHADO, J. R.; FONSECA, L. **O PAPEL DO RAPS NA INSERÇÃO SOCIAL DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISMO NA REDE PÚBLICA DE ENSINO.** Salvador. 2014. Disponível em: <https://repositorio.bahiana.edu.br:8443/jspui/bitstream/bahiana/454/1/Janete%20Rocha%20Machado.pdf> . Acesso em 17 out. 2021.

MALAQUIAS, F. F. de O. **Realidade Virtual como Tecnologia Assistiva para Alunos com Deficiência Intelectual.** Uberlândia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14303/1/f.pdf>. Acesso em: 04 out. 2020.

MARFINATI, A. C.; ABRÃO, J. L. F. Um Percurso pela Psiquiatria Infantil: Dos Antecedentes Históricos à Origem do Conceito de Autismo. **Estilos clin.**, São Paulo, v. 19, n. 2, mai./ago. 2014, 244-262. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/estic/article/view/83866/86761>. Acesso em: 11 abr. 2021.

MEC/CNE. **PARECER CNE/CEB 17/2001** - Despacho do Ministro em 15/8/2001, publicado no Diário Oficial da União de 17/8/2001, Seção 1, p. 46. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/parecer17.pdf>. Acesso em: 22fev. 2021.

MELLO, A. M. S. R. **Autismo: Guia Prático.** 5 ed. São Paulo: AMA; Brasília: CORDE, 2007. 104 p.

MELLO, A. M. S. R. *et al.* **Retratos do Autismo no Brasil**, 1ª ed. São Paulo: AMA, 2013.

MENDES, E. G. Breve histórico da educação especial no Brasil. **Revista Educación y Pedagogía**, v. 22, n. 57, mayo-agosto, 2010. p. 93-109.

MENEZES, G. S., *et al.* Reforço e Recompensa: A Gamificação tratada sob uma abordagem behaviorista. **Projética**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 09-18, Dezembro/2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/287846055>. Acesso em: 17 abr. 2022.

MORAN. J. M. Novas tecnologias e o reencantamento do mundo. **Revista Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 126, setembro-outubro 1995, Disponível em: http://www2.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/novtec.pdf. Acesso em: 12 fev. 2022.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora.** Uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 1-25.

MOREIRA, J. A.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, n. 34, p. 351-364. (2020). <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/9756>. Acesso em: 28 nov. 2021.

NAVARRO, E. R.; FILLOS, L. M. A Perspectiva teórica de Davydov na educação matemática: Um olhar analítico para teses e dissertações produzidas no Brasil. **Revista Paranaense de Educação Matemática**. Campo Mourão, Pr, v. 6, n. 11, p. 142-160, Jul-dez. 2017. Disponível em: <http://revista.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/526> . Acesso em: 14 dez. 2021.

NEVES, F. P. L.; PEIXOTO, J. L. B. Desenho Universal para Aprendizagem: reflexões sobre o desenvolvimento de aulas de Matemática. **Revista Exitus**, Santarém - PA, v. 10, p. 1-30. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338334316_Desenho_universal_para_aprendizagem_reflexoes_sobre_o_desenvolvimento_de_aulas_de_Matematica. Acesso em: 04 abr. 2022.

NUNES, C.; MADUREIRA, I., Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas. **Da Investigação às Práticas**, v. 5, n. 2, p. 126-143. 2015.

OLIVEIRA, J. M. A. **O uso dos métodos egípcio, babilônico, chinês e russo no ensino da multiplicação de números naturais na escola pública**. Universidade Federal Do Amapá-Profmat - Mestrado Profissional Em Matemática, 2015. Disponível em: <https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/07/O-USO-DOS-M%C3%89TODOS-EG%C3%8DPCIO-BABIL%C3%94NICO-CHIN%C3%8AS-E-RUSSO-NO-ENSINO-DA-MULTIPLICA%C3%87%C3%83O-DE-N%C3%9AMEROS-NATURAIS-NA-ESCOLA-P%C3%9ABLICA.pdf> . Acesso em: 27 jun. 2022.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/por.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.

ONU. **Declaração Universal dos Direitos da Criança**. NY. 1989.

ORRÚ, S. E. A formação de professores e a educação de autistas. **Revista Iberoamericana de Educación**. V. 33. Edição 1. p. 1-14. 2003.

ORRÚ, S. E. **Aprendizes com autismo: aprendizagens por eixos de interesse em atualizada e ampliada** - Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

PABIS, N. A. **Metodologia da pesquisa em ciências da educação II**. Guarapuava, Unicentro, 2012.

PAGANELLI, R. Flexibilização vs. adaptações curriculares: como incluir alunos com deficiência intelectual. **Diversa**. Instituto Rodrigo Mendes, 2017. Disponível em: <https://diversa.org.br/artigos/flexibilizacoes-adaptacoes-curriculares-como-incluir-alunos-deficiencia-intelectual/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

PEDROSA, S. M. P. A.; ZAPPALA-GUIMARÃES, M. A. Realidade Virtual e Realidade Aumentada: Refletindo Sobre Usos e Benefícios na Educação. **REVISTA EDUCAÇÃO E CULTURA CONTEMPORÂNEA**. v. 16, n. 43, p. 123-146, 2019. Disponível em:

<http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/6258/47965987>. Acesso em: 20 jul. 2022.

PEREIRA, R. A. **A utilização dos jogos digitais como recurso pedagógico no desenvolvimento de crianças com transtorno do espectro do autismo**. Rio de Janeiro, março de 2018. Dissertação. Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

PEREIRA, D. M.; NUNES, D. R. P. Diretrizes para a elaboração do PEI como instrumento de avaliação para educando com autismo: um estudo interventivo. **Revista Educação Especial**, v. 31, n. 63, p. 939-980, 2018. Disponível em <https://www.redalyc.org/journal/3131/313158928011/html/>. Acesso em: 27 out. 2021.

PIRES, D. T. **Educação Online em Metaverso**: a mediação pedagógica por meio da telepresença e da presença digital virtual via avatar em Mundos Digitais Virtuais em 3 Dimensões. 2010. Dissertação (Mestrado). Universidade do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo, Rio Grande do Sul. 2010.

RIBEIRO, A. L. O papel da escola básica como agência promotora do letramento digital. **E-Hum**, Belo Horizonte, v. 3, n. 3, 2010, p. 1-15. Disponível em: https://www.academia.edu/9765823/O_PAPEL_DA_ESCOLA_B%C3%81SICA_CO_MO_AG%C3%8ANCIA_PROMOTORA_DO_LETRAMENTO_DIGITAL. Acesso em: 15 out. 2021.

RIZO, W. F. Fatores burocráticos que atrasam as Escolas Públicas de aproveitarem as tecnologias de modo satisfatório. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 01, V. 03, p. 141-155. Janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/fatores-burocraticos>. Acesso em: 12 fev. 2022.

ROMERO, P. **O aluno autista**: avaliação, inclusão e mediação. Rio de Janeiro. Wak Editora, 2016.

ROSSIT, R. A. S; Goyos, C. Deficiência intelectual e aquisição matemática: currículo como rede de relações condicionais. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)**. v. 13, n. 2, julho/dezembro de 2009. 213-225. Disponível em: <http://www.lahmiei.ufscar.br/producoes-1/producoes> . Acesso em: 24 ago. 2020.

SACRISTÁN, José Gimeno. O que significa o currículo? *In*: SACRISTÁN, José Gimeno (Org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SÃO PAULO. **Políticas de Educação Especial do Estado de São Paulo**. 2021. Disponível em: <https://www.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/PEE-SP-DOCUMENTO-OFICIAL.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

SCHUYTEMA, P. **Design de Games**: uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SCHWARTZMAN, J.S.; ASSUMPÇÃO JÚNIOR, F.B. **Autismo infantil**. São Paulo: Ed. Memnon, 1995.

SILVA, F. L.; MUZARDO, F. T. Pirâmides e cones de aprendizagem: da abstração à hierarquização de estratégias de aprendizagem. **Dialogia**, São Paulo, n. 29, p. 169-179, mai./ago. 2018. Disponível em:

https://drive.google.com/file/d/1JGUzSTUkgNg_J46QD65lyVgRhKheJjuF/view

Acesso em: 18 fev. 2022.

SILVA, L. Transtorno do Espectro Autista é analisado sob o ponto de vista de cuidadores. **Portal Portal Fiocruz**. 2017. Disponível em:

<https://portal.fiocruz.br/noticia/transtorno-do-espectro-autista-e-analisado-sob-o-ponto-de-vista-de-cuidadores>. Acesso em: 17 out. 2021.

SILVA, M. E. C. O ensino da matemática frente ao Transtorno do Espectro Autista. **Revista Tuiuti: Ciência e Cultura**, v. 6 n. 60, p. 4-25, Curitiba, 2020. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/340384145_O_ensino_da_matematica_frente_ao_Transtorno_do_Espectro_Autista. Acesso em: 03 nov. 2021.

SMITH, D. D. **Introdução à Educação Especial**: Ensinar em tempos de inclusão. Tradução M.A. Almeida. São Paulo: Artmed, 2008.

SOUSA, C. A. B. **O jogo em jogo**: a contribuição dos games no processo de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental – Recife: O autor, 2015. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2015.

SOUSA, P. M. L.; SANTOS, I. M. S.C. Caracterização da Síndrome Autista. **PSICOLOGIA.COM.PT**. 18/07/2004. Disponível em:

<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0259.pdf>. Acesso em: 17 out. 2021.

SOUZA, A. C. **O uso de tecnologias digitais educacionais para o favorecimento da aprendizagem matemática e inclusão de estudantes com transtorno do espectro autista em anos iniciais de escolarização**. 2019. 162 f. (Dissertação Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2019.

SOUZA, M. M. M.; GOMES, S. A. O. **Inclusão em educação especial para estudantes com deficiência intelectual na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem**. *Aleph*, p. 246-265, jul. 2019.

SUPLINO, M. **Currículo funcional natural**: guia prático para a educação na área do autismo e deficiência mental - Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência; Maceió: ASSISTA, 2005.

TAJRA, S. F. **Informática na educação**: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade. São Paulo: Érica, 2001.

TAKINAGA, S. S. **Transtorno do espectro autista: contribuições para a Educação Matemática na perspectiva da Teoria da Atividade**. 2015. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

TORI, R; KIRNER, C. Fundamentos de Realidade Virtual, *In: Fundamentos e Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada* - Belém - PA, Editora SBC - Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006.

UNESCO. **Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais**. Brasília: CORDE, 1994.

UNESCO. **Declaração Mundial de Educação para Todos**, UNESCO: Brasil. 1990.

UNESCO. **Declaração Mundial de Educação para Todos e Diretrizes de Ação para o Encontro das Necessidades Básicas de Aprendizagem**, UNESCO: Brasil. 1994.

UNESCO. **Formação de professores: Necessidades especiais na Sala de Aula**. UNESCO: Paris. (Traduzido pelo Instituto de Inovação Educacional do Ministério da Educação de Portugal). 1994.

UNESCO. **Arquivo Aberto sobre a Educação Inclusiva**, UNESCO: Paris. 2001.

VALENTE, J. A. A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**. v. 1, n. 1, 2014, p. 141-166. Disponível em: <https://www.unifeso.edu.br/revista/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/download/17/24>. Acesso em: 13 jan. 2021.

VRS - Virtual Reality Society. **History Of Virtual Reality**. Disponível em: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.htm>. Acesso em: 12 set. 2021.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **O desenvolvimento psicológico na infância**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia da arte**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo. Martins Fonte, 1999.

WALKER, D. B. A.; BORGES, F. A. A Constituição Do “Ser Autista” Nas Aulas De Matemática Em Escolas Comuns: Uma Pesquisa Bibliográfica. **Teoria e Prática da Educação**, v. 23, n. 2, p. 21-38, Maio/Agosto 2020. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/53493/751375151332>. Acesso em: 12 mar. 2022.

YANAZE, L. **Tecno-pedagogia**: os games na formação dos nativos digitais. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2012. (Coleção ATOPOS – Série Galileo).

YUONDER. Equipe Younder. **Pirâmide da aprendizagem**: conceito e questionamentos. Yuonder. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://younder.com.br/blog/piramide-da-aprendizagem-conceito-e-questionamentos/>. Acesso em: 18 fev. 2022.

ZERBATO, A. P. **Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar**: potencialidades e limites de uma formação colaborativa. 2018. 298 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação Especial. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2018.

ANEXOS

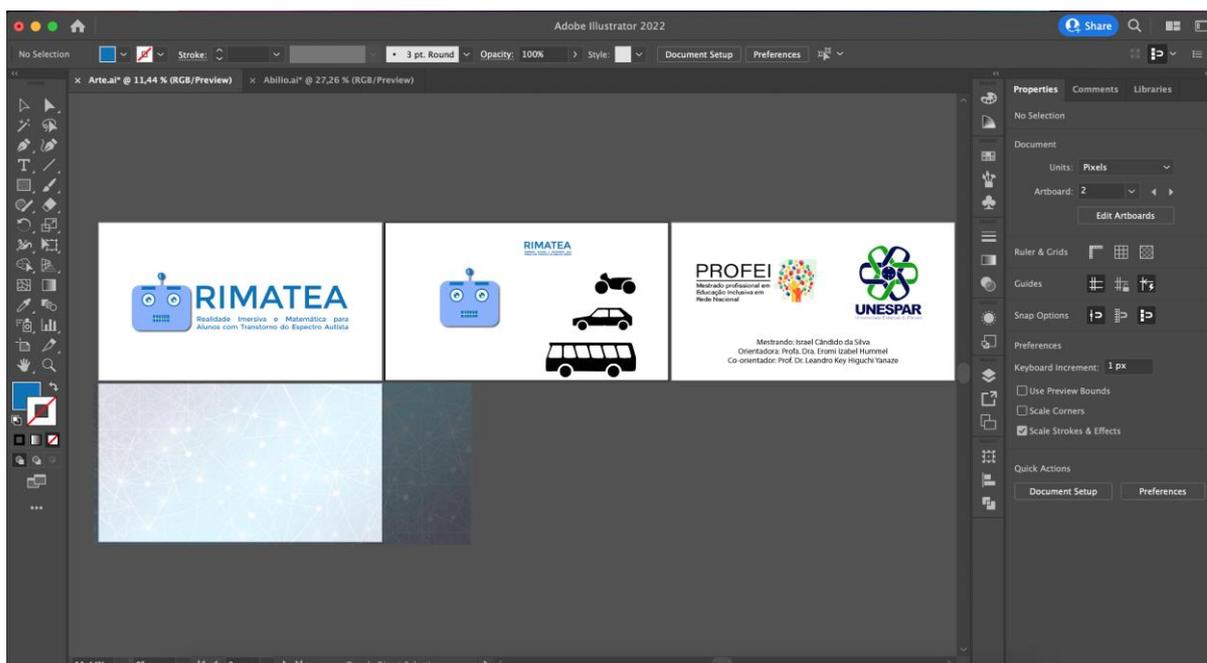
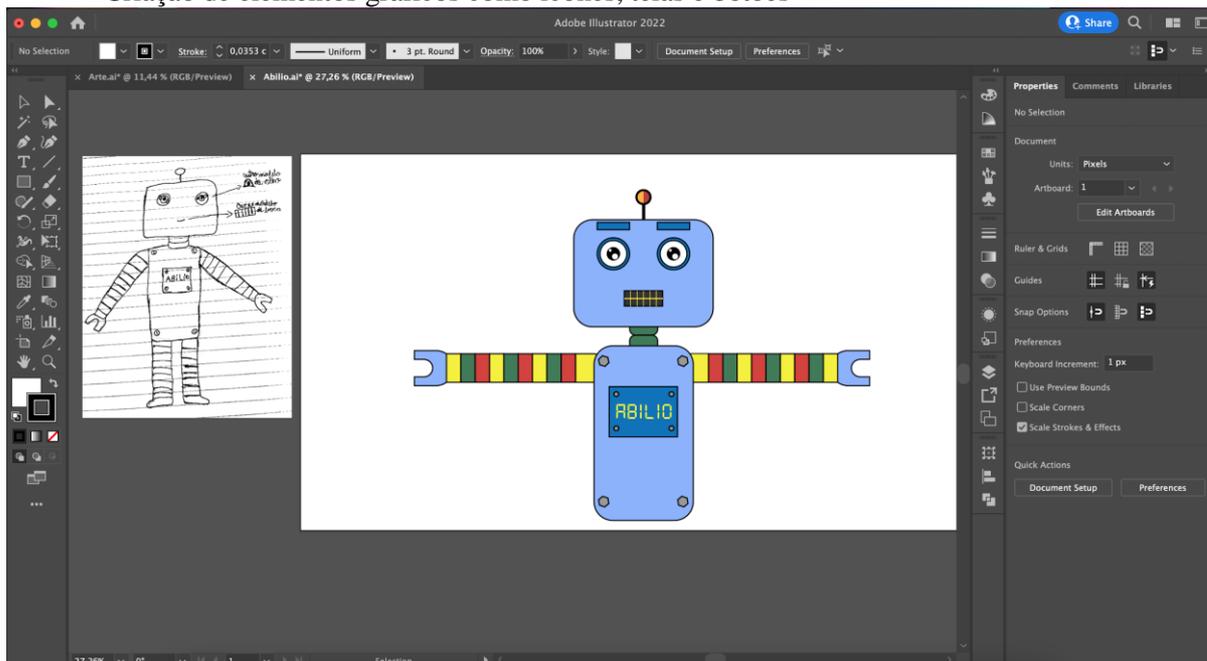
ANEXO I

RIMATEA

Descritivo técnico

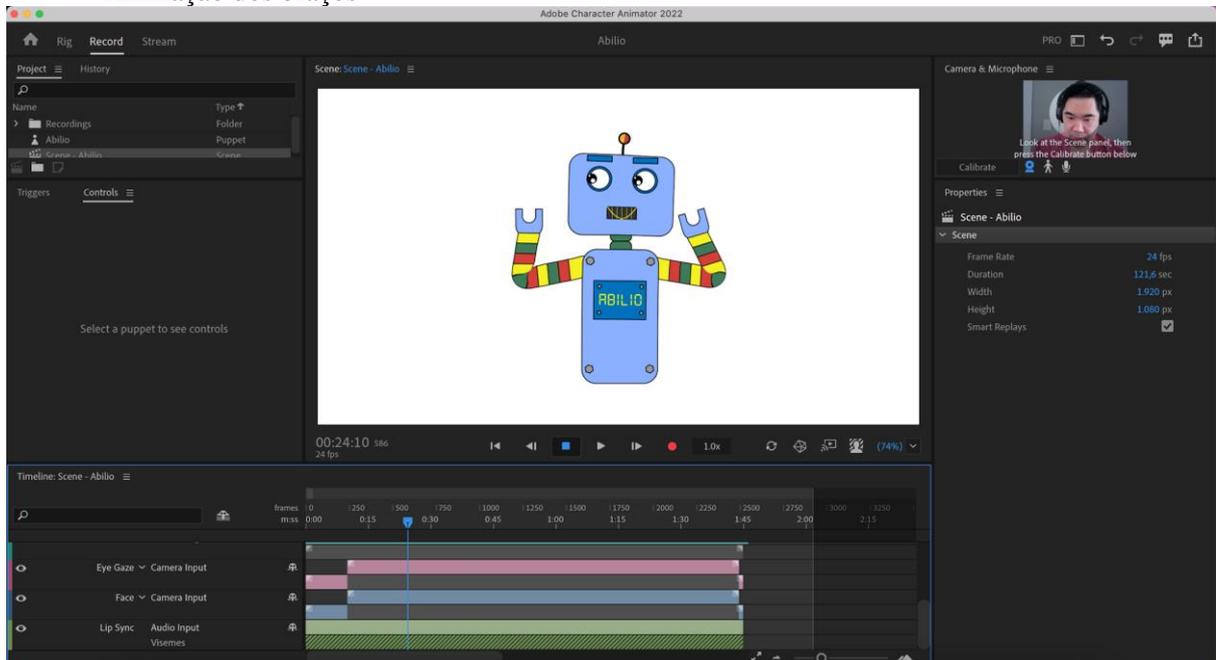
Vetorização do personagem Abílio e elementos gráficos criados no Adobe Illustrator

- Vetorização, finalização e colorização do personagem Abílio em camadas separadas para a animação
- Criação de elementos gráficos como ícones, telas e botões



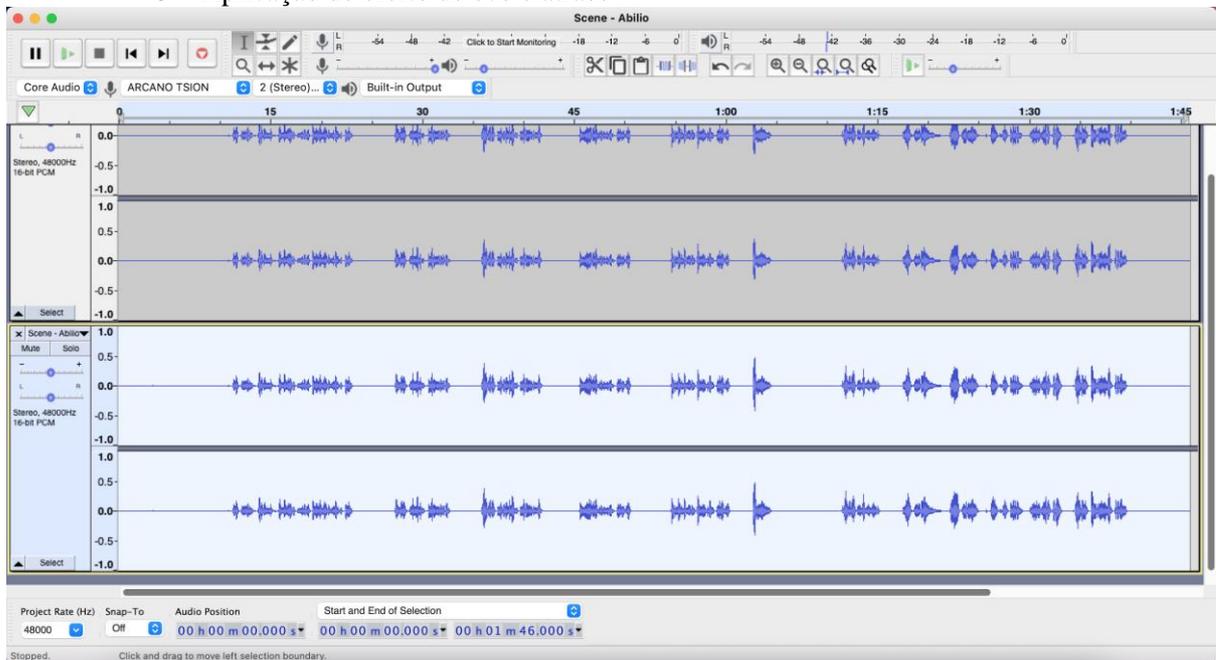
Personagem Abílio animado no Adobe Character Animator

- Animação da cabeça
- Animação da boca (lipsync)
- Animação dos braços



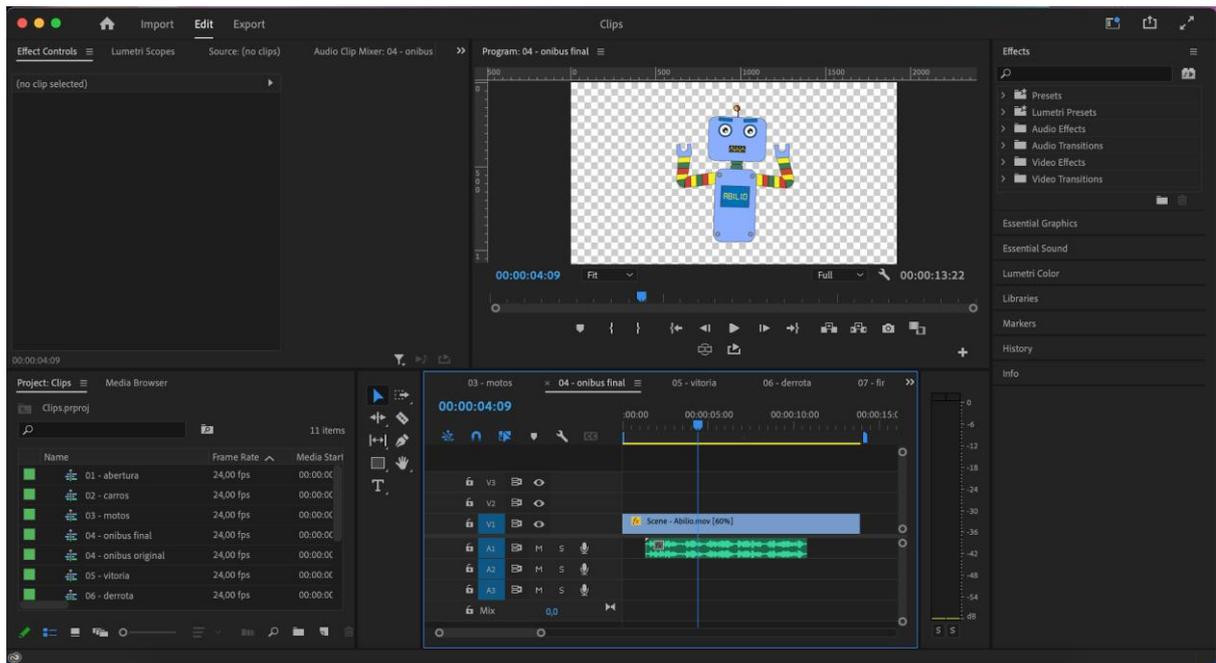
Tratamento da voz no Audacity

- Efeito de “voz de robô”
 - Duplicação da faixa
 - Aplicação de efeito de mudança de tom
 - Aplicação de efeito de eco e atraso

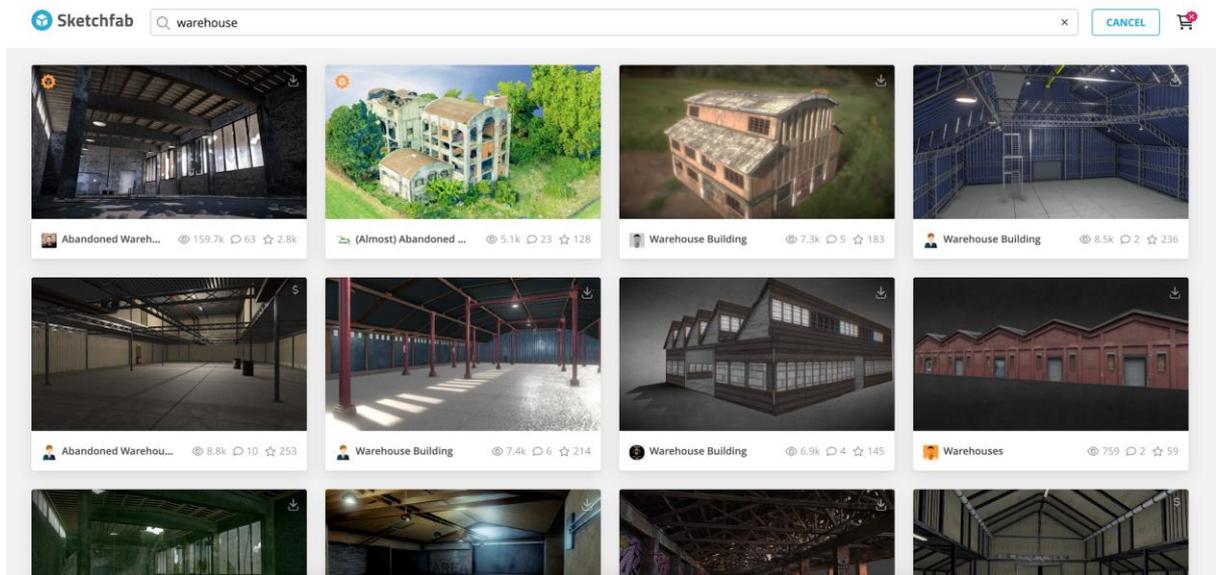


Edição dos clips de vídeos do personagem Abílio e renderização com fundo transparente no Adobe After Effects e Adobe Media Encoder

- Sincronização da animação com a voz robótica
- Separação em clips para uso no game
- Renderização com o codec Apple ProRes 4444 (.mov), com transparência



Modelos da garagem e automóveis escolhidos do site Sketchfab (<https://sketchfab.com/>)



Galpão



"Warehouse Building" (<https://skfb.ly/otDyE>) by jimbogies is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Carro



"Generic passenger car pack" (<https://skfb.ly/6sUFy>) by Comrade1280 is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Moto



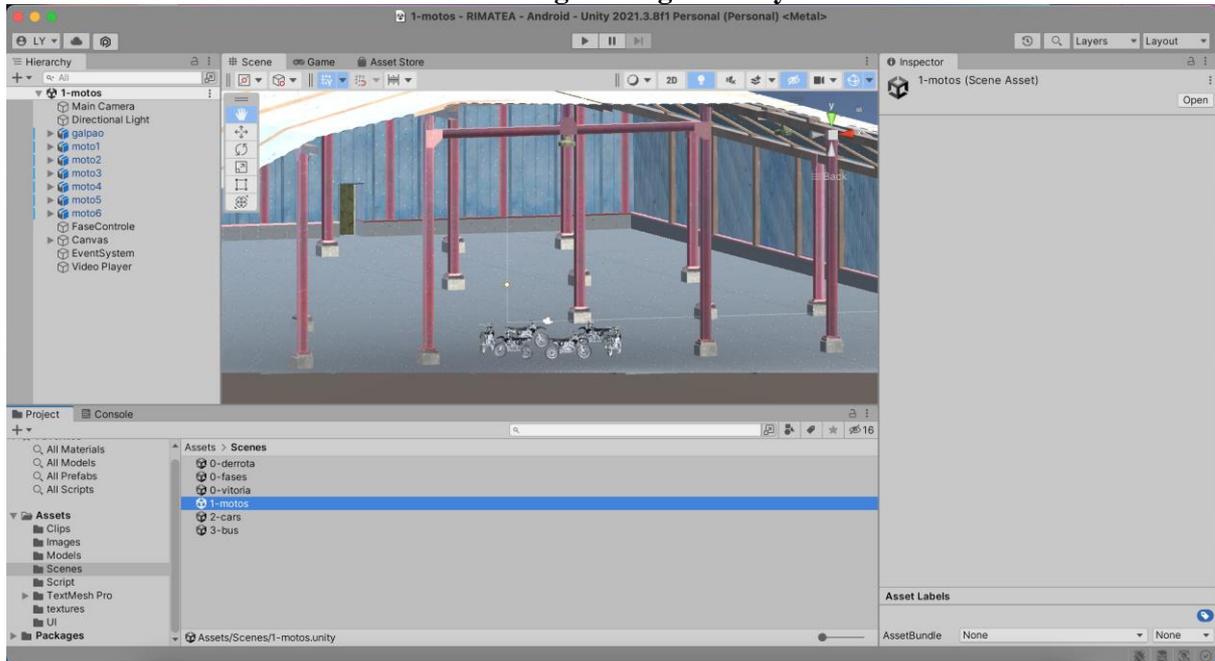
"MOTO" (<https://skfb.ly/6ZOPn>) by Gianmarco.Caruso1 is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Ônibus

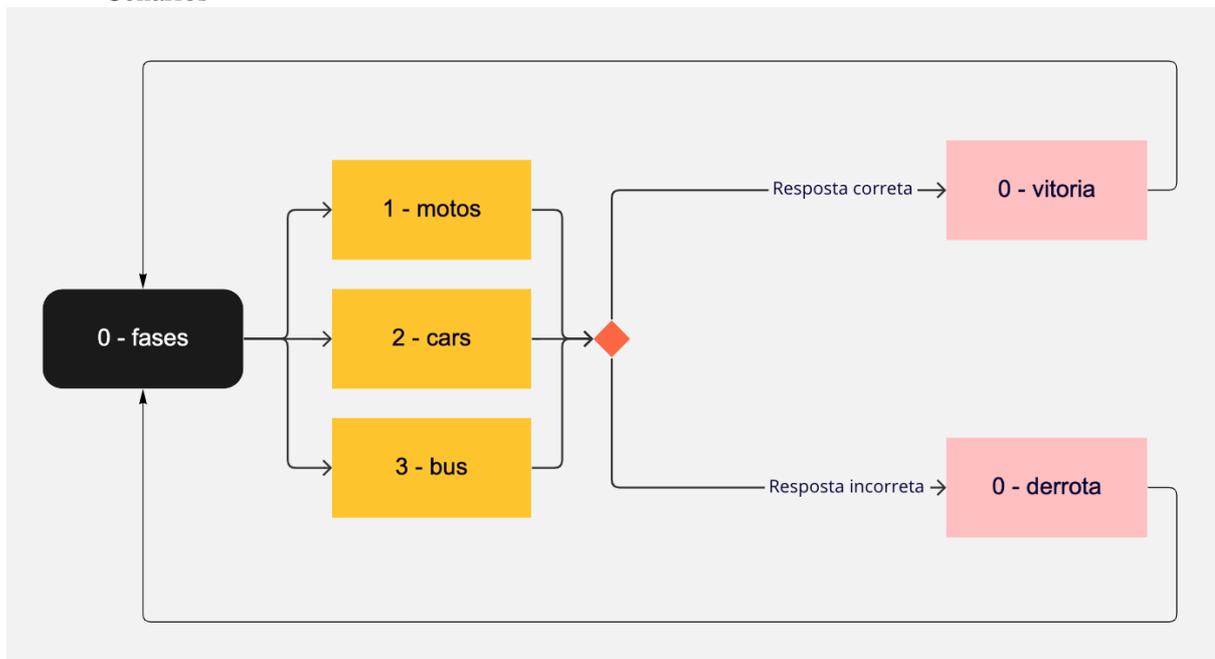


"Low poly bus with interior" (<https://skfb.ly/opXru>) by Vladek is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Ambiente virtual imersivo desenvolvido na game engine Unity 2021.3.8f1 Personal



- Cenários



- Scripts em C#

- GyroControl.cs: captura das informações de giroscópio do dispositivo móvel para movimentar a câmera da cena

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class GyroControl : MonoBehaviour
{
    private bool gyroEnabled;
  
```

```

private Gyroscope gyro;

private GameObject cameraContainer;
private Quaternion rot;

private void Start()
{
    cameraContainer = new GameObject("Camera Container");
    cameraContainer.transform.position = transform.position;
    transform.SetParent(cameraContainer.transform);

    gyroEnabled = EnableGyro();
}

private bool EnableGyro()
{
    if (SystemInfo.supportsGyroscope)
    {
        gyro = Input.gyro;
        gyro.enabled = true;

        cameraContainer.transform.rotation = Quaternion.Euler(90f, 90f, 0f);
        rot = new Quaternion(0, 0, 1, 0);

        return true;
    }

    return false;
}

private void Update()
{
    if (gyroEnabled)
    {
        transform.localRotation = gyro.attitude * rot;
    }
}
}

```

- VeiculoControle.cs: registro da quantidade dos veículos em cena, quantidade de rodas por veículo, sorteio da quantidade de veículos da fase, remoção dos veículos de acordo com o sorteio

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using System;

```

```

public class VeiculoControle : MonoBehaviour
{
    public GameObject[] veiculoArray;
    public static int randomVeiculo;
    public static int Rodas;
    public int RodasVeiculo;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        Rodas = RodasVeiculo;
        randomVeiculo = UnityEngine.Random.Range(0, veiculoArray.Length);
        int destruirVeiculo = veiculoArray.Length - randomVeiculo - 1;

        for(int i = 0; i < destruirVeiculo; i++)
        {
            int index = UnityEngine.Random.Range(0, veiculoArray.Length);
            veiculoArray[index].SetActive(false);
            RemoveElement(ref veiculoArray, index);
        }
    }

    private void RemoveElement<T>(ref T[] arr, int index)
    {
        for(int i = index; i < arr.Length - 1; i++)
        {
            arr[i] = arr[i + 1];
        }
        Array.Resize(ref arr, arr.Length - 1);
    }
}

```

- buttonCheck.cs: verificar se a resposta da quantidade de rodas está coerente com a quantidade de veículos em cena, direciona para a cena de vitória ou derrota de acordo com a verificação da coerência

```

using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class buttonCheck : MonoBehaviour
{
    public void OnButtonClick(int ButtonNumber)
    {
        if (ButtonNumber == (VeiculoControle.randomVeiculo + 1) * VeiculoControle.Rodas)
        {

```

```

        SceneManager.LoadScene("0-vitoria");
    }
    else
    {
        SceneManager.LoadScene("0-derrota");
    }
}
}

```

- buttonLevel.cs: direciona para a fase (moto, carro ou ônibus) de acordo com a escolha do jogador

```

using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class buttonLevel : MonoBehaviour
{
    public void OnButtonClickLevel(string LevelName)
    {
        SceneManager.LoadScene(LevelName);
    }
}

```

- buttonExit.cs: comando para sair do aplicativo

```

using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class buttonExit : MonoBehaviour
{
    public void OnButtonExit()
    {
        Application.Quit();
    }
}

```

APÊNDICES

APÊNDICE A - FORMULÁRIO

DIAGNÓSTICO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA PARA A CONSTRUÇÃO DE JOGO EM AMBIENTE IMERSIVO DE REALIDADE VIRTUAL

Esta pesquisa tem por objetivo identificar as características individuais do (a) seu (sua) paciente. As informações coletadas contribuirão para definição do sujeito (aluno/a) deste estudo que consiste em produzir um jogo em AIRV, como recursos didáticos customizados, que facilite o trabalho de professores de matemática ao atender alunos com TEA. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UNESPAR sob o parecer número 4.766.612, e sua participação estará sustentada pelo Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento - TCLE, assinado por cada participante.

*Obrigatório

IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO

Informações sobre o perfil

Nome do(a) aluno(a) *

Sexo *

masculino

feminino

Idade

Frequenta sistema educacional regular? *

sim

não

Caso esteja frequentando sistema educacional, especificar qual. *

infantil I

infantil II

1º ano

2º ano

3º ano

4º ano

5º ano

Não se aplica

Outro:

Está matriculado na rede: *

Pública

Privada

Conveniada

Educação civil/militar

Não se aplica

Se frequenta instituição de ensino, está sendo atendido: *

- no período matutino
 no período vespertino
 em instituição de tempo integral
 Não se aplica
 Outro:

Quanto a escolarização deste sujeito, o(a) mesmo(a) está alfabetizado? *

- sim
 não
 não se aplica

Tem atendimento especializado na instituição de ensino matriculado? *

- sim
 não
 não se aplica

IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS PARA FINS DE CUSTOMIZAÇÃO DO JOGO

Com base nas particularidades do sujeito, pretende-se customizar o jogo para que sua singularidade seja atendida, promovendo e potencializando a aprendizagem. Para tanto buscamos junto ao profissional que o assiste as informações a seguir, a partir de suas observações durante as sessões de atendimentos ao sujeito, com aplicação de atividades direcionadas para os fins aqui relacionados.

Foi identificada sensibilidade à luz em equipamentos eletrônicos? *

1 - não identificado 2 - não possui 3 - fraca 4 - moderada 5 - severa

1 2 3 4 5

Foi identificada sensibilidade aos sons e ruídos de equipamentos eletrônicos e jogos digitais? *

1 - não identificado 2 - não possui 3 - fraca 4 - moderada 5 - severa

1 2 3 4 5

Foi identificada sensibilidade tátil em algum tipo de textura? *

1 - não identificado 2 - não possui 3 - fraca 4 - moderada 5 - severa

1 2 3 4 5

Foi identificada déficit de atenção em atividades ligadas ao objetivo deste estudo? *

1 - não identificado 2 - não possui 3 - fraca 4 - moderada 5 - severa

1 2 3 4 5

Foi identificado alguma situação relacionada a limitações na coordenação motora na manipulação de objetos? *

1 - não identificado 2 - não possui 3 - fraca 4 - moderada 5 - severa.

1 2 3 4 5

Foi identificado algum hiperfoco? *

- Marca de carro
- Algum animal
- Desenho animado
- Logomarcas
- Aparelhos eletrônicos
- não identificou nenhum hiperfoco

Outro:

Se foi identificado algum hiperfoco, use este espaço para ampliar detalhes sobre o(s) mesmo(s)

IDENTIFICAÇÃO DE DOMÍNIO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS

Nesta seção levantaremos informações quanto ao domínio de conceitos básicos de reconhecimento de formas, grandezas, classificação, ordenação e numeral por parte do sujeito.

O sujeito reconhece formas geométricas, como cubo, cilindro, paralelepípedos (blocos retangulares) ou outras formas em geral? *

1 - não identificado 2 - não reconhece 3 - às vezes 4 - com frequência 5 - sempre

1 2 3 4 5

O sujeito reconhece e diferencia maior, menor e igual em relação a pareamento de objetos?*

1 - não identificado 2 - não reconhece 3 - às vezes 4 - com frequência 5 - sempre

1 2 3 4 5

O sujeito identifica e classifica objetos segundo suas propriedades, diferenciando-os em conjuntos distintos? *

1 - não identificado 2 - não reconhece 3 - às vezes 4 - com frequência 5 - sempre

1 2 3 4 5

O sujeito consegue ordenar objetos com base em características que os distinguem como idade, tamanho, quantidade, etc.? *

1 - não identificado 2 - não reconhece 3 - às vezes 4 - com frequência 5 - sempre

1 2 3 4 5

O sujeito consegue identificar os números? *

1 - não identificado 2 - não reconhece 3 - às vezes 4 - com frequência 5 - sempre

1 2 3 4 5

O sujeito relaciona de forma funcional os números a sua representação de quantidade? *

1 - não identificado 2 - não reconhece 3 - às vezes 4 - com frequência 5 - sempre

1 2 3 4 5

INVESTIGAÇÃO QUANTO A RECURSOS UTILIZADOS

Detectar os recursos que vêm sendo utilizados nas intervenções com este sujeito.

Indique que recurso tem utilizado para o reconhecimento de formas geométricas com este sujeito. *

Indique que recurso tem utilizado para o desenvolva a noção de maior, menor e igual com este sujeito *

Quanto a classificação, o que se tem empregado para este desenvolvimento no sujeito? *

Em se tratando de ordenação, o que se utiliza na estimulação desse conceito junto a este sujeito? *

No conceito de números de que forma tem sido explorado o desenvolvimento de sujeito? *

Quanto ao uso de jogos educativos digitais, este sujeito faz uso de alguns? *

1- não identificado 2 - não faz 3 - Faz

1 2 3

Se o sujeito faz uso de jogos educativos digitais, indique qual (ais)? *

APÊNDICE B - DADOS SOBRE A EXECUÇÃO DO RIMATEA

MÓDULO	EFICIÊNCIA	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
MOTO	ACERTO			□	┌	┌	
	ERRO						
CARRO	ACERTO	┌	┌	□ ▭	▭	┌	┌
	ERRO						
ÔNIBUS	ACERTO		┌	┌			
	ERRO	┌					

APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO RIMATEA

ROTEIRO DE AVALIAÇÃO DO RIMATEA

- 1) Quanto ao nível de conforto da luz no ambiente virtual qual a sua avaliação?

ruim regular bom ótimo

- 2) Quanto as cores do ambiente, qual a sua opinião?

ruim regular bom ótimo

- 3) Quanto a ajuda do Abilio nos desafios como você considera?

ruim regular bom ótimo

- 4) Nas atividades de matemáticas que propomos nos nossos encontros, quais você se sentiu mais à vontade ou teve mais interesse em participar, dê sua nota?
 - a) Atividades escritas, no quadro ou no papel;

1 2 3 4 5
 - b) Jogos de tabuleiro (Banco imobiliário);

1 2 3 4 5
 - c) Desafios apresentados no RIMATEA.

1 2 3 4 5

- 5) O que te chama atenção ou agrada nos desafios do RIMATEA?

Carro

- 6) Que dificuldades você sentiu ao participar dos desafios no RIMATEA?

Um pouco mas com o tempo a dificuldade diminui

- 7) Quer dar sugestões para melhorar o RIMATEA?

Colocando a mão um pouco de frente colocar mais cores no painel tipo oficina

APÊNDICE D - LINKS PARA INSTALAÇÃO DO RIMATEA

Para baixar o arquivo .apk basta clicar ou copiar o endereço abaixo e colar na barra de navegação do dispositivo no qual o *game* será instalado.

https://drive.google.com/file/d/1HxstF7t4ugdG8IQYBZb-KoYn-C4kO_Pp/view?usp=sharing