



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL**

**IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA**

**USO DE JOGO E TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACE CÉREBRO –  
COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO  
AUTISTA (TEA)**

**FORTALEZA**

**2023**

IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA

USO DE JOGO E TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACE CÉREBRO –  
COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA  
(TEA)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, do Instituto Universidade Virtual – IUVI da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Educacional. Área de concentração: Educação.

Orientador: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O47u Oliveira, Izabel Cristina Fernandes de.  
Uso de jogo e treinamento via interface cérebro - computador por estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) / Izabel Cristina Fernandes de Oliveira. – 2023.  
86 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho.
1. Interface Cérebro-Computador. 2. Transtorno do Espectro Autista. 3. Jogos de Memória. I. Título.  
CDD 371.33
-

IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA

USO DE JOGO E TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACE CÉREBRO –  
COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA  
(TEA)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, do Instituto Universidade Virtual – IUVI da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Educacional.

Aprovada em: 22/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Ana Paula de Medeiros Ribeiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Souza Menezes  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Dr. Rafael Bráz Azevedo Farias  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus por possibilitar a realização de mais um sonho.

A minha família por acreditar, apoiar e torcer por minhas conquistas, sempre.

A minha tia Ivana Martins (in memoriam) por todo incentivo e apoio enquanto estive conosco.

Aos meus amigos e primos, pela compreensão nas horas de ausência.

Ao Miguel, meu primeiro aluno autista que despertou em mim o desejo por aprender cada dia mais e poder contribuir com essa condição.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me permitido colocar fé e não limites na realização desse sonho, conduzindo meu caminho e concedendo a vitória nessa trajetória.

A minha família, em especial, ao meu esposo, Cícero Stenio e, minha tia, Maria Oliveira, que estão diariamente ao meu lado, pelo carinho, amor, apoio, dedicação, paciência e por sempre acreditarem na minha capacidade.

Ao meu orientador, Edgar Marçal, por ter me escolhido em um processo seletivo super concorrido. Muito obrigada por toda troca, ensinamentos e parceria estabelecidos durante a jornada acadêmica.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE), pela oportunidade de cursar um mestrado profissional com toda excelência.

Aos meus colegas de mestrado, por toda ajuda, apoio e parceria ao longo desses dois anos de mestrado. A melhor turma!

Aos participantes da pesquisa e seus responsáveis, que se dispuseram a colaborar na coleta de dados.

Aos diretores, por terem aceitado a realização da pesquisa nas escolas sob suas responsabilidades e por ter disponibilizado todos os recursos necessários.

As professoras do Atendimento Educacional Especializado, por toda disponibilidade e colaboração na realização dessa pesquisa.

A todos os professores do programa, pela dedicação e disponibilidade.

Ao Lucas Severo, Keviny, Wesley, Mikael, Kersia, Sandra, prof. Dr. Rafael e prof. Dr. Carlos Eduardo, por fazerem parte da equipe de trabalho, bem como, por toda ajuda, disponibilidade e paciência.

Ao meu amigo, João Paulo, bibliotecário de excelência, por aceitar "em cima da hora" normalizar e formatar meus trabalhos.

A todos, que direta e indiretamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui. Muito Obrigada!

Construa-me uma ponte  
Eu sei que você e eu  
Nunca fomos iguais.  
E eu costumava olhar para as estrelas à noite  
E queria saber de qual delas eu vim.  
Porque eu pareço ser parte de um outro mundo  
E eu nunca saberei do que ele é feito.  
A não ser que você me construa uma ponte,  
construa-me uma ponte,  
Construa-me uma ponte de amor.  
Eu quero muito ser bem sucedido.  
E tudo o que preciso é ter uma ponte,  
Uma ponte construída de mim até você.  
E eu estarei junto a você para sempre,  
Nada poderá nos separar.  
Se você me construir uma ponte, uma  
pequenina, minúscula ponte  
De minha alma, para o fundo do seu coração.

McKean  
Autista, 28 anos

## RESUMO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento que envolve uma série de aspectos comportamentais. Indivíduos com TEA possuem desenvolvimento atípico nas áreas da aprendizagem, comunicação, interação social, detecção e trato de emoções, coordenação motora, concentração e ainda podem ter dificuldade em pensar com flexibilidade e lidar com mudanças. Com o avanço das tecnologias da informação e comunicação, uma alternativa utilizada para auxiliar no tratamento dessas crianças é a interface cérebro-computador (ICC). Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo criar um jogo mental controlado via ICC que possibilitasse o monitoramento do comportamento das ondas cerebrais e promovesse uma melhoria no desempenho cognitivo de crianças com TEA. Para isso, foi realizado um estudo de abordagem experimental de métodos mistos (quali-quantitativa) com uma amostra composta por 21 crianças na faixa etária de 9 a 11 anos. Essa amostra foi dividida em dois grupos: grupo experimental (n=11) (grupo que foi aplicado os testes com a ICC) e grupo de controle (n=10) que foram acompanhados pelo período de dois meses. A pesquisa foi realizada em escolas da rede municipal de Fortaleza. Inicialmente foi realizada anamnese por meio de entrevista semiestruturada com o responsável por cada participante. Em seguida, foi aplicado um teste neuropsicológico para avaliar o nível cognitivo da criança. Na sequência, as crianças do Grupo Experimental (GE) foram submetidas ao jogo de MemoTea, que consiste em memorizar imagens rapidamente, de forma a desenvolver e aperfeiçoar o raciocínio, por meio da criação de relações entre a imagem e a sequência das cartas dispostas. O jogo contou com 7 fases que abordou higiene e saúde. Foi utilizada uma ICC para treinar a atenção e a memória de trabalho, por meio do monitoramento das ondas cerebrais. Os participantes foram submetidos a duas sessões por semana com duração de 30 a 40 minutos, no período de sessenta dias. No total, os alunos participaram de 16 sessões, posteriormente, foi reaplicado o teste neuropsicológico com todas as 21 crianças. Foram verificados ganhos cognitivos, especialmente nos participantes do GE, sendo observadas melhorias cognitivas como maior concentração, melhoria na atenção e raciocínio lógico, além de terem sido observadas mudanças quanto a alguns aspectos de higiene pessoal nessas crianças.

**Palavras-chaves:** interface cérebro-computador; transtorno do espectro autista; jogos; cognição; memória.



## ABSTRACT

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder that involves a series of behavioral aspects. Individuals with ASD have atypical development in the areas of learning, communication, social interaction, detection and handling of emotions, motor coordination, concentration and may also have difficulty thinking flexibly and dealing with changes. With the advancement of information and communication technologies, an alternative used to assist in the treatment of these children is the brain-computer interface (BCI). In this context, this research aimed to create a mental game controlled via ICC that would enable the monitoring of brainwave behavior and promote an improvement in the cognitive performance of children with ASD. To this end, a mixed methods experimental approach study (quali-quantitative) was carried out with a sample consisting of 21 children aged 9 to 11 years. This sample was divided into two groups: experimental group (n=11) (group that would apply the tests with ICC) and control group (n=10) that were followed for a period of two months. The research was carried out in schools in the municipal network of Fortaleza. Initially, anamnesis was carried out through a semi-structured interview with the person responsible for each participant. Then, a neuropsychological test was applied to assess the child's cognitive level. Next, the experimental group (GE) children were subjected to the MemoTea game, which consists of memorizing images quickly, in order to develop and improve reasoning, by creating relationships between the image and the sequence of cards arranged. The game had 7 phases that covered hygiene and health. A BCI was used to train attention and working memory by monitoring brain waves. Participants underwent two sessions per week lasting 30 to 40 minutes, over a period of sixty days. In total, the students participated in 16 sessions, after which the neuropsychological test was reapplied with all 21 children. Cognitive gains were observed, especially in the EG participants, with cognitive improvements such as greater concentration, improved attention and logical reasoning, in addition to changes being observed in some aspects of personal hygiene in these children.

**Keywords:** brain-computer interface; autism spectrum disorder; games; cognition; memory.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Quadro 1 – | Descrição dos subtestes do SON-R-40..... | 42 |
| Figura 1 – | Desenho da pesquisa.....                 | 43 |
| Figura 2 – | Design do jogo.....                      | 47 |
| Figura 3 – | Jogo MemoTea.....                        | 48 |
| Figura 4 – | Interface do jogo MemoTea.....           | 48 |
| Figura 5 – | Jogo MemoTea.....                        | 49 |
| Figura 6 – | Calibração.....                          | 50 |
| Figura 7 – | Tutorial.....                            | 50 |
| Figura 8 – | Tela final do jogo.....                  | 51 |

## LISTA DE TABELAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabela 1 – | Valores-p dos testes multivariados para amostras independentes....                | 56 |
| Tabela 2 – | Estatísticas descritivas por subtestes e QI total nos grupos.....                 | 57 |
| Tabela 3 – | Valores-p dos testes T2 de Hotelling para dados pareados multivariados.....       | 57 |
| Tabela 4 – | Estatísticas descritivas e Valores-p dos testes pareados de Wilcoxon e Welch..... | 58 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|      |  |
|------|--|
| AEE  | Atendimento Educacional Especializado                                  |
| APA  | Associação Psiquiátrica Americana                                      |
| AVD  | Atividades da Vida Diária  |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular   |
| CEP  | Comitê de Ética em Pesquisa  |
| CHC  | <i>Cattell-Horn_Carroll</i>  |
| DSM  | <i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>           |
| EEG  | Eletroencefalograma  |
| FMRI | Imagem por Ressonância Estrutural e Funcional                          |
| GAIA | Guia de Acessibilidade de Interfaces Web focado em Aspectos do Autismo |
| GBL  | <i>Game-Based Learning</i>   |
| GC   | Grupo de Controle  |
| GE   | Grupo Experimental   |
| Gf   | Inteligência Fluida  |
| Gv   | Processamento Visual   |
| ICC  | Interface Cérebro- Computador  |
| LIT  | Laboratório de Inovações Tecnológicas                                  |
| MRI  | Imagem por Ressonância Estrutural                                      |
| NFB  | <i>Neurofeedback</i>   |
| SME  | Secretaria Municipal de Educação                                       |
| SN   | Sistema Nervoso  |
| SNC  | Sistema Nervoso Central  |
| TALE | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido                              |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido                             |
| TDAH | Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade                      |
| TEA  | Transtorno do Espectro Autista   |
| UFC  | Universidade Federal do Ceará.   |

## SUMÁRIO

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>2</b>   | <b>INTERFACE CÉREBRO COMPUTADOR: UMA PERSPECTIVA DE MELHORIA DOS PROCESSOS COGNITIVOS EM CRIANÇAS COM TEA.....</b> | <b>18</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Perspectivas teóricas sobre o Autismo.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Contribuições da neurociência na aprendizagem das crianças com TEA....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Conceitos e finalidades da Interface Cérebro Computador.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>2.4</b> | <b><i>Neurofeedback</i>.....</b>   | <b>29</b> |
| <b>3</b>   | <b>JOGOS PARA DESENVOLVIMENTO DA APRENDIZAGEM EM CRIANÇAS COM TEA.....</b>   | <b>31</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Aprendizagem: conceitos, tipos, teorias.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Jogos digitais como recursos educacionais.....</b>  | <b>34</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Ludicidade: O jogo segundo Piaget, Wallon e Vygotsky.....</b>   | <b>36</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Jogos digitais para crianças com TEA.....</b>   | <b>37</b> |
| <b>4</b>   | <b>METODOLOGIA.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Tipo de pesquisa.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Sujeitos.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Lócus da pesquisa.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Instrumentos e técnicas de coletas de dados.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Desenho da pesquisa.....</b>  | <b>42</b> |
| <b>4.6</b> | <b>Análise dos dados.....</b>  | <b>43</b> |
| <b>4.7</b> | <b>Aspectos Éticos e Legais Da Pesquisa.....</b>   | <b>44</b> |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Apresentação e utilização do produto.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Descrição das habilidades evidenciadas nos testes neuropsicológicos (pré e pós teste).....</b>                  | <b>52</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Avaliação e análise dos resultados e sua relação com o uso da ICC.....</b>                                      | <b>55</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>60</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>61</b> |
|            | <b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>  | <b>68</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b> | <b>70</b> |
| <b>APÊNDICE C – ANAMNESE.....</b>                                  | <b>73</b> |
| <b>APÊNDICE D – ACOMPANHAMENTO TREINAMENTO.....</b>                | <b>79</b> |
| <b>ANEXO A – PARECER CONSUBTANCIADO DO CEP.....</b>                | <b>80</b> |
| <b>ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA.....</b> | <b>84</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O direito à educação precisa ser assegurado a qualquer criança, em especial, às crianças com deficiência, público historicamente excluído do processo educacional. A partir das lutas por direitos e reconhecimento de sua dignidade humana, o movimento das pessoas com deficiência avança e conquista espaço na sociedade. Frente a essas lutas o autismo ganha destaque.

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), segundo a Associação Psiquiátrica Americana - APA (2014), é um distúrbio do neurodesenvolvimento que envolve uma série de aspectos comportamentais, com implicações psicossociais de longo prazo. Ele é caracterizado por limitações relacionadas à interação social e comunicação, com interesses específicos e padrões comportamentais restritos, apontam Teo *et al.* (2021).

Os níveis do autismo são definidos pela *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM), que é um manual publicado pela Associação Psiquiátrica Americana para definir como é realizado o diagnóstico de transtornos mentais. De acordo com a definição pela DSM, foram criados três níveis: Nível 1 (leve), Nível 2 (moderado) e Nível 3 (severo).

Para Casanova *et al.* (2021), o indivíduo com autismo, apresenta dificuldade com a organização do pensamento e execução da comunicação, assim como o afastamento de seus pares, necessitando, dessa forma, de apoio no seu processo de ensino e aprendizagem. Destacam, ainda, que o conhecimento pode tornar-se abstrato para o ensino à pessoa com deficiência e pessoas com TEA, caso não haja uso de materiais e metodologias que permitam o acesso a esse aprendizado.

Pesquisas apontam que a tecnologia digital é uma possibilidade de aprimorar a qualidade da educação, pois proporciona novos caminhos para o ensino e aprendizagem, além de novas metodologias. Alternativas inovadoras são desenhadas com o uso dos jogos digitais. Esse cenário nos permite perceber que estes sistemas podem se tornar recursos eficazes no atendimento das necessidades específicas das pessoas com TEA (Coelho Neto *et al.*, 2017).

Uma alternativa utilizada para auxiliar no tratamento de crianças com TEA é a Interface Cérebro-Computador (ICC). Ela consiste em um dispositivo externo colocado sobre a cabeça do usuário para o monitoramento das atividades cerebrais e para a interação por meio do *neurofeedback* (Bastos, 2020).

Segundo Dias (2010), *neurofeedback* é uma modalidade de condicionamento operante que visa ao reestabelecimento de padrões eletrofisiológicos adequados para o tratamento de determinadas desordens de caráter neurológico, psiquiátrico ou psicológico à

amplificação de habilidades cognitivas normais e à potencialização da sensação de bem-estar. Trata-se de uma técnica de treinamento psicofisiológico não invasivo que estimula o desenvolvimento da autorregulação psíquica e neurofisiológica (Conde, 2019).

Como alternativa aos tratamentos tradicionais da atualidade, tem-se utilizado a terapia *neurofeedback* que se destaca pelo seu caráter inovador, não invasivo e sem o uso de medicações. Pesquisas apontam como benefícios do *neurofeedback*: a reorganização da rede funcional do cérebro das configurações mais regulares para as mais aleatórias; a melhoria no foco e na concentração mental; resultados positivos bastante exitosos na atenção; e ganhos nas habilidades sociais e controle (Costa *et al.*, 2021).

No tratamento via *neurofeedback*, a atividade cerebral do paciente é medida por meio do Eletroencefalograma (EEG), podendo os dados das ondas neurais serem processadas e analisadas em tempo real. O eletroencefalograma (EEG) é um exame que avalia a atividade elétrica do cérebro. Dessa forma, registra as atividades elétricas cerebrais durante as tarefas mentais, motoras e sensoriais dos indivíduos. Ele registra de forma gráfica os impulsos elétricos cerebrais amplificados. Esses impulsos são responsáveis pelas atividades realizadas pelo corpo humano, transmitidos como comandos cerebrais por meio de neurônios (Bastos, 2020).

Segundo Guerra (2011), ainda que, devido às limitações éticas e técnicas impostas para o estudo do comportamento humano, grandes avanços foram conquistados, incluindo descobertas que possibilitaram uma abordagem mais científica do processo de ensino e aprendizagem. Esses estudos também esclarecem alguns dos mecanismos responsáveis por funções mentais relevantes na aprendizagem, transcendendo o meio acadêmico, estendendo-se as outras áreas do conhecimento, entre elas, a educação.

O uso das ICCs pode ter seu potencial aliado à aprendizagem baseada em jogos (*Game-Based Learning – GBL*), que é uma metodologia pedagógica com foco na concepção, desenvolvimento, uso e aplicação de jogos na educação (Carvalho, 2015). Eles possuem capacidade de estimular as funções cognitivas da pessoa que joga, integrando princípios da aprendizagem enquanto a diverte (Monteiro; Adamatti, 2021).

Nesse contexto, percebe-se que as práticas pedagógicas tradicionais não são mais suficientes para a construção de competências e habilidades que atendam às necessidades de todos os alunos atualmente. Dessa forma, o estudo em questão compreende que pensar o contexto educacional de forma a atender as necessidades educacionais especiais dos alunos com transtornos do espectro autista (TEA), aborda diferentes elementos importantes para o seu desenvolver. Este fato abriu caminho para o que chamamos de neurociência.



Para Relvas (2009), a neurociência dialoga com a educação quando estuda o sistema nervoso através de bases científicas, isso revela a importância que o cérebro tem no processo de aprendizagem. Dessa forma, a neurociência torna possível a melhoria da educação, não para explicá-la ou fornecer prescrições e/ou receitas que garantam bons resultados e não propondo uma nova pedagogia, mas sim, a forma como o cérebro aprende e tende a ser mais eficiente.

A literatura tem evidenciado que os dados avançam em relação ao uso das Interfaces Cérebro-Computador em procedimentos que visam avaliação no contexto clínico e de diagnóstico e mostram possibilidades de aplicação educacional (Cavalcante *et al.*, 2020; Marçal *et al.*, 2022).

Recentemente as ICCs estão sendo inseridas em campos como a educação por exemplo, incluindo design de interface computador, jogos e pesquisas em neuroeducação (BOS *et al.*, 2019). Por um lado, as pesquisas apontam que a análise das ondas cerebrais está bastante avançada na área clínica, por outro lado ainda é pouco explorada com análises em ambientes como a sala de aula (Amaral *et al.*, 2017; Carelli *et al.*, 2017; Fan *et al.*, 2017; Arpaia *et al.*, 2020).

Fernandes e Nohama (2020), apontam que os jogos desenvolvidos para pessoas com TEA devem cada vez mais conter características de entretenimento, uma vez que os jogos digitais tendem a conquistar mais a atenção dos usuários frente às atividades lúdicas mais simples. Afirmam, ainda, que há consenso dos autores consultados de que o uso de jogos no treinamento de habilidades de indivíduos com TEA é efetivo.

Bernier *et al.* (2021) apontam que 1 em cada 59 crianças são identificadas com Transtorno do Espectro Autista, no Brasil. O transtorno, torna-se proeminente em virtude da alta taxa de prevalência, isso traz inúmeros desafios diários no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo em relação às crianças com TEA. Dessa forma, partindo das premissas apresentadas, formulamos a seguinte questão problema: Como as Interfaces Cérebro Computador (ICCs) contribuem com o desenvolvimento de habilidades cognitivas de crianças com TEA?

Nesse sentido, a proposta deste trabalho consistiu em uma atividade lúdica, por meio de um jogo digital, que aborda o tema higiene e saúde. Este assunto foi escolhido por ser uma questão de saúde pública que proporciona autonomia ao indivíduo no que se refere ao cuidado com o próprio corpo, uma dificuldade apresentada em crianças autistas (Casanova *et al.*, 2021). Essa temática é um assunto de extrema relevância contemplado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cujo objetivo é discutir sobre as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo são necessários para a manutenção da saúde, por meio da habilidade

(EF01CI03) (Brasil, 2017). Como objetivo geral desta pesquisa de mestrado tem-se a criação de um jogo mental controlado via ICC que possibilite o monitoramento do comportamento das ondas cerebrais e promova uma melhoria no desempenho cognitivo de crianças com TEA.

Foram formulados como objetivos específicos: desenvolver um jogo de teste cognitivo, o MemoTea; descrever as habilidades cognitivas evidenciadas nos testes (pré e pós) neuropsicológicos; avaliar o jogo MemoTea com a ICC em estudantes com TEA; analisar os resultados encontrados e a relação com o uso da ICC em crianças com TEA, na melhoria das habilidades cognitivas e da higiene pessoal.

Por acreditar no processo de inclusão, reconhecer que cada indivíduo tem um potencial, que conviver com as diferenças faz parte da vida e, partindo da hipótese, que as tecnologias podem ser utilizadas no enfrentamento e superação das dificuldades encontradas no cotidiano de pessoas com TEA, me senti desafiada a desenvolver um estudo que possa contribuir de forma positiva com a melhoria do desempenho escolar desse público.

Portanto, esta pesquisa emergiu no contexto da minha trajetória profissional como professora da educação básica, com atuação em sala de aula comum e no atendimento educacional especializado (AEE). Contudo, almejando contribuir com melhorias na qualidade de vida, na aprendizagem, na comunicação, na autonomia, na interação, bem como na inclusão dessas pessoas na sociedade. Diante do exposto, este estudo é de suma importância e necessário para o desenvolvimento das minhas atividades enquanto professora da rede municipal de Fortaleza, assim como beneficiará outros professores, alunos e famílias. Por ser um estudo que envolve várias áreas do conhecimento, a presente pesquisa envolveu uma equipe multidisciplinar composta por diferentes perfis profissionais: Neuropsicólogo, estatístico e profissionais do sistema e mídias digitais.

Por fim, esse trabalho está dividido em 6 capítulos: O primeiro apresenta a introdução da pesquisa com uma breve contextualização geral e específica do tema, discorre sobre a justificativa, que traz a trajetória acadêmica e profissional da pesquisadora e as motivações para realização do estudo e descreve os objetivos: geral e específicos; o segundo e terceiro capítulo discorrem sobre a fundamentação teórica, em que há os pilares referenciais que fundamentam o estudo proposto. Em seguida, o quarto capítulo, descreve a metodologia adotada, apresenta a trilha metodológica da realização da pesquisa; o quinto capítulo, descreve as características do produto desenvolvido e apresenta os resultados obtidos. São apresentados dados, informações e evidências coletadas durante o estudo, e esses resultados são analisados e interpretados à luz dos objetivos e questões de pesquisa estabelecidos anteriormente. Por último, as considerações finais, a pesquisadora faz uma recapitulação dos principais pontos

discutidos ao longo do trabalho. São apresentadas as conclusões derivadas dos resultados e discutidas suas implicações práticas e teóricas.

## **2 INTERFACE CÉREBRO COMPUTADOR: UMA PERSPECTIVA DE MELHORIA DOS PROCESSOS COGNITIVOS EM CRIANÇAS COM TEA**

O presente capítulo apresenta um apanhado teórico sobre os efeitos da interface cérebro-computador e da neurociência na melhoria dos processos cognitivos em crianças com TEA, bem como, os desafios pedagógicos enfrentados no processo de ensino e aprendizagem desses indivíduos. Ao longo do texto será abordado sobre as perspectivas teóricas do TEA e a trajetória desse transtorno, as contribuições da neurociência para a aprendizagem, conceitos e finalidades das ICCs, bem como a terapia *neurofeedback* como estratégia de tratamento.

### **2.1 Perspectivas teóricas sobre o Autismo**

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento que envolve uma série de aspectos comportamentais, os quais se manifestam em maior ou menor grau de acometimento. O TEA, segundo a Associação Psiquiátrica Americana - APA (2014), é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por limitações relacionadas à interação social e comunicação, com interesses específicos e padrões comportamentais restritos.

Para Simões *et al.*, (2014), esses sintomas centrais comprometem o funcionamento em vários domínios, incluindo o funcionamento cognitivo e o comportamento adaptativo. Isso afeta várias áreas da vida de uma pessoa. O comportamento adaptativo refere-se à capacidade de cumprir demandas conceituais, sociais e práticas do cotidiano. Os déficits nessas áreas são uma barreira primária para uma ampla gama de tarefas que vão desde a realização de atividades básicas da vida diária até a autossuficiência.

Outro aspecto relevante é que a dificuldade de concentração é uma das principais causas de aprendizagem ineficaz e suas características incluem permanente desatenção e incapacidade de empregar o foco. Se um aluno estiver desatento durante uma atividade, ele levará mais tempo para envolver-se com as informações, bem como seu entendimento do conteúdo e a capacidade de fazer conexões e inferências lógicas serão prejudicadas. Isso pode levar a resultados de aprendizagem abaixo da média e a não finalização de tarefas, assim como o grau de participação poderá ser afetado juntamente com o comprometimento dos alunos com atividades de aprendizagem (Bos, 2022).

Por outro lado, Bos (2022) apresentou em sua pesquisa que já existem estudos sinalizando que se os estudantes estivessem mais atentos durante a execução das atividades de

aprendizagem, eles recordariam melhor o conteúdo posteriormente. Nessa linha de pensamento, para Marteleto, Chiari, Perissinoto (2020), a atenção abre caminhos para os processos de memória em crianças com transtorno do espectro autista e facilita a adaptação social. Constataram em seus achados que o desenvolvimento da memória promove uma melhor inserção social de crianças com transtorno do espectro autista. Desta forma, a memória se correlaciona à capacidade da criança em aprender e utilizar a linguagem como forma de socialização com os seus pares, tanto no ambiente escolar quanto familiar.

No que diz respeito à inclusão de pessoas com TEA, uma grande vitória foi a aprovação da Lei nº 12.764 que institui a "Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista" (Brasil, 2012), a medida faz com que os autistas passem a ser considerados oficialmente pessoas com deficiência, tendo direito a todas as políticas de inclusão do país - entre elas, as de Educação.

Desde que a Lei nº 12.764 foi aprovada, as crianças com TEA passaram a ter o direito de frequentar escolas regulares. A escola é o principal ambiente social que as crianças frequentam e interagem com outras crianças, afirmam Silva e Silva (2017). Na mesma perspectiva, Marteleto, Chiari e Perissinoto (2020) destacam em sua pesquisa que, do ponto de vista social, as crianças, de um modo geral, desenvolvem habilidades para comunicação, socialização, habilidades motoras e habilidades para realização das atividades da vida diária (AVDs) que as tornam independentes, necessárias para que sejam incluídas socialmente e tenham autonomia pessoal.

No entanto, indivíduos com TEA possuem desenvolvimento atípico com prejuízos nas áreas da aprendizagem, comunicação, interação social e na autonomia para realização das AVDs. Portanto, as dificuldades de adaptação social encontradas em crianças com TEA podem estar ligadas a falhas nos processos cognitivos relacionados à inteligência (Marteleto, Chiari; Perissinoto, 2020).

Teo *et al.*, (2021), destacam em seus achados que comportamentos sociais apropriados, independente do conhecimento da criança, regras ou motivação para se envolver em interações sociais, podem estar sendo impedidos devido à falta de atenção. Dessa forma, afirmam que a atenção pode ser melhorada com terapia *neurofeedback*, um treinamento alternativo amplamente pesquisado em crianças com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).

Outro aspecto relevante é que a tecnologia é de grande interesse para pessoas com autismo. Pessoas com TEA usualmente têm enorme interesse por computadores, tablets e smartphones (Fernandes; Nohama, 2020). Por isso, soluções computacionais têm sido cada vez

mais frequentes como um aliado de pessoas com TEA para desenvolver habilidades e auxiliar em atividades de vida cotidiana.

Diante do exposto, percebe-se que o TEA ainda é cercado por estigmas na sociedade e muito se fala sobre as dificuldades da pessoa com TEA, mas pouco é comentado sobre suas habilidades, potencialidades e talentos. Nesse sentido, as crianças com TEA, têm possibilidades de aprendizagem, no entanto, faz-se necessário um atendimento adequado. Algumas estratégias podem ser implementadas para que o aluno com TEA tenha uma melhor compreensão dos conteúdos, como utilização de recursos visuais, estrutura da rotina das atividades com horários pré-estabelecidos, em virtude das crianças com TEA demonstrar inflexibilidade na mudança de rotina, uso das tecnologias, dentre outras.

Na seção subsequente será discutido como a neurociência vem contribuindo com a melhoria do desenvolvimento cognitivo das crianças, sobre os conceitos e as finalidades da interfase cérebro computador na melhoria dos processos cognitivos. Como a tecnologia tem contribuído para o desenvolvimento de habilidades relacionadas com o desempenho cognitivo.

## **2.2 Contribuições da neurociência na aprendizagem das crianças com TEA**

A neurociência tenta desvendar a cada dia os segredos que circundam as funções do cérebro. Compreender os processos mentais pelos quais percebemos, lembramos, aprendemos e agimos é o seu maior desafio. Segundo Costa (2023), a neurociência coopera com a prática pedagógica, especialmente no que refere a estratégias que potencializam a aprendizagem e que precisam ser levadas em consideração no processo educacional. Dessa forma, faz-se necessário um recorte para compreendermos melhor como se estrutura o sistema nervoso e o cérebro humano, alguns aspectos da neuroplasticidade e das funções nervosas superiores, tais como: memória, atenção, motivação, emoções e funções executivas.

Para Caimar e Lopes (2022), o cérebro humano é uma estrutura extremamente complexa, responsável por receber e enviar estímulos, coordenar emoções, ações e gerenciar o corpo em sua totalidade composto por dois sistemas: sistema nervoso central e periférico. O sistema nervoso central é formado pelo encéfalo e pela medula espinhal. O encéfalo é o centro integrador, responsável pelo processamento central das informações, dotado de capacidade cognitiva de aprendizagem, decisão e controle, memória e, funções emocionais. Tem como divisão dois hemisférios, direito e esquerdo, que são separados por sulcos ou fissuras, onde cada hemisfério é responsável por um conjunto de funções que para o pleno funcionamento é necessária a interação entre todas as estruturas.

De acordo com Ulsenhimer e Pereira (2021), o hemisfério dominante em 98% do conhecimento humano é o hemisfério esquerdo, que está incumbido pelo pensamento lógico e competência comunicativa, ou seja, é o responsável pela comunicação, análise e linguagem, mas, também, organiza e identifica as informações. Enquanto o hemisfério direito, é o responsável pelo pensamento simbólico, a criatividade, pela espacialidade e tempo, embora pesquisas recentes estejam contradizendo isso, comprovando que existem partes do hemisfério direito destinados a criatividade e vice-versa. Tal fato pode ser constatado nas pessoas canhotas, onde as funções dos hemisférios estão invertidas.

Segundo Barbosa (2021), estima-se que o sistema nervoso (SN) humano conte com aproximadamente 80 bilhões de neurônios que se organizam para o bom funcionamento das faculdades mentais e do corpo humano. Porém, apesar do nosso SN ser composto por esse emaranhado de neurônios, o foco do processo de aprendizagem são as sinapses. Dessa forma, se o SN funciona por meio das sinapses realizadas por neurônios entre si ou em contato com outras células, há um fenômeno capaz de elucidar a razão pela qual somos capazes de reter informações e gerar conhecimento, no processo denominado aprendizagem.

De acordo com Consenza e Guerra (2011), a aprendizagem possibilita a criação de novas sinapses que contribuem com o fluxo de informação no interior de circuitos nervosos, ampliam a complexidade das ligações nesses circuitos e favorecem a associação de circuitos independentes. Dessa forma, possibilitam que novos conceitos sejam aprendidos a partir de conhecimentos pré-existentes. Em contrapartida, a não realização dessas ligações que foram estabelecidas, ou uma patologia, pode ocasionar reações inversas, empobrecendo os circuitos neuronais, o que justifica o esquecimento de algumas informações.

Portanto, para compreender como o cérebro aprende faz-se necessário entender o funcionamento dos circuitos neurais existentes no cérebro, como a memória se forma e como esta é armazenada no hipocampo. Existem inúmeros neurônios em nosso encéfalo que estão em constante comunicação, enviando e recebendo impulsos elétricos e estímulos químicos. Dessa forma, estas estruturas estão ligadas diretamente à comunicação, aprendizagem, emoções e sofrem modificações (Caimar; Lopes, 2022).

Segundo Stutz e Relvas (2011), a partir do estudo das células do sistema nervoso e da organização delas, o aprendizado é consequência de modificações provocadas pelo sistema nervoso do indivíduo, como resposta às informações captadas do meio ambiente. Nessa perspectiva, nota-se que os cinco sentidos captam sinais do meio e tendem a emitir uma resposta, algumas de forma consciente e outras não. Esses sinais são percebidos pelos neurônios

dos sentidos e geram um potencial de ação sináptico excitatório, que percorre os nervos correspondentes em direção ao sistema nervoso central e chegam às sinapses centrais.

Desse modo, uma informação nova ativa o sistema responsável pelo aprendizado e pelo prazer, o sistema límbico. O processo inicia no hipocampo, região que converte a informação ou memória de curto prazo em memória de longo prazo. O hipocampo reconhece a informação, filtra e seleciona os aspectos mais importantes, envia a informação para o córtex cerebral, que descarta a informação de curto prazo e envia a informação de longo prazo para o lobo frontal que a arquiva de acordo com o seu aspecto. Assim, essa informação arquivada dá origem a capacidade de raciocínio que evidencia premissas e, por conseguinte, a capacidade de emitir conclusões (Firmino; Braz, 2020)

Para Hippenmeyer (2011), em estudos realizados nos anos noventa, constatou-se que o funcionamento do cérebro de crianças autistas é diferente de uma pessoa neurotípica, ou seja, as crianças autistas têm um cérebro hiperecitado, capaz de realizar várias atividades ao mesmo tempo. Portanto, pessoas com essa condição irão iniciar uma atividade sem ter concluído a anterior, como se fosse uma só.

Em pesquisas mais recentes, segundo Bernier *et al.* (2021), cientistas usaram imagem por ressonância magnética estrutural (MRI) e funcional (fMRI) para examinar o tamanho e a forma das estruturas no cérebro, examinar quais partes do cérebro estão ativas quando um indivíduo está engajado em uma tarefa e constataram que o cérebro de uma criança com TEA é diferente. Essa diferença envolve a complexa interação entre regiões e estruturas distintas, como a amígdala, uma estrutura em forma de amêndoa localizada no interior do nosso cérebro e o estriado ventral, situado acima da amígdala e abaixo da camada cortical, bem como regiões da parte evolutivamente mais avançada do nosso cérebro, o córtex pré-frontal.

A amígdala está estreitamente ligada ao estriado ventral, que é uma parte do cérebro que está ativa durante todas as atividades gratificantes e em atividades relativamente habituais. O córtex orbitofrontal que apresenta densas conexões com a amígdala e o estriado ventral, está em grande parte envolvido na integração dos *inputs* da amígdala e do estriado ventral para guiar ações voltadas a objetivos e responder ao *feedback* dinâmico do ambiente. No TEA, comumente, amígdala difere no tamanho, tem conexões atípicas com outras estruturas cerebrais e apresenta atividade reduzida ao responder a imagens de estímulos sociais (Bernier *et al.*, 2021).

Assim, a aprendizagem é o processo em que o cérebro responde aos estímulos do ambiente, ativando sinapses e tornando-as mais “acentuadas”, possibilitando o indivíduo a recorrer à informação e usá-la no presente. Nessa perspectiva, a aprendizagem está diretamente



associada ao fenômeno denominado neuroplasticidade, que é a capacidade plástica do cérebro de se reorganizar e se adaptar a novos estímulos, sejam eles positivos ou negativos. As sinapses ou conexões entre os neurônios se modificam durante o processo de aprendizagem, desenvolvimento da memória e quando adquirimos novas habilidades.

Para Consenza e Guerra (2011, p.36), a neuroplasticidade é a capacidade que o cérebro humano tem de fazer e desfazer conexões entre neurônios como consequência das interações contínuas entre o ambiente externo e o ambiente interno do nosso corpo. Essas ligações são capazes de alterar as funções do cérebro e sua estrutura, em razão da natureza plástica desse órgão, ou seja, da potencialidade que tem em moldar-se diante de estímulos e experiências (Costa, 2023).

Segundo Bernier *et. al* (2021), o cérebro é mais plástico do que podemos imaginar durante todo o desenvolvimento do ser humano, até mesmo durante a fase adulta. Dessa forma, embora existam momentos específicos para que cada função cognitiva se desenvolva, sejam a infância e a adolescência períodos cruciais nesse sentido, a neurociência nos traz que aprender faz parte de todas as fases da vida.

Outra comprovação da neurociência é a de que os indivíduos aprendem de formas diversas e em tempos distintos e que o interesse pessoal é necessário para que ocorra uma aprendizagem profunda (Costa, 2023). Os estudos neurocientíficos evidenciam também que pensar de forma crítico-reflexiva é desafiador, uma vez que utilizamos o cérebro a todo momento, inclusive nas horas de sono, pois isso exige recursos cognitivos extras, que mentalmente cansam e demoram para ocorrer. Em contrapartida, existem estratégias didáticas relacionadas a motivação e resolução de problemas que são capazes de aumentar o interesse e o nível de satisfação dos alunos diante do que aprendem, que são capazes de potencializar a aprendizagem.

Neste tópico, detemo-nos sobre as seguintes funções superiores: atenção, memória, motivação, emoções e funções executivas.

### **Atenção**

A atenção diz respeito à capacidade que o ser humano tem de enfatizar fatos importantes. Para Firmino e Braz (2020), a atenção pode ser consequência da motivação, uma vez que dar atenção a algo depende do interesse que aquilo desperta no sujeito.

Segundo Lent (2010), quando você estiver atento, você consegue focalizar a consciência, dessa forma os processos mentais se concentram na tarefa principal e coloca as demais em segundo plano. Portanto, o indivíduo necessita focar em determinados aspectos do

ambiente e ignorar outros, para que o cérebro possa processar as informações que são indispensáveis.

Nesse cenário, é percebido que se falta atenção na realização da tarefa, a informação será esquecida, não havendo aprendizado. Dessa forma, entende-se que o Sistema Nervoso Central (SNC) só processa aquilo a que está atento.

Assim, no contexto educacional, é relevante considerar o sistema atencional, pois ele está diretamente relacionado ao engajamento do aluno com a prática escolar a ser realizada. Por fim, outro detalhe sobre o sistema atencional a ser considerado no contexto pedagógico refere-se à carga cognitiva exigida. Quando essa exigência é superior ao que os alunos apresentam como conhecimento prévio, pode provocar desvio de foco, frustração e cansaço mental (Wellingham, 2011).

Contudo, realização de avaliações diagnósticas, olhar sensível aos limites cognitivos momentâneos dos alunos e saber experiencial em reconhecer a zona proximal (Vygotsky, 1998), levando em conta, principalmente, os vários ritmos, de aprendizagem, são competências necessárias ao âmbito de um processo dinâmico como é o processo da aprendizagem humana.

### **Memória**

A memória humana está diretamente relacionada a atenção, uma vez que, as informações passam pelo filtro da atenção para chegar à memória. Partindo da premissa que a memória eterniza o que gostaríamos de aprender, é necessário, primeiramente, diferenciamos aprendizado e memória. O primeiro diz respeito, no que toca à neurociência, ao processo de aquisição de informações através do sistema nervoso, observado por meio de mudanças no comportamento; já o segundo permite a codificação, o armazenamento e a evocação das informações (Purves *et al.*, 2010; Cosenza; Guerra, 2011).

Lent (2010), difere memória de aprendizagem afirmando que a memória é apenas o processo de aquisição das informações que serão armazenadas, considerando a capacidade que o homem e os animais têm de armazenar informações que possam ser resgatadas e utilizadas posteriormente.

A capacidade individual de adquirir, reter e recuperar informações de forma consciente permite, teoricamente, utilizar as experiências anteriores como dados para a tomada de decisão, conforme o indivíduo é submetido novamente a experiências similares aquelas já vivenciadas, ele torna-se capaz de reconhecer padrões e ter comportamentos coerentes com situações já vivenciadas.

Existem diferentes tipos de memória, as quais destacamos a memória de trabalho que é um componente da função executiva que retém e armazena temporariamente a informação enquanto uma determinada atividade está sendo realizada, ou seja, essas informações após serem utilizadas, desaparecem. Assim, esta memória dá suporte às atividades cognitivas, juntamente com outros processos e capacidades que são de responsabilidade das funções cognitivas (Costa, 2023).

Contudo, segundo Cardoso e Pitanga (2020), seus achados constataram que existem prejuízos associados ao funcionamento executivo em crianças e adolescentes com TEA, envolvendo os seguintes componentes: Planejamento, controle inibitório, fluência verbal, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho.

O estudo da memória é um campo consagrado na neuropsicologia. Talvez por sua complexidade e relevância, a memória seja uma das funções neuropsicológicas mais estudadas em diferentes campos científicos. Sua complexidade está relacionada ao envolvimento de diversos processos de recepção, arquivamento e recuperação de informações. Para Bueno (2011), trata-se de uma função multifacetada que envolve vários mecanismos neurais, que são de fundamental relevância para o funcionamento do indivíduo (Fuentes *et al.*, 2014).

### **Motivação**

A motivação é responsável por mobilizar a atenção e facilitar a retenção das informações pela memória. Em linhas gerais, trata-se, de todo fator, motivo ou razão que leva a uma ação, uma mudança de comportamento, a um objetivo, a um aprendizado, ou seja, é um tipo de impulso que pode ser interno ou externo capaz de fazer com que um indivíduo direcione tempo e energia para realização de determinadas tarefas, inclusive as já iniciadas (Costa, 2023).

Ademais, Costa (2023), aponta que, do ponto de vista neural, a motivação está vinculada à liberação de dopamina e relacionada a fatores enquanto mecanismo de sobrevivência. Dessa forma, todos os processos que tenham como objetivo este instinto primordial é automático e regido na maioria dos casos, por uma emoção muito básica: o medo.

Nesse contexto, podemos observar que o cérebro possui um mecanismo de atribuição de valores que faz uso das emoções ao se submeter a determinadas experiências, classificando-as como boas ou ruins. Portanto, todos estes comportamentos tão elementares que nos acompanham no cotidiano são regidos pelo sistema de recompensa do cérebro.

Firmino e Braz (2020), trazem em seus achados que a área tegmentar recebe as informações sensoriais e informações do córtex pré-frontal acerca das intenções do comportamento atual. Destarte, ao atingir o objetivo ou produzir algo novo, os neurônios nessa área liberam dopamina que provoca a sensação de prazer e recompensa.

O sistema de recompensa do cérebro surge em qualquer processo, o qual sentimos recompensa. É formado por um conjunto de estruturas especializadas em detectar quando algo interessante ou desejável acontece, isso possibilita sensações de prazer e bem-estar.

Desse modo, ao refletirmos sobre o propósito da aprendizagem quando o que aprendemos está relacionado a vida real, nos remete a uma questão relevante, o professor conseguir motivar seus alunos.

### **Emoção**

Emoção é uma sensação de recompensa química no cérebro, ou seja, uma resposta emocional: “o cérebro realiza combinações de comunicação entre os neurônios provocando a sensação de recompensa em casos relacionados à emoção” (Rosenthal, 2009). Processos químicos também estão relacionados a essas sensações que tem origem em regiões específicas do cérebro, especialmente, no sistema límbico, responsável pelos processos motivacionais e controle das emoções. Contudo, existe uma região no córtex pré-frontal, que analisa e integra todos esses avisos emocionais (Cosenza; Guerra, 2011).

As emoções fazem parte da evolução da espécie humana, constituindo parte fundamental da aprendizagem. Desse modo, o desempenho acadêmico acaba sendo impactado por estados emocionais do indivíduo que aprende (Costa, 2023). Para Bos (2022), as emoções afetam a tomada de decisões, as interações e a inteligência.

Pressões escolares, por exemplo podem desencadear muitos problemas de saúde mental, decorrentes de estresses crônicos e sofrimento emocional, pois alunos com dificuldades de aprendizagem não conseguem corresponder às expectativas sociais em virtude de sua neurodiversidade, muitas vezes, incompatível com as exigências das aprendizagens escolares (Fonseca, 2016).

A neurociência evidencia a relevância da autogestão emocional para que as melhores decisões sejam tomadas, tanto no contexto educacional, quanto em qualquer esfera da vida. Comprova um forte vínculo entre emoção e cognição (Costa, 2023). Desse modo, o processo de autogestão emocional é de fundamental relevância para o convívio social e para aprendizagem por envolver processos de metacognição.

Assim, as emoções são uma fonte essencial da aprendizagem, tem experiência interna e comportamento externo, acompanhada por complexos processos neurais e mudanças fisiológicas.

## **Funções Executivas**

As funções executivas correspondem a um conjunto de habilidades que, de maneira integrada, possibilitam ao indivíduo tornar-se apto a planejar, executar, regular e monitorar metas, de forma que avalia a eficiência e adequação desses comportamentos abandonando estratégias ineficazes em detrimento de outras mais eficientes, para que possam resolver problemas, de médio de longo prazo, de forma imediata (Fuentes *et al.*, 2014).

Costa (2023), revela em seus achados, o funcionamento de algumas regiões do córtex pré-frontal como responsáveis por funções executivas básicas. Essas regiões envolvem funções que ativam processos relativo à atenção, memória de trabalho e emoção. No contexto pedagógico destaca-se a relevância dessas funções para a realização de tarefas escolares, das mais simples até as mais complexas.

Para a realização bem-sucedida das atividades cotidianas o indivíduo deve identificar perfeitamente seu objetivo final para desenhar um plano de metas dentro de uma organização que facilite sua execução. Fuentes *et al.*, (2014) destacam que falhas nas funções executivas tornam sua realização verdadeiros desafios para indivíduos com comprometimentos cerebrais.

Para Costa (2023), durante o processo de desenvolvimento do ser humano, o indivíduo precisa de tempo para aprender, consolidar o aprendizado, que por sua vez, requer foco atencional, memória e motivação. Assim, compreender o funcionamento desse grupo de funções é de fundamental relevância para o desenvolvimento de estratégias de estimulação, métodos pedagógicos, avaliação, habilitação e reabilitação.

As neurociências, em geral, não criam e nem têm a pretensão de serem teorias da aprendizagem, uma metodologia de ensino ou método didático. A área é definida como um conjunto de conhecimentos acerca do funcionamento do SN que possibilita ao profissional da educação criar mecanismo e estratégias para potencializar o aprendizado de seus alunos, assim como auxiliar pais no processo educacional estimulando seus filhos no conviver cotidiano.

## **2.3 Conceitos e finalidades da Interface Cérebro Computador**

O avanço tecnológico tem facilitado bastante o cotidiano de muitas pessoas, produzindo na sociedade grandes mudanças e novas realidades, estudos demonstram o avanço na utilização de tecnologias para o desenvolvimento de habilidades que impactam o desempenho cognitivo (Cavalcante *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2021)

Uma alternativa utilizada para auxiliar no tratamento de crianças com TEA é a Interface Cérebro-Computador (ICC), às vezes chamada de interface neural direta ou interface cérebro máquina, é uma comunicação direta entre um cérebro e um dispositivo externo, como o computador.

Segundo Bos (2019), atualmente existe uma lacuna de comunicação entre computadores e humanos que pode ser reduzida com o uso de sensores disponíveis na indústria. Portanto, é muito importante conhecer as tecnologias inerentes a medicina, tecnologia e educação em busca de sensores que possam informar a resposta biológica humana na realização de tarefas, neste caso com foco em educação.

A tecnologia ICC portátil é uma ferramenta útil para pesquisas baseadas em evidências. O processo de análise de dados poderá ser realizado a partir dos dados brutos, não processados, objetivando transformar estes dados em informação inerente a pesquisa a ser realizada (Bos *et al.*, 2019).

Uma outra aplicação potencial da ICC é a análise de diferentes padrões de EEG conforme diferentes estímulos externos na determinação da biodisponibilidade cerebral. Nos estudos de interfaces cérebro computador, o EEG atua como um tipo de medida psicofisiológica utilizada para obtenção de métricas mentais. Os sensores registram através do couro cabeludo e os eletrodos posicionados no lobo frontal do cérebro e demais posições da cabeça (Bos *et al.*, 2019).

Segundo Costa *et al.*, (2021), no tratamento via *neurofeedback* a atividade cerebral do paciente é medida por meio do EEG, sendo essa processada e calculada ao vivo. Destacam, ainda, que se configura como um procedimento não invasivo e que não faz uso de medicações, tendo apresentado respostas exitosas como melhora no foco e na concentração mental das crianças, em realizar as atividades diárias.

Com os avanços da tecnologia os equipamentos de ICC estão se tornando cada vez mais portáteis, sendo possível coletar dados mais precisos de atividades cerebrais, apenas com a facilidade de uso dos sensores atuais. A neuroeducação e o desvendar dos estudos do cérebro na sala de aula podem contribuir para a educação mais justa e menos excludente. Assim o educador tem a possibilidade de compreender melhor como ensinar, existindo diferentes maneiras de aprender, segundo Relvas (2012). As escolas necessitam estar atualizadas com as evidências da neurociência.

Observou-se que, mesmo com algumas limitações, os estudos apresentam resultados positivos, indicam contribuições da utilização das ICCs na melhoria da normalização das funções cerebrais, na motivação social e na evolução nos maneirismos autistas (Amaral *et*

*al.*, 2017; Carelli *et al.*, 2017; Arpaia *et al.*, 2020; Jyoti; Lahiri, 2020; Teo *et al.*, 2021). As pesquisas apontam, ainda, que a aquisição e o monitoramento de sinais cerebrais proporcionam diversas soluções para autorregulação, função social, emocional e cognitiva, indicando a aplicabilidade das ICCs em contextos educacionais.

Nesse contexto, na seção seguinte, o *neurofeedback* ganha destaque. Serão abordados conceitos e principais efeitos do treinamento retratados nas pesquisas que demonstram resultados positivos e promissores na sua realização.

## **2.4 Neurofeedback**

O treinamento de *neurofeedback* (NFB) é uma técnica de última geração com base no condicionamento operante da atividade cerebral. O NFB visa “normalizar a atividade cerebral desviante por meio da modificação da amplitude ou frequência ou coerência das ondas cerebrais, o que resulta em melhora no desempenho comportamental e cognitivo (Shereena *et al.*, 2019).

Oliveira Júnior (2020) afirma que o NFB fornece um caminho para o indivíduo modular sua dinâmica neural. Esse feedback pode ser obtido através de estimulações internas ou externas, sendo os estímulos visuais e auditivos os mais comuns. Aponta, ainda, em seus achados, que as pesquisas demonstram que nos últimos quinze anos, o NFB cresceu em popularidade como uma opção de intervenção para o treinamento de atenção em pacientes com diagnóstico de TDAH. Na mesma perspectiva, segundo Kouijzer *et al.*, (2009), vários estudos sugerem que os protocolos de *neurofeedback* que têm sido bem-sucedidos no tratamento do TDAH também podem ser eficazes no tratamento de crianças com déficits relacionados ao autismo.

De acordo com seus achados, Bos (2022) destaca em sua pesquisa que sujeitos com o espectro autista mostram irregularidades e anomalias nos padrões de ativação cerebral, sendo elas uma grande redução na onda  $\alpha$  e um grande aumento na onda  $\theta$ ,  $\delta$  e  $\gamma$ . A modificação dos padrões atípicos de atividade cerebral presentes no autismo poderiam ser considerada como objetivo prioritário, o que poderia ser conseguido através do *neurofeedback*.

Dessa forma, estudos diversos tem sustentado a consolidação do *neurofeedback* como uma modalidade terapêutica não invasiva que possibilita a modulação de padrões de atividades neuronais. Isso vem trazendo melhorias em estados cognitivos, emocionais e comportamentais (Kouijzer *et al.*, 2009; Shereena *et al.*, 2019; Oliveria Júnior., 2020; Bos, 2022).

No capítulo seguinte, propõe-se uma discussão sobre aprendizagem, trazendo definições, conceitos e teorias de autores relevantes que abordam o tema, bem como a importância da ludicidade, através de jogos digitais, para o desenvolvimento dessa aprendizagem em crianças com necessidades educacionais especiais.



### **3 JOGOS PARA DESENVOLVIMENTO DA APRENDIZAGEM EM CRIANÇAS COM TEA**

Nesse capítulo serão abordados conceitos e definições sobre aprendizagem, teorias sobre o desenvolvimento humano e sua relação entre sujeito e objeto no processo de construção do conhecimento elaboradas por teóricos renomados, bem como a relevância dos jogos digitais como estratégia de promoção da aprendizagem nesse processo, de forma lúdica.

#### **3.1 Aprendizagem: conceitos, tipos, teorias**

A aprendizagem já vem sendo estudada a tempo remotos, e certamente ela vem se tornando palco de diálogo. O ser humano nasce potencialmente predeterminado a aprender, dessa forma necessita de estímulo interno e externo. Ela habilita-o a adaptar-se ao seu ambiente social, e leva o indivíduo a viver melhor de acordo com o que se aprende.

Segundo Silva (2010), a aprendizagem é um processo que acompanha as pessoas por toda a vida, dentro de habilidades cognitivas e de interesse pessoal pelos conhecimentos e informações. Destaca, ainda, que a aprendizagem fornece subsídios necessários ao sujeito para a construção dos seus aspectos figurativos, mais especificamente, aspectos relacionados às percepções e às sensações, aspectos imprescindíveis para que se consiga alcançar o nível de autonomia no transcorrer da vida.

Há muito tempo, importantes teóricos da educação já defendiam métodos de ensinar e aprender em suas teorias. Entre as principais abordagens teóricas voltadas para os processos de ensino e aprendizagem, pautados nas principais teorias das aprendizagens, destacam-se: a aprendizagem pela experiência, apoiada por John Dewey (1859-1952), o construcionismo de Seymour Papert, a aprendizagem significativa defendida por David Ausubel (1918-2008), o ciclo da aprendizagem de David Kolb (1939), bem como a aprendizagem pela interação social, sustentado por Lev Vygotsky (1896-1943) e as ideias de Piaget que concebia a criança como um ser dinâmico, que a todo o momento interage com a realidade.

Segundo Zednik (2020), John Dewey defendia que o processo prático era o caminho para potencializar as possibilidades e os resultados da educação, em virtude da relação direta dos educandos durante o experimento. O ciclo de Kolb descreve o modo de aprendizagem experiencial como um processo contínuo, no qual o sujeito passa por quatro estágios: Agir (experiência concreta), refletir (observação reflexiva), conceituar (conceitualização abstrata) e

aplicar (experimentação ativa), Seymour Papert defendia a criação de espaços que provoquem o pensar do aluno, de forma que possam explorar seus interesses.

Nesse sentido, segundo a teoria da aprendizagem de Piaget, a aprendizagem é um processo que só tem sentido diante de situações de mudança. Dessa forma, aprender é em parte, saber se adaptar as novidades. Na visão piagetiana, a aprendizagem está relacionada e subordina-se ao desenvolvimento da criança, dentro de uma equilibrção progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior (Silva, 2020).

Desse modo, essa teoria explica a dinâmica de adaptação por meio dos processos de assimilação e acomodação. Onde a assimilação é a aquisição de novos conhecimentos e novas experiências integrando-os ou absolvendo-os nas estruturas ou esquemas de pensamento; e a acomodação designa as modificações que as novas experiências provocam nos esquemas ou estruturas de modo que haja adaptação. Para que haja uma adaptação é necessário que haja equilíbrio entre assimilação e acomodação (Emihovich, 2017).

Por conseguinte, é imprescindível ressaltar que o equilíbrio entre esses conceitos, durante o processo de adaptação, é responsável por fomentar a aprendizagem; o desequilíbrio, porém, por causar perturbações psíquicas, dificultando a aprendizagem (Silva, 2020).

Portanto, podemos concluir que por meio da assimilação e da acomodação vamos reestruturando cognitivamente nossa aprendizagem ao longo do desenvolvimento. Nessa mesma linha da teoria de Piaget a teoria de Vygotsky apresenta a aprendizagem como um processo que está intimamente ligado ao desenvolvimento da criança e se complementam reciprocamente, portanto quanto mais aprendizagem mais desenvolvimento. O que se percebe é que desenvolvimento cognitivo e cronológico da criança evoluem no mesmo sentido. Por isso é que Vygotsky afirma que a aprendizagem se inicia muito antes da criança frequentar a escola, sendo que qualquer situação que o professor colocar como aprendizagem ele já terá vivenciado antes (Emihovich, 2017).

Sanfelice e Bassani (2020) destacam que a teoria de Vygotsky apresenta o desenvolvimento da criança a partir de dois níveis: um real e outro proximal. O nível de desenvolvimento real está ligado às funções mentais da criança quando alguns ciclos de desenvolvimento já foram estabelecidos, pode-se dizer que é um indicativo de que a criança consegue fazer algo por si mesma. O desenvolvimento real pode ser avaliado através de testes, onde as tarefas apresentam diferentes dificuldades. Já o nível de desenvolvimento proximal refere-se às potencialidades que podem ser desenvolvidas a partir do ensino sistemático.

Percebe-se que o desenvolvimento da criança deve ser identificado a partir do que ele é capaz apreender dentro das atividades que lhe são propostas, que é o desenvolvimento real, mas também deve ser levado em consideração as habilidades que a criança tem para compreender e desenvolver as atividades que é o desenvolvimento proximal.

Silva (2020), aponta que as abordagens sobre aprendizagem é uma atividade multidisciplinar que tem como base a integração de disciplinas como a psicologia, educação, sociologia, antropologia e ciências cognitivas. Os resultados da aprendizagem incluem a consideração de variáveis cognitivas, como a profundidade da aprendizagem e o desempenho em domínios curriculares específicos, assim como variáveis socioemocionais e atitudinais, como níveis de autoestima e endosso de diferentes valores.

Contudo, vale lembrar que a teoria de Piaget destaca o equilíbrio como uma relação predominante das interações sociais, que obedecem a uma ordem de forma gradual. Para o autor o desenvolvimento mental da criança é uma edificação sem interrupção, comparando à construção de algo que se acrescenta elementos ficando cada vez mais sólido (Silva, 2020).

Nesse sentido, o conhecimento é adquirido de forma gradual e a partir da consolidação daquilo que foi apreendido. Por isso, o professor tem o papel de facilitador no processo de ensino e aprendizagem, que fará a ligação entre o desenvolvimento proximal e o desenvolvimento real.

Assim, o professor deve ser ciente que é o facilitador da aprendizagem, como tal deve usar uma metodologia de aprendizagem ativa, possibilitando técnicas em que promovam a inclusão de todos os alunos. Diante dessas considerações sobre aprendizagem, é relevante identificar os elementos que constituem a inclusão e a aprendizagem da criança com TEA.

Em suma, observa-se que a teoria piagetiana faz emergir mudanças acadêmicas e sociais, não desqualificando o sujeito tampouco o estigmatizando. Além disso, conforme salienta Silva (2020), pode ser considerada educacional, porque os seus argumentos defendem que o sujeito se desenvolve a partir das suas relações, e é ele um dos agentes principais para esse processo.

Nessa mesma perspectiva, devido Piaget ter analisado a realidade e, igualmente, as suas influências no sujeito, chega à conclusão de que ela é, sobretudo, a responsável pela sua estruturação mental.

### 3.2 Jogos digitais como recursos educacionais

A tecnologia é algo que vem desde a antiguidade onde os homens já produziam ferramentas para sua própria subsistência. Surgem, a cada dia, novos avanços tecnológicos e não tem como pensar no progresso da humanidade, sem pensar na grande contribuição da tecnologia.

Com os avanços dos recursos tecnológicos e com a maioria das crianças tendo acesso a esse mundo tecnológico, as escolas, que são tidas como um dos principais ambientes de aprendizagem, não podem ficar fora dessa transformação. A escola deve ser um local de diversidade e inclusão e com isso os benefícios da tecnologia precisam alcançar a todos.

Para Zednik (2020), a inclusão da tecnologia na educação requer um olhar mais amplo, envolvendo novas formas de ensinar e de aprender, articulados com a sociedade do conhecimento, com a ecologia cognitiva, o qual se assinala através dos princípios da pluralidade, da interação, da diversidade, e da colaboração.

Com base no conceito de “aprender fazendo” de John Dewey e, também, influenciado pelas ideias de Jean Piaget e Kurt Lewin, o teórico educacional David Allen Kolb, em 1984, implementa sua teoria acerca dos estilos de aprendizagem, cujo objetivo é perceber como cada sujeito aprende (Zednik, 2020).

Nesse sentido, uma das principais tendências na educação atual, que procura tornar o aprendizado mais significativo para os alunos, propõe um retorno ao “fazer”, geralmente esquecido na educação infantil, e que explore o potencial criativo dos alunos, criando na escola um ambiente propício para o destaque dos talentos.

O aumento da produção de jogos digitais educacionais vem crescendo constantemente e Tarouco *et al.* (2004) explicam que as tecnologias começaram a ser inseridas na educação quando o modelo tradicional de ensino passou a não ser atrativo. Esse processo induziu a criação de uma metodologia aplicada no conhecimento construtivo, na qual o indivíduo aprende interagindo com a ferramenta. Esse método enfatiza a participação e experimentação do sujeito na construção de seu próprio conhecimento, deixando assim o método tradicional à parte.

Os Jogos Educacionais também conhecido como *Serious Games*, possibilitam, através do entretenimento, a absorção de conhecimento. Esse tipo de jogo possui elementos (regras, desafios, etc.) que estimulam o senso de responsabilidade, criatividade e originalidade. Os jogos digitais, enquanto ferramentas educacionais, permitem que os(as) estudantes se tornem ativos(as) em seu processo de aprendizagem, além de proporcionar a aquisição de novas

habilidades e competências. Dessa forma, os jogos digitais podem favorecer o currículo formal da escola, contribuindo para dinamizar e tornar o processo de aprendizagem mais atraente para os alunos.

O educador Paulo Freire também criticava o currículo descontextualizado. Ao introduzir a ideia de construção significativa do conhecimento, ele disseminava que o aluno deveria protagonizar o processo de aprendizagem, ser ativo e aprender por meio de experiências (Zednik, 2020).

A atual BNCC, documento de caráter normativo que norteia os currículos dos sistemas e redes de ensino da educação básica em todo o Brasil, destaca o papel essencial da tecnologia na educação das novas gerações, recomenda que o estudante domine o espaço digital e indica a incorporação da Cultura Digital no currículo escolar, por meio da Competência geral 5, a seguir:

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).

A BNCC também destaca a tecnologia em suas orientações, nas competências 1 e 2 e faz menções explícitas a tecnologia em 128 habilidades indicadas ao currículo do ensino fundamental, o que corresponde a 10% das habilidades. Portanto, a cultura digital, é uma competência transversal que pode permear qualquer área do conhecimento (Zednik, 2020).

Segundo Fernandes *et al.* (2022), considerando o perfil dos alunos das gerações atuais, podemos entender que, os recursos interativos e engajadores são necessários. Quando temos recursos semelhantes aos que os alunos estão familiarizados em suas rotinas, eles demonstram maior interesse pelo conteúdo proposto.

Para Marc Prensky (2012), a utilização dos jogos digitais nos processos educativos escolares é possível especialmente por três aspectos: o envolvimento proporcionado pelo jogo; O processo interativo de aprendizagem, que proporciona ao(à) aluno(a) ser atuante e a união dos dois aspectos anteriores, que torna o processo completo. Para este autor, não basta saber um monte de fatos dispersos, mas é preciso ser capaz de usá-los, contextualizá-los como recurso para resolver problemas em contextos específicos. É necessário aprender didaticamente, superando diferentes desafios através da resolução de problemas contextualizados e situados.

Dessa forma, entendemos que, para a aprendizagem ser mais atraente e efetiva, principalmente, considerando o perfil dos alunos das gerações atuais. São necessários recursos interativos e engajadores semelhantes aos que os estudantes estão familiarizados em suas

rotinas, fazendo com que estes demonstrem maior interesse pelos conteúdos propostos. Os jogos digitais fazem parte do nosso cotidiano e quando utilizados em sala de aula, permitem ao aluno vivenciar uma experiência imersiva e motivadora, proporcionando momentos ricos de exploração de diversos conteúdos. Esse é um dos motivos que fazem dos jogos digitais recursos favoráveis à aprendizagem.

### **3.3 Ludicidade: O jogo segundo Piaget, Wallon e Vygotsky**

Pensar em ludicidade nos remete aos jogos e brincadeiras da infância, nos faz lembrar da alegria e da espontaneidade das crianças. Segundo Casanova (2020), de fato, se recordamos de tanta coisa prazerosa é porque jogos e brincadeiras estimulam o desenvolvimento humano em seus aspectos cognitivos e afetivos. No entanto, definir ludicidade, não é uma tarefa simples, principalmente, quando consideramos as primeiras etapas da educação básica, em virtude das várias abordagens e estudos sobre a temática.

Dessa forma, destacamos o conceito trazido por Canda (2004), onde a ludicidade é a possibilidade de conduzir práticas educativas de maneira que o ensinar e o aprender se tornam ações interligadas, sendo fundamental ao desenvolvimento integral do ser humano.

Nesse contexto, acreditamos que a ludicidade é uma ferramenta essencial na mediação do processo de aprendizagem. Nessa mesma perspectiva, Casanova (2020), afirma que o lúdico como instrumento mediador da aprendizagem, principalmente das crianças, favorece a concentração, o desenvolvimento pessoal, social e cultural. Isso facilita o processo de construção do pensamento.

Contudo, através da ludicidade e suas diferentes possibilidades é possível que indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo desenvolvam uma vida funcional com contato visual, interação social, vocalização com possibilidades de criar uma base para aprendizagem (Silva, 2020).

Piaget, Wallon e Vygotsky são teóricos de grande relevância nas questões relacionadas ao desenvolvimento humano em relação ao seu processo de ensino e aprendizagem. Suas contribuições despontam de aspectos afetivos e cognitivos e apresentam suas visões de forma que o jogo se torna uma estratégia imprescindível para construção de conceitos e habilidades. Isso oportuniza um processo de ensino e aprendizagem significativos. Dessa forma, pensando no desenvolvimento de forma global, o lúdico corrobora na aquisição de habilidades, na estimulação psicomotora, dos esquemas perceptivos e operativos, na consciência corporal, na socialização e na interação (Casanova *et al.*, 2021).

Piaget (1978), ressalta a importância das etapas do desenvolvimento acerca da compreensão do lúdico e sua contribuição na infância. Ele classifica o jogo em três modalidades, relacionando-as a cada fase do desenvolvimento em que surgem: jogos de regras, jogos de exercícios psicomotores e jogos simbólicos.

Para Wallon, em sua concepção da relação entre a infância e o lúdico, ressalta a grande relevância do jogo para o desenvolvimento psicológico, cognitivo, motor e social da criança (Casanova *et al.*, 2021).

Já Vygotsky (1988), aponta que a aprendizagem, provocada pelo ensino, estimula ciclos de desenvolvimento, que até então estavam ainda incipientes, surgindo novas funções psicológicas superiores, que irão impulsionar mais uma vez o desenvolvimento e, assim sucessivamente. Dessa forma, oportuniza novas aprendizagens.

A relação entre o uso de instrumentos e a fala afeta várias funções psicológicas, em particular a percepção, a atenção e as operações sensório-motoras, cada uma faz parte de um sistema dinâmico de comportamento. Pesquisas experimentais do desenvolvimento indicam que as relações e conexões entre funções constituem sistemas que se modificam, ao longo do desenvolvimento da criança, de uma maneira radical, assim como as próprias funções individuais (Vygotsky, 1988).

Nesse caminho, a condição cerebral do indivíduo torna-se essencial no processo da aprendizagem. De acordo com Cavalcante *et al.* (2020), há necessidades que interferem de maneira significativa no processo de aprendizagem que exigem ações educativas específicas. Portanto, uma das estratégias de promover o desenvolvimento da aprendizagem de forma lúdica, são os jogos.

### **3.4 Jogos digitais para crianças com TEA**

Uma abordagem que vem ganhando adeptos e sendo bastante experimentada envolve a aplicação de jogos digitais, que visam, de forma lúdica, melhorar as habilidades deficitárias decorrentes do TEA, as quais estão presentes nas áreas emocional, cognitiva, interação social, comunicação, motora e concentração (Poobrasert *et al.*, 2017; Fernandes; Nohama, 2020; Bos 2022).

Para Fernandes e Nohama (2020), os jogos digitais, enquanto ferramentas educacionais, possibilitam ao aluno assimilar conceitos. Isso auxilia no processo de aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais para sua formação. Com a utilização de jogos digitais, o indivíduo desenvolve suas habilidades

cognitivas, principalmente, reconhecimento de padrões, criatividade processamento de informações e pensamento crítico.

Neste contexto, recorrendo à literatura, é possível identificar uma quantidade significativa de estudos fazendo uso de jogos digitais com foco em pessoas com TEA, voltados para tecnologia assistiva. As tecnologias assistivas são definidas como quaisquer recursos, itens, equipamentos ou serviços que melhorem, aumentem ou mantenham as habilidades físicas e/ou mentais das pessoas com deficiência (Poobrasert *et al.*, 2017).

Segundo Emihovich (2017), a aprendizagem baseada em jogos apresenta aos pesquisadores da educação oportunidades para analisar o potencial de aquisição de habilidades em jogos de vídeo de forma lúdica. Destaca como um dos aspectos mais atraentes da jogabilidade, a interatividade social de jogar com outros jogadores. Afirma, ainda, que estudiosos sobre videogames descobriram que a jogabilidade pode ser positivamente associada à melhoria das habilidades de resolução de problemas, que estão se tornando cada vez mais desejáveis nos ambientes de trabalho no século XXI. Isso requer que as escolas passem a abordar a aquisição de habilidades de resolução de problemas a partir da adequação nos currículos escolares, conforme recomenda a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Martelo, Chiari e Perissinmoto (2020), destacam que o desenvolvimento infantil é um processo que engloba diferentes aspectos e seu objetivo é tornar as crianças habilitadas para responder às suas necessidades e as demandas de seu ambiente. Na mesma perspectiva, Papert (2013) diz que “com os jogos as crianças descobrem autonomamente o conhecimento específico, tornando-se assim construtoras ativas do seu conhecimento”

Para Carvalho (2015), os jogos são produtos interativos e motivadores. A motivação intrínseca aos bons jogos decorre de vários fatores, como controle das ações e percepções ao saber que o resultado depende de si; *feedback* imediato quanto às premiações; aprendizagem com os próprios erros; competição e/ou colaboração no jogo; flexibilidade na oferta e ajustes de desafios quanto ao grau de domínio do jogo; sequência correta dos desafios para manutenção da motivação e foco. Os jogos podem envolver um jogador atuando sozinho com dois ou mais jogadores agindo em colaboração, assim como jogadores ou equipes de jogadores competindo entre si.

De acordo com Fernandes e Nohama (2020), em seus achados, uma grande parte dos jogos consultados, desenvolvidos para plataforma desktop, utilizam dispositivos externos com o objetivo de adquirir informações do jogador que não são possíveis com o conjunto básico de dispositivos de entrada: teclado e mouse.



Os jogos desenvolvidos para pessoas com TEA devem cada vez mais se aproximar de jogos com características de entretenimento, uma vez que eles tendem a conquistar mais a atenção dos usuários frente às atividades lúdicas mais simples. Contudo, existe uma forte tendência ao crescimento da área de desenvolvimento de jogos digitais com características assistivas com foco em dispositivos móveis, sendo que eles devem cada vez mais integrar-se às atividades cotidianas das pessoas com necessidades e habilidades especiais, em particular, as pessoas com TEA (Fernandes; Nohama, 2020).

Por fim, percebe-se consenso nos estudos realizados de que o uso de jogos digitais no tratamento ou no treinamento de habilidades de indivíduos com TEA é efetivo.

## **4 METODOLOGIA**

A pesquisa científica, segundo Gil (2008), é “[...] o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo gerar respostas aos problemas que são propostos”. Dessa forma, o presente capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que foram utilizados para a realização de cada etapa da pesquisa. Encontra-se subdividido em: tipo de pesquisa, sujeitos, lócus da pesquisa, instrumentos e técnicas de coleta de dados e desenho da pesquisa.

### **4.1 Tipo de pesquisa**

O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo com abordagem experimental de métodos mistos (quali-quantitativa). Essa abordagem envolve a coleta e análise dos dados quantitativos e qualitativos, bem como a integração das informações dentro de um experimento ou ensaio de intervenção que agrega a coleta de dados qualitativos a um experimento ou intervenção de forma que as experiências pessoais dos participantes possam ser incluídas na pesquisa. Dessa forma, os dados qualitativos se transformam numa fonte secundária de dados inseridos na coleta de dados experimental pré e pós testes (Creswell; Creswell, 2021, p.189). De acordo com os procedimentos de coleta, a pesquisa foi de campo, pois os principais dados foram coletados junto aos sujeitos participantes da pesquisa.

### **4.2 Sujeitos**

O estudo foi desenvolvido com estudantes diagnosticados com TEA, matriculados no ensino fundamental (anos iniciais, 1º ao 5º ano) da rede municipal de Fortaleza - CE. Foram selecionados de forma aleatória e voluntária, atendendo aos critérios necessários para participação na pesquisa. A amostra foi composta por 21 crianças na faixa etária de 9 a 11 anos. Essa amostra foi dividida em dois grupos: grupo experimental (n=11) e grupo de controle (n=10).

### **4.3 Lócus da pesquisa**

A pesquisa foi realizada em escolas públicas da rede Municipal de Fortaleza que possuem Sala de Recursos Multifuncionais (SRM) com alunos autistas matriculados no Atendimento Educacional Especializado (AEE), a partir de março de 2023. Para autorização da pesquisa acadêmica na Rede Municipal de Fortaleza, foi necessária a abertura de processo

administrativo, via Secretaria Municipal de Educação (SME) e aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o parecer consubstanciado de nº 6.024.525. O fato da pesquisadora ser servidora pública da educação na rede municipal de Fortaleza facilitou a realização da pesquisa.

#### **4.4 Instrumentos e técnicas de coleta de dados**

Para a participação das crianças na pesquisa, foi necessária a assinatura dos pais e/ou responsáveis no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a participação do menor sob sua responsabilidade no estudo proposto. Além disso, as crianças assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Ambos os termos foram elaborados e explicados pela pesquisadora no ato da assinatura.

Foi realizada uma entrevista semiestruturada (anamnese) com os responsáveis para investigar alguns aspectos relevantes da vida do participante da pesquisa que viabilizasse conhecer um pouco mais de sua história pessoal e clínica. Posteriormente, foi aplicado um teste neuropsicológico em todos os participantes do grupo experimental (n=11) e do grupo de controle (n=10) para avaliar o nível cognitivo deles.

O teste aplicado foi o SON-R 6-40 (Laros *et al.*, 2022), um instrumento não verbal para avaliação da inteligência geral que consiste em quatro subtestes: Categorias e Situações (subtestes de raciocínio) e Mosaicos e Padrões (subtestes de execução). Sua aplicação é adequada para pessoas com dificuldade auditivas, problemas de linguagem, transtornos do desenvolvimento e imigrantes. No entanto, foram aplicados apenas os subtestes analogias, categorias e mosaicos, em virtude do tempo de aplicação dos quatro subtestes ser mais longo e por estes estarem mais relacionados aos objetivos deste estudo.

O subteste de Analogias caracteriza-se pela resolução de problemas de analogias, aplicando os mesmos princípios usados nas mudanças realizadas no exemplo. No caso do subteste Mosaicos, a pessoa deve copiar um mosaico em uma moldura usando quadrados vermelhos, brancos e vermelho/branco.

Quanto ao subteste de Categorias, a tarefa consiste em encontrar, em uma série de 5 imagens, duas que compartilhem uma categoria/característica em comum. O subteste Padrões consiste em um padrão de linhas que tem uma parte omitida que precisa ser completado com um lápis. A tabela 1 apresenta detalhadamente os subtestes que compõem o teste SON-R 6-40.

Quadro 1 – Descrição dos subtestes do SON-R-40

| Subtestes  | Descrição  | Habilidade cognitiva avaliada |
|------------|--|-------------------------------|
| Analogias  | Subteste de múltipla escolha composto por 36 itens divididos em três séries paralelas (itens 1a-12a, itens 1b-12b e itens 1c-12c). A tarefa consiste em descobrir qual transformação ocorreu no primeiro par de figuras e aplicar a mesma transformação no segundo par de figuras.             | <i>Gf</i>                     |
| Mosaicos   | Subteste de execução composto por 26 itens divididos em duas séries paralelas (itens 1a-13a e 1b-13b). Utilizando quadrados vermelhos, brancos e vermelho-brancos, o sujeito deve copiar a figura apresentada em uma moldura.  | <i>Gv</i>                     |
| Categorias | Subteste de múltipla escolha composto por 36 itens divididos em três séries paralelas (itens 1a-12a, itens 1b-12b e itens 1c-12c). Nesta tarefa, o sujeito precisa descobrir o conceito subjacente aos primeiros desenhos apresentados e indicar duas figuras que apresentam o mesmo conceito. | <i>Gf</i>                     |
| Padrões    | Subteste de execução composto por 26 itens divididos em duas séries paralelas (1a-13a e 1b-13b). O participante deve observar um desenho que apresenta um padrão e completar a parte que está faltando.  | <i>Gv</i>                     |

Fonte: Mecca *et al.*, (2020)

Para início dos treinamentos de neurofeedback, a ICC foi validada e utilizada apenas nas crianças do grupo experimental (n=11). No processo de validação, as crianças foram submetidas ao jogo MemoTea, que consiste em memorizar imagens, de forma a desenvolver e aperfeiçoar o raciocínio, por meio da criação de relações entre imagem e sequência das cartas dispostas com melhoria na concentração.

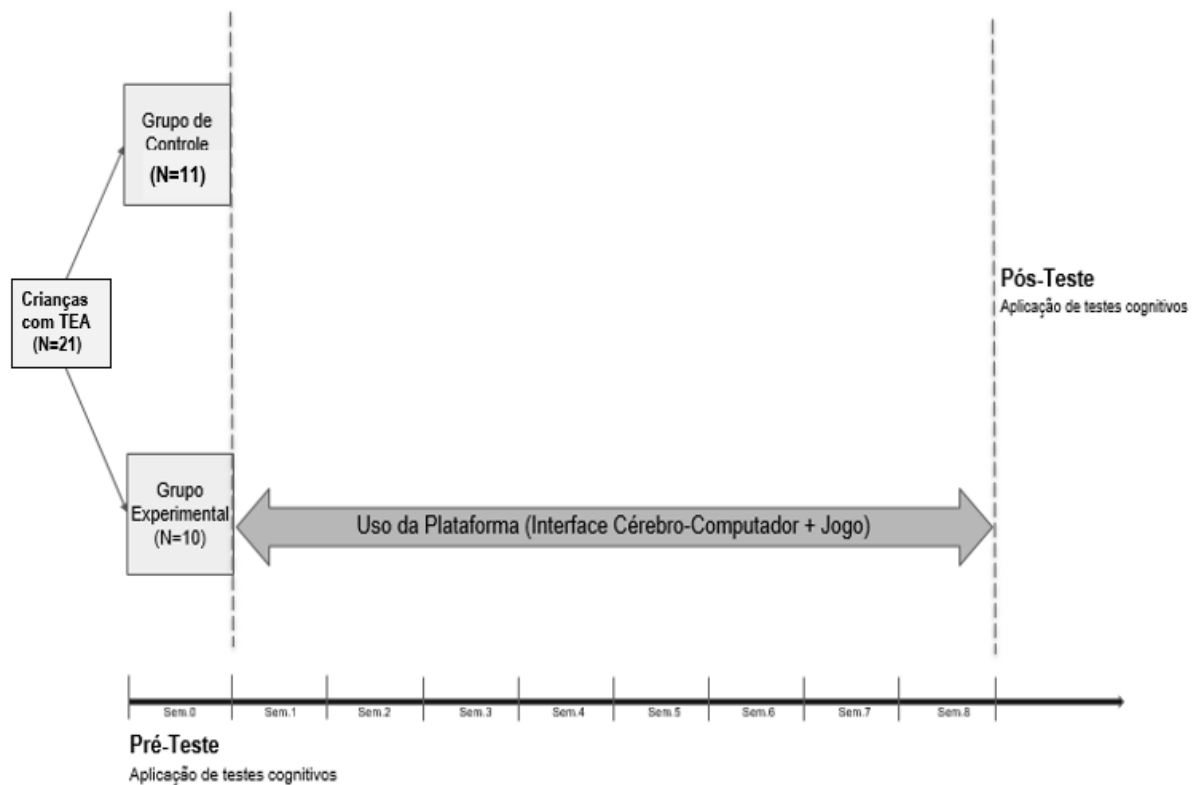
Para finalizar, o teste neuropsicológico aplicado no início foi repetido em todos os participantes dos dois grupos, com o objetivo de analisar os resultados encontrados e a relação com o uso da ICC em crianças com TEA na melhoria das habilidades cognitivas e da higiene pessoal. Vale ressaltar que os testes neuropsicológicos foram realizados com ajuda de bolsistas de psicologia e um neuropsicólogo.

#### 4.5 Desenho da pesquisa

A pesquisa foi realizada na sala de recursos multifuncionais das escolas e contou com o auxílio do professor do Atendimento Educacional Especializado (AEE). Esta sala consiste em um ambiente dotado de equipamentos, mobiliários e materiais didáticos e pedagógicos para a oferta do atendimento educacional especializado (Brasil, 2011). De acordo com o Decreto nº 7.611/2011, que dispõe sobre a educação especial e o atendimento educacional especializado, a implantação das Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) nas escolas comuns da rede pública de ensino promove condições de acesso, participação e aprendizagem dos alunos público-alvo da educação especial no ensino regular, possibilitando a oferta do Atendimento Educacional Especializado. Para alcançar os objetivos da pesquisa, foi realizada uma entrevista semiestruturada (anamnese) com o responsável pela criança, onde a pesquisadora explicou todo o processo para o participante e seu responsável legal. Na sequência

foi aplicado um teste neuropsicológico com as crianças dos dois grupos experimental (n=11) e controle (n=10) no início e ao final do período de acompanhamento. Foi utilizada a plataforma com o grupo experimental (n=11), com sessões duas vezes por semana, de 30 a 40 minutos cada. Antes do início da sessão, o participante recebia instruções sobre o funcionamento do jogo e da Interface Cérebro-Computador. Há cada sessão a ICC era configurada e calibrada para o usuário. Cada participante foi acompanhado por um período de dois meses, sendo submetido a 16 sessões de treinamento, cada um. Por fim, a pesquisadora junto com um neuropsicólogo analisou os dados obtidos nos testes (Figura 1).

Figura 1 – Desenho da pesquisa



Fonte: Própria Autora (2023).

#### 4.6 Análise dos Dados

Após os integrantes do GE participarem das sessões com a ICC, ambos os grupos (GC e GE) fizeram novamente o teste neuropsicológico. Os resultados obtidos foram analisados através do teste paramétrico T2 de Hotelling de Nel e Merwe, (1986) teste tipo ANOVA não paramétrico e dois testes marginais (univariados): o teste paramétrico t de Welch e o teste não paramétrico de Wilcoxon. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software R (2023) versão 4.2.3.

#### **4.7 Aspectos Éticos e Legais da Pesquisa**

A pesquisa foi autorizada pela Secretaria Municipal de Educação (SME), através do Termo de autorização para pesquisa acadêmica, consoante processo administrativo nº P011111/2023 e encontra-se registrada na Plataforma Brasil, sob o parecer substanciado de nº 6.024.525.

Por se tratar de um estudo que envolve pessoas, sobretudo menores de idade, foram encaminhados na ocasião, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Os documentos encontram-se no Apêndice A e Apêndice B, respectivamente.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta os resultados da pesquisa. Ele foi dividido em três subtópicos que apresenta o produto educacional, descreve as habilidades evidenciadas no teste neuropsicológico, e, avalia e analisa o jogo MemoTea e sua relação com o uso da ICC.

### 5.1 Apresentação e utilização do produto

O produto deste trabalho de pesquisa trata-se de um jogo digital de memória que aborda o tema higiene e saúde, intitulado MemoTea, desenvolvido com ajuda dos alunos bolsistas do Laboratório de Inovações Tecnológicas (LIT), da Universidade Federal do Ceará (UFC), com o intuito de melhorar o desempenho cognitivo de crianças com diagnóstico de TEA, bem como melhorar a compreensão sobre higiene pessoal.

Dentre os elementos elencados para o desenvolvimento do produto, inicia-se pela escolha do conteúdo higiene e saúde, tema escolhido por ser um uma questão de saúde pública relacionada às atividades da vida diária, geralmente, prejudicadas em crianças com TEA e por ser assunto contemplado na BNCC. A partir da escolha pelo tema, foi realizado um levantamento bibliográfico com intuito de compreender a temática investigada e identificar requisitos necessários para o desenvolvimento de um jogo digital, via ICC, para crianças dentro do espectro autista.

Nesse levantamento bibliográfico, destaca-se o GAIA (Guia de Acessibilidade de Interfaces web focado em aspectos do Autismo), produto de mestrado, com um conjunto de 28 recomendações, cujo objetivo é ajudar desenvolvedores de softwares e educadores digitais a compreenderem melhor como desenvolver websites que sejam adequados às necessidades de crianças dentro do espectro autista (Britto, 2016).

Schell (2019) foi selecionado como ponto de partida para o desenvolvimento do produto por sua relevância na área do design de jogos. O autor não apresenta um modelo esquemático propriamente dito, mas sim um conjunto de questionamentos, chamados de *lents* (*lens*). Embora o autor proponha o uso de 100 lentes, o presente estudo focou apenas nas lentes nº 2: A lente da experiência essencial, na lente nº 4: A lente da surpresa, na lente nº 7: A lente do valor endógeno, na lente nº 8: A lente da solução de problemas, na lente nº 9: A lente da téttrade elemental, conforme detalhamento a seguir:

Lente da experiência essencial (nº 2): Esta lente enfatiza que o objetivo principal de um designer de jogos é criar uma experiência imersiva e envolvente para os jogadores. Os

designers devem se concentrar em criar experiências que sejam agradáveis, emocionalmente envolventes e significativas para os jogadores, em vez de apenas projetar um conjunto de regras ou mecânicas.

Lente da Surpresa (nº 4): Para que um jogo desperte o interesse do jogador, é imperativo que tenham surpresas que o atraiam e tragam situações prazerosas. Surpreender é essencial para o entretenimento. Dessa forma, essa lente tem como premissa lembrar aos designers de games que surpreender é fundamental e relevante para o desenvolvimento de um jogo com entretenimento e diversão.

Lente do valor endógeno (nº 7): Esta lente destaca que a experiência do jogador emerge das interações dentro do jogo. Ela enfatiza a importância de desenvolver as fases e as interações do jogador com o mundo virtual e projetar as regras, mecânicas e componentes do jogo de maneira a obter as experiências desejadas pelos jogadores, seja isso empolgação, desafio ou envolvimento emocional. O design de jogos é um processo iterativo, e esta lente encoraja os designers a continuamente refinar e melhorar seus jogos por meio de testes e feedback.

Lente da solução de problemas (nº 8): Essa lente considera os problemas que os jogadores devem resolver para obter sucesso no jogo. Dessa forma, a cada problema identificado, dá-se a oportunidade ao jogador de resolvê-lo da melhor maneira possível para ter sucesso e satisfação.

A lente da tétrede elemental (nº 9): Esta lente lembra aos designers de jogos que é preciso olhar o projeto como um todo. Ela tem a utilidade de fazer um balanço do jogo e verificar se tudo está simétrico, partindo da parte estética à experiência do jogador.

Essas lentes proporcionam uma base para os designers de jogos apresentarem sua arte com o foco na entrega de experiências significativas e envolventes aos jogadores, ao mesmo tempo em que atendem às expectativas e preferências dos jogadores, refinam e adaptam continuamente suas criações. Dessa forma, com base nas referências levantadas e nos requisitos identificados, foi elaborado o seguinte design do jogo (ver figura 2).



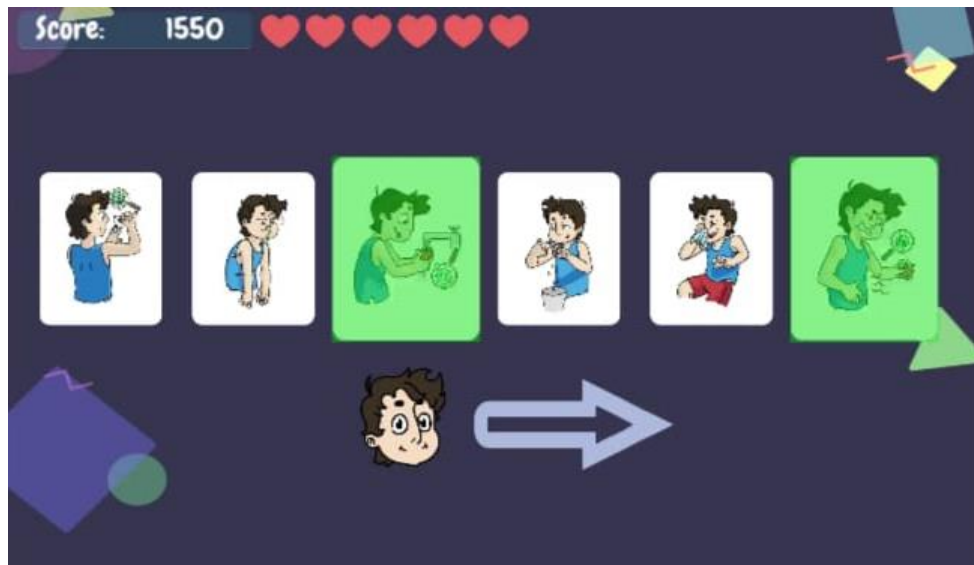
Figura 2 – Design do jogo

| <b>IMPACTO DO JOGO:</b>   |   |   |
|---|---|---|
| Melhorar as habilidades de concentração, memória e raciocínio lógico da pessoa jogadora ao longo do tempo   |   |   |
| <p><b>CONCEITO DO JOGO</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Fazer maior pontuação, encontrando os pares de cartas correlacionadas sobre os hábitos de higiene necessários para manutenção da saúde.</p> <p><b>Gênero:</b> Puzzle/quebra-cabeça</p> | <p><b>PERFIL DOS JOGADORES</b></p> <p><b>Comunidade:</b> Crianças com Transtorno de Espectro Autista (TEA).</p> <p><b>Idade:</b> 9 a 11 anos</p> <p><b>Número de jogadores:</b> 1</p>   | <p><b>MECÂNICA DO JOGO</b></p> <p><b>Condição de derrota:</b> Perder vidas quando erra os pares das cartas e ultrapassa o tempo de 20 minutos.</p> <p><b>Regra especial:</b> Utilizar a concentração e piscada para selecionar e virar as cartas.</p> <p><b>Espaço:</b> Pares de cartas que aumentam a quantidade a cada duas fases e imagem de criança com uma seta que indica o estado de concentração.</p> <p><b>Desafio:</b> Finalizar as 7 (sete) fases, acertando os pares correlacionados, perdendo o mínimo de vidas e conseguindo maior pontuação.</p> |
| <p><b>GAME CORE</b></p> <p><b>Efeitos:</b> Sons emitidos quando acerta ou erra as cartas e quando avança de fase.</p> <p><b>Restrições</b> Iniciar o jogo somente quando realizar a calibração e estiver concentrado.</p>                 | <p><b>GAME INTERACTION</b></p> <p><b>Controles:</b> <del>Input</del> através da Interface cérebro-computador (ICC) com duas entradas: concentração e piscada.</p> <p><b>Plataforma:</b> PC</p> <p><b>Configurações:</b> Software Open BCI</p> | <p><b>FLUXO DO JOGO</b></p> <p><b>Jogabilidade:</b> Crianças com Transtorno de Espectro Autista (TEA).</p> <p><b>Elemento aleatório:</b> 9 a 11 anos</p> <p><b>Desafio de habilidades:</b> Concentração, memória e raciocínio lógico.</p>   |

Fonte: Adaptado de Monteiro e Adamatti (2021).

O objetivo do jogo é formar pares de combinações que contém ilustrações com situações de higiene e saúde, por exemplo: uma carta mostra um risco do contato com agentes causadores de doenças (criança com pés sujos e descalços, criança sem dente, etc.) e seu par complementar apresenta a imagem do hábito de higiene relacionada (criança calçada com sapatos, escovando os dentes etc.), conforme apresentado na figura 3.

Figura 3 – Jogo MemoTea



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2023)

Nesse sentido, Barasoul (2022) aponta em seus achados que o jogo da memória é utilizado amplamente em jogos educativos por vincular material audiovisual e favorecer aspectos como a discriminação visual, o pensamento lógico, a identificação e a associação de figuras e palavras, dentre outros.

O jogo MemoTea é composto de 7 fases. O usuário inicia o jogo desvirando as cartas, uma de cada vez, utilizando comandos mentais via dispositivo externo colocado sobre a cabeça para indicar a carta selecionada, por meio de uma piscada (Figura 4).

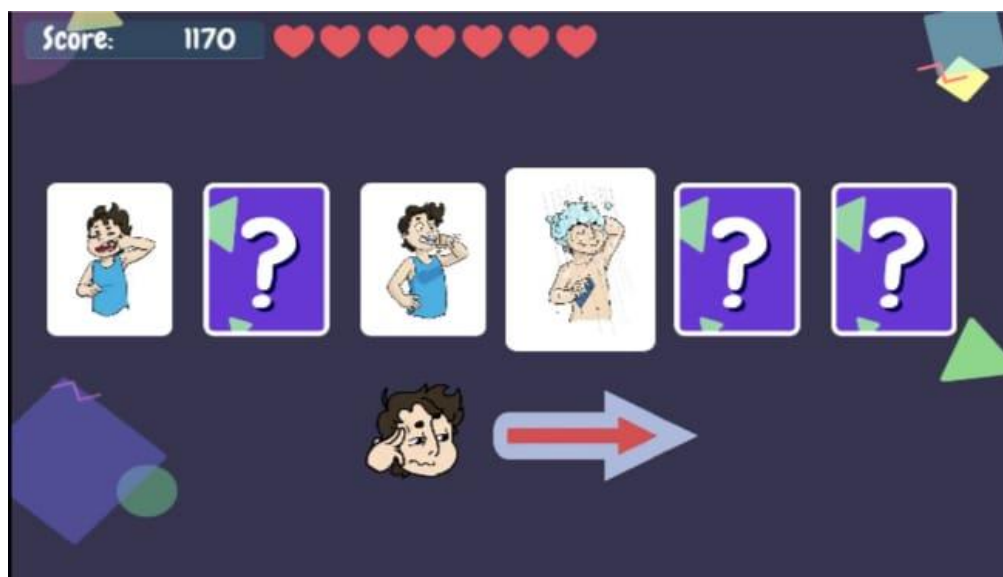
Figura 4 – Interface do jogo MemoTea



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2023).

A cada acerto de pares de cartas, o aluno ganha pontos e a cada erro perde “vidas” que são indicadas na parte superior da tela. Para realização do jogo o aluno precisa estar concentrado, o que é possível ser identificado por meio da seta que precisa estar preenchida em sua totalidade na cor vermelha (Figura 5). Caso o aluno não esteja concentrado o jogo fica pausado, voltando a funcionar somente quando o aluno se concentra. Dessa forma, os dados referentes a quantidade de erros e acertos, concentração e desconcentração, pontuação e tempo de realização do jogo são armazenadas em computador, via *bluetooth*.

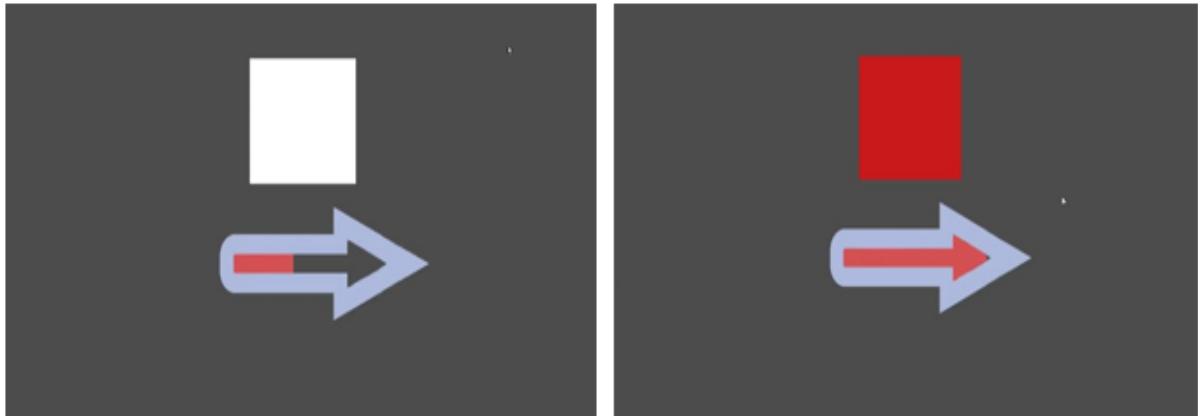
Figura 5 – Jogo MemoTea



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2023)

Antes de iniciar o jogo, faz-se necessária a calibração do equipamento em paralelo com o sistema. Para isso foi realizado um teste do comando relacionado ao piscar dos olhos do participante. Neste caso, o participante visualiza um quadrado branco que muda para vermelho com um clique (Figura 6). Dessa forma, o aplicador pede que o aluno pisque os olhos para que o quadrado volte à cor inicial, branca. Sendo necessário repetir este procedimento três vezes. Caso o comando acione de forma lenta ou inconsistente, faz-se necessário fazer ajustes até o padrão ficar estável por ciclos de 5 a 10 segundos. A partir dessa confirmação, o jogo inicia.

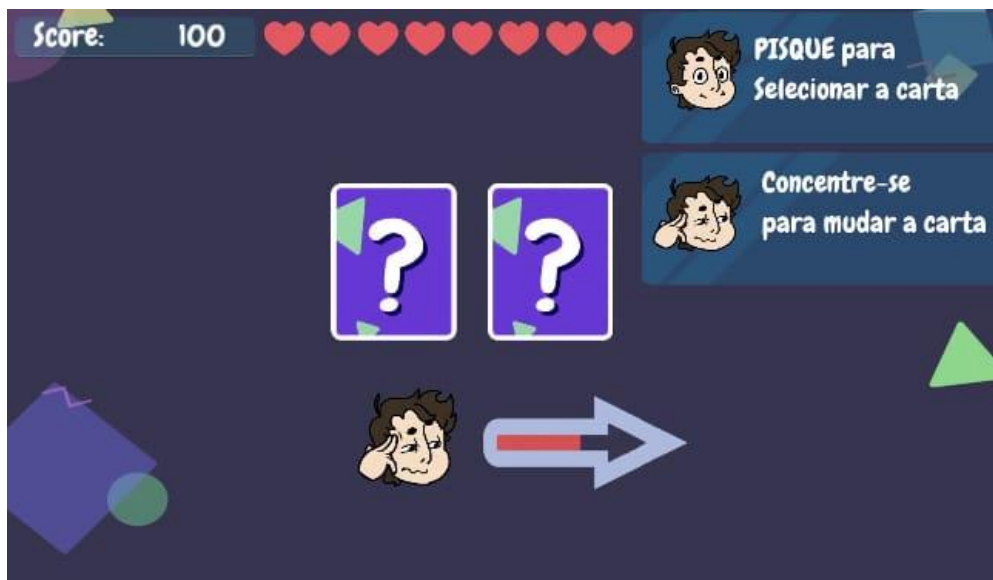
Figura 6 – Calibração



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2023).

A próxima etapa é um tutorial que demonstra a mecânica principal do jogo (ver Figura 7). Nesse momento, já é necessário que o usuário consiga manter sua concentração com base na seta na parte inferior da tela que indica o nível de concentração e a passagem das cartas. A seta apresenta uma barra que carrega do início ao fim apenas durante um estado de concentração positivo do aluno.

Figura 7 – Tutorial



Elaborado pelos próprios autores (2023).

As fases aumentam de dificuldade com base no número de cartas dispostas. A primeira fase inicia com 2 pares de cartas e finaliza com 4 pares. Ao final do jogo, o participante consegue visualizar a pontuação adquirida (Figura 8). O sistema de coleta de dados registra as

informações obtidas pela interface cérebro-computador e permite que toda a sessão seja repetida através de um playback.

Figura 8 – Tela final do jogo



Elaborado pelos próprios autores (2023)

A coleta de dados foi realizada nas salas de recursos multifuncionais das escolas selecionadas e contou com o auxílio da professora do Atendimento Educacional Especializado (AEE). Sobre as experiências observadas em campo quanto a participação dos alunos no jogo, foi evidenciado bastante interesse e motivação na realização da atividade. No início alguns sentiram um pouco de dificuldade para compreender a correlação entre os pares, mesmo com a explicação da aplicadora, porém com o andamento do jogo, conseguiam entender e finalizar todas as fases.

Durante as sessões, foi percebido diferenças diante dos diagnósticos de cada aluno, embora todos apresentassem o diagnóstico de TEA. Dois alunos desistiram nas primeiras sessões e tiveram que ser substituídos: um desistiu por não se sentir à vontade com o gel que era utilizado nos eletrodos colocados na parte pré-frontal da cabeça e o outro por se sentir incomodado com a seta que indicava a concentração do participante.

A maioria dos participantes conseguiam finalizar as sessões antes do tempo estipulado, as sessões eram 20 minutos e eles finalizaram entre 15 a 18 minutos. Conforme os dados observados 6 alunos concluíram a maior parte do jogo, tendo como tempo de desconcentração uma faixa de 3 a 5 minutos.

Dados preliminares demonstraram a aplicabilidade qualitativa do jogo para o público-alvo. Dessa forma, avaliamos o comportamento, o desempenho no jogo, as falas e experiências dos sujeitos envolvidos. Todavia, é necessário frisar que os jogos como atividade lúdica trazem em si inúmeros benefícios, que envolvem, uma abrangência de significados, sendo a linguagem afetiva uma dessas formas de expressão, cuja estrutura é o símbolo (piaget, 1998). Ademais, Piaget ainda traz que o brincar reflete os estados internos do sujeito diante de uma realidade vivida ou imaginada.

Britto (2016) traz em seu estudo que o trabalho com TEA na área de tecnologia ainda representa um cenário desafiador para pesquisadores da área de computação devido a vários fatores: a falta de conhecimento sobre a tecnologia aplicada ao contexto de trabalho com deficiências cognitivas; a ausência de mais pesquisas relacionadas na área; e, o escopo do diagnóstico que está em constante descoberta de novas características do transtorno. Isto corrobora com essa pesquisa que identificou uma lacuna quanto a descrição do processo de desenvolvimento dos jogos similares ao MemoTea.

## **5.2 Descrição das habilidades evidenciadas nos testes neuropsicológicos (pré e pós teste)**

O teste não-verbal de inteligência SON – R 6-40 foi utilizado para essa pesquisa. Ele avalia duas habilidades cognitivas amplas de acordo com o modelo psicométrico Cattell-Horn\_Carroll (CHC), que são o processamento visual ( $G_v$ ) e a inteligência Fluida ( $G_f$ ) (Mecca *et al.*, 2020).

O SON-R 6-40<sup>1</sup> é um teste não verbal de inteligência, versão do teste de Snijders-Oomen, que abrange pessoas na faixa etária dos 6 aos 40 anos. Trata-se de um instrumento para avaliação individual no qual não é necessária a utilização da linguagem falada ou escrita. Este teste fornece dados objetivos, como o escore geral, que representa a habilidade cognitiva da pessoa em relação ao seu grupo etário.

O instrumento é dividido em 4 subtestes: Analogias, Mosaicos, Categorias e Padrões. Esses subtestes são separados em dois tipos: aqueles que medem raciocínio abstrato (analogias e categorias) e os testes de execução com orientação espacial (mosaicos e padrões). Os itens são selecionados e distribuídos em duas ou três séries, em ordem crescente de dificuldade.

---

<sup>1</sup> não é particularmente apropriado para crianças com deficiências visuais ou motoras.

O foco do SON-R 6-40 está direcionado para resolução de problemas que exigem raciocínio abstrato e espacial, desta forma os resultados dependem menos do conhecimento adquirido e está mais direcionado a habilidade de descobrir métodos e regras e aplicá-los a novas situações (Laros *et al.*, 2020).

Durante o estudo foi possível perceber uma ampla variedade de perfis cognitivos diante dos diagnósticos de cada aluno, embora todos apresentassem o diagnóstico de TEA. Por meio de observações quanto ao comportamento, o desempenho no teste, as falas e as experiências dos sujeitos envolvidos, foi possível verificar a aplicabilidade qualitativa do teste para o público-alvo.

Os testes foram aplicados pela primeira vez no período de março a maio de 2023 (pré-teste), e reaplicados no período de maio a julho de 2023 (pós-teste). Foram avaliados os dados qualitativos acerca da motivação, concentração, cooperação e compreensão das instruções observadas nos participantes do pré-teste e pós-teste.

21 testes foram aplicados e foi possível observar que em 10 testes os resultados permaneceram similares, em sua maioria as crianças apresentavam resultado “boa” ou “variante” referente a motivação, concentração, cooperação e compreensão das instruções. As variações observadas em sua maioria foram associadas ao fato de o teste ter sido realizado na sala de AEE, na escola onde a criança estudava, que não possuía isolamento do som o que poderia interferir na atenção da criança durante o teste. Além disso, foi observada variação de acordo com o subteste e estímulos externos.

Em 9 testes foram observadas melhorias, em sua maioria notou-se resultados que mudaram de “variante” e “mediana” para “boa”, foi possível observar maior concentração e motivação por parte de alguns participantes e melhora significativa na compreensão das instruções. Naqueles que foi observada dificuldade de concentração ao iniciar o teste também foi atribuído aos estímulos externos, já que os testes foram aplicados no ambiente escolar.

Em apenas duas crianças os resultados não foram considerados satisfatórios, uma delas teve o segundo teste aplicado na sua residência, que não possuía ambiente totalmente adequado o que podia interferir na atenção da criança e durante o teste observou-se no ambiente vários estímulos e distrações, levando a criança a apresentar dificuldade de se concentrar, ademais, o teste foi realizado logo após a atividade com a ICC, podendo assim deixar a criança com pensamento mais lento e cansado. Em outra criança os dois testes não foram satisfatórios, a criança estava bastante desmotivada e com atenção dispersa.

Com relação a validade do teste alguns pontos devem ser considerados, conforme Laros *et al.* (2020) é importante saber se o SON-R 6-40 é uma medida útil de inteligência, pois,

por se tratar de um teste de caráter não verbal existe uma limitação de como a inteligência pode ser medida, desta forma, para Laros *et al.* (2020) não se pretende oferecer uma resposta clara e definitiva sobre a validade do teste, mas apresentar evidências de validade que foram encontradas.

Aqui, discorre-se sobre os testes que são avaliados no relatório científico do SON-R 6-40, mas outros artigos também serão utilizados para afirmar a validade do teste.

Com relação ao conteúdo do teste, já foi observado que o desempenho do teste não depende do conhecimento adquirido, mas da capacidade de descobrir novos métodos e aplicá-los à novas situações, desta forma, é possível perceber que os testes SON correspondem a testes de potencial de aprendizagem, nesse sentido, observa-se melhora no desempenho do teste conforme a idade.

Desta forma, na faixa entre 6 e 14 anos pode ocorrer 36% de variância no escore bruto total, que pode ser explicada pela faixa etária dos participantes; já na faixa etária de 15 a 20 anos a porcentagem cai para 3%; e entre a faixa etária de 21 a 40 anos o desempenho se estabiliza, entende-se, portanto, que vários aspectos devem ser considerados quando se trata de faixas etárias mais jovens.

Quando comparado a outros indicadores de inteligência Laros *et al.* (2020) afirma que:

A correlação com outros indicadores de inteligência foi considerada por meio do estudo das correlações com o desempenho em outros testes de inteligência. A correlação média do SON-R 6-40 com outros testes de inteligência (WISC-IV, BPR-5, MPC [...]) é alta: 0,74, com um intervalo de 0,70 a 0,79 (p. 143).

Ainda conforme Laros *et al.* (2020), as diferenças nos escores do teste de inteligência podem ocorrer por causa das variações de desempenho. Ademais, problemas de concentração e motivação são muito mais frequente na aplicação do teste com público mais jovem, e quando se trata de crianças maior consideração deve ser dada a certo grau de variação de desempenho, desta forma entende-se que variações no desempenho não estão necessariamente relacionadas com as características dos subtestes, pois fatores como cansaço ou desconforto, podem acontecer, ou o contrário, o indivíduo pode apresentar aumento na motivação à medida que o teste acontece.

No estudo de Alves e Laros (2021) 150 estudantes com idades entre seis e nove anos responderam a quatro instrumentos de avaliação de inteligência: as Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – CPM, a Escala de Maturidade Mental Colúmbia – CMMS, o TONI-3, forma A e o SON-R 6-40.



De acordo com os resultados alcançados, os coeficientes de fidedignidade dos subtestes do SON-R 6-40 variaram entre 0,85 e 0,89, entre eles, o subteste que apresentou o maior coeficiente de fidedignidade foi Padrões (0,89). O teste com o maior coeficiente de fidedignidade do escore total foi o SON-R 6-40 (0,94), seguido do TONI3 (0,90). Os coeficientes menores foram observados para o teste CPM (0,84) e CMMS (0,85) (Alves; Laros, 2021).

Conforme Alves e Laros (2021) foi possível observar indícios satisfatórios de validade convergente entre o SON-R 6-40 e os instrumentos: CPM, CMMS e TONI-3. De acordo com os dados obtidos, o coeficiente de validade mais alto foi encontrado entre o SON-R 6-40 e o CPM ( $r=0,73$ ). Os resultados entre os quatro testes mostraram resultados semelhantes, desta forma, compreende-se que o teste SON-R 6-40 tem validade como teste de inteligência.

### **5.3 Avaliação e análise dos resultados e sua relação com o uso da ICC**

Importante frisarmos o quanto a utilização dos jogos da memória pode contribuir para desenvolvimento cognitivo de alunos com TEA e isso é significativo quando analisamos os dados descritos nas tabelas logo abaixo.

No presente estudo participaram 21 indivíduos diagnosticados com TEA de ambos os sexos com idades entre 9 e 11 anos (Média=10,16; Desvio-Padrão=0,77), dos quais 11 indivíduos (Média=10,33; Desvio-Padrão =0,60) foram alocados no grupo experimental (GE) e 10 indivíduos (Média=9,98; Desvio-Padrão =0,92) foram alocados no grupo controle (GC). O teste é de aplicação individual, composto por três subtestes: Analogias (36 itens divididos em 3 séries de 12), Mosaicos (26 itens divididos em 2 séries de 13) e Categorias (36 itens divididos em 3 séries de 12). A partir destes subtestes, foi obtido o QI total, o qual representa um funcionamento cognitivo global.

Considerando que cada indivíduo participou de três subtestes (Analogias, Mosaicos e Categorias) no início do experimento e que os resultados dos subtestes para o mesmo indivíduo podem apresentar uma estrutura de correlação, foram realizados dois testes multivariados para avaliar se os indivíduos se comportaram de forma similar na primeira aplicação dos subtestes entre os grupos, conforme resultados da Tabela 1.

O primeiro teste foi o teste paramétrico T2 de Hotelling de Nel e Merwe (1986) e o segundo o teste tipo ANOVA não paramétrico (Burchett *et al.*, 2017). Após os testes multivariados, foram realizados dois testes marginais (univariados) para avaliar a diferença

entre GE e GC para cada um dos subtestes e para o QI total, são eles; o teste paramétrico t de Welch e o teste não paramétrico de Wilcoxon. Foram considerados um teste paramétrico e um teste não paramétrico para melhorar a robustez do trabalho, pois as amostras não são grandes.

Tabela 1 - Valores-p dos testes multivariados para amostras independentes

| Testes Multivariados para amostras independentes | Valor-p |
|--|---------|
| Teste T <sup>2</sup> de Hotelling                | 0,435   |
| Teste tipo Anova não paramétrico                 | 0,234   |

Fonte: Própria Autora (2023).

Os testes foram aplicados antes do início do experimento em ambos os grupos, a fim de identificar o nivelamento entre os dois grupos e evitar eventuais distorções quanto à análise dos dados pós-aplicação do experimento.

A hipótese nula de cada um dos dois testes multivariados é: Não há diferença entre os grupos quando os testes são avaliados de forma conjunta e; a hipótese alternativa é: Há diferença entre os grupos quando os testes são avaliados de forma conjunta. Considerando que os valores-p apresentados na Tabela 1 foram superiores à 0,05, podemos afirmar que a hipótese nula não deve ser rejeitada e que os grupos podem ser considerados similares.

Para compreendermos melhor os resultados de desempenho em cada subteste, os testes marginais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas por subtestes e QI total nos grupos

| Subtestes  | GE (n=11) |      |           | GC (n=10) |      |           | Diferença | Valor-p |          |
|------------|-----------|------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|---------|----------|
|            | Média     | DP   | Amplitude | Médi<br>a | DP   | Amplitude |           | Welch   | Wilcoxon |
| Analogias  | 11,36     | 4,67 | 4 – 18    | 10,30     | 4,24 | 4 – 18    | 1,06      | 0,645   | 0,591    |
| Mosaicos   | 11,55     | 4,37 | 1 – 17    | 8,20      | 4,71 | 2 – 15    | 3,35      | 0,138   | 0,109    |
| Categorias | 12,55     | 7,67 | 3 – 30    | 10,30     | 6,40 | 7 – 28    | 2,25      | 0,188   | 0,474    |
| QI         | 95,45     | 0    | 63 – 119  | 89,90     | 4    | 71 – 111  | 5,55      | 0,417   | 0,409    |

Fonte: Própria Autora (2023).

A hipótese nula nos 8 testes marginais (um teste de Welch para cada subteste e um teste de Wilcoxon para cada subteste) é: Não há diferença significativa entre os resultados dos subtestes entre os grupos e, a hipótese alternativa é: Há diferença significativa entre os resultados dos subtestes entre os grupos. Considerando que os valores-p apresentados na Tabela 2 foram todos superiores à 0,05, podemos afirmar que a hipótese nula não deve ser rejeitada e que os grupos podem ser considerados similares em cada subteste.

Percebe-se que há uma leve variação de desempenho no grupo experimental, conforme os dados da Tabela 2. No entanto, esta pequena variação não é significativa ao ponto de invalidar o teste, pois os valores-p de ambos os testes são superiores à 0,05 para cada subteste, mostrando que não há significância estatística entre os grupos.

Após a realização das sessões foram aplicados novamente os subtestes e os resultados obtidos em Analogias, Mosaicos e Categorias antes e depois das sessões foram comparados utilizando métodos estatísticos para amostras pareadas. O primeiro teste aplicado foi o teste  $T^2$  de Hotelling para amostras pareadas (Rencher, 2003). Verifica-se que o  $T^2$  apresentou resultados satisfatórios, mostrando-se conservativo sob as condições propostas, conforme demonstrado na Tabela 3, apresentando valores-p inferiores ao valor nominal (0,05) para o caso geral (sem distinção de grupo) e para o grupo experimental e valor-p superior à 0,05 no grupo controle.

Tabela 3 – Valores-p dos testes  $T^2$  de Hotelling para dados pareados multivariados

| Grupo                     | Teste $T^2$ de Hotelling para amostras pareadas (Valor-p) |
|---------------------------|---|
| Geral (n=21)              | 0,005   |
| Grupo Experimental (n=11) | 0,004   |
| Grupo Controle (n=10)     | 0,194   |

Fonte: Própria Autora (2023).

Após a aplicação dos testes, notou-se segundo a Tabela 3, uma diferença considerável nas médias de aplicação dos testes, considerando grupo controle e grupo experimental, o que contribuiu também para alteração do valor médio do grupo geral (GC + GE). Os resultados de 0,005 (grupo geral) e 0,004 (grupo experimental) - expressam concretamente essa melhoria de desempenho. Nota-se que o grupo controle não possui alteração perceptível quanto ao desempenho nos testes.

Após a aplicação do teste pareado multivariado, foram realizados dois testes pareados marginais para avaliar se ocorreu ganho cognitivo entre a primeira e a segunda aplicação dos testes entres os grupos GE, GC e geral para cada um dos subtestes e para o QI total, são eles: o teste paramétrico t de Welch para amostras pareadas e o teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras pareadas. Também foram calculados o tamanho de efeito das diferenças de médias pelo d de Cohen para amostras pareadas. Para calcular o tamanho do efeito das diferenças de médias para dados pareados foi utilizada a fórmula de d de Cohen Gibbons *et al.* (1993) com a correção de Borenstein *et al.* (2009). Segundo Cohen (1988), os valores dos tamanhos de efeito devem ser interpretados da seguinte forma:  $0,0 < |d| \leq 0,20$  = efeito muito

fraco;  $0,20 < |d| \leq 0,50$  = efeito fraco;  $0,50 < |d| \leq 0,80$  = efeito moderado;  $- |d| \geq 0,80$  = efeito forte.

Após a aplicação dos testes pareados e a tipificação conforme da fórmula *d* de Cohen, a Tabela 4 apresentou os números acima descritos, conforme duas hipóteses: a) hipótese nula: em que não ocorreu diferença nos valores entre aplicações; e b) hipótese alternativa: em que a diferença foi positiva, e assim ocorreu ganho cognitivo.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas e Valores-p dos testes pareados de Wilcoxon e Welch

| Grupo           | Subtestes  | Média |            | Diferença (Pós - Pré) |          |        | Valor-p (amostras pareadas) |        | d de Cohen (amostras pareadas) |
|-----------------|------------|-------|------------|-----------------------|----------|--------|-----------------------------|--------|--------------------------------|
|                 |            | Pré   | Pós        | Média                 | DP       | Ampli  | Wilcoxon                    | Welch  |                                |
| Geral<br>(n=21) | Analogias  | 10,86 | 13,14      | 2,29                  | 3,1<br>2 | -2 9   | 0,0023                      | 0,0016 | 0,4796 (fraco)                 |
|                 | Mosaicos   | 9,95  | 10,14      | 0,19                  | 2,4<br>2 | -6 3   | 0,2438                      | 0,3611 | 0,0412 (m. f.)                 |
|                 | Categorias | 11,48 | 13,43      | 1,95                  | 4,5<br>4 | -10 10 | 0,0159                      | 0,0315 | 0,2818 (fraco)                 |
|                 | QI         | 92,81 | 99,10      | 6,29                  | 7,5<br>2 | -10 26 | 0,0008                      | 0,0005 | 0,3827 (fraco)                 |
| GE<br>(n=11)    | Analogias  | 11,36 | 14,82      | 3,45                  | 2,7<br>0 | 0 9    | 0,0045                      | 0,0008 | 0,6835 (mode)                  |
|                 | Mosaicos   | 11,55 | 11,18      | -0,36                 | 2,0<br>1 | -3 3   | 0,7253                      | 0,7187 | -0,0837 (m. f.)                |
|                 | Categorias | 12,55 | 15,09      | 2,55                  | 3,9<br>6 | -3 9   | 0,0370                      | 0,0294 | 0,3164 (fraco)                 |
|                 | QI         | 95,45 | 103,7<br>3 | 8,27                  | 7,4<br>8 | -2 26  | 0,0029                      | 0,0022 | 0,4048 (fraco)                 |
| GC<br>(n=10)    | Analogias  | 10,30 | 11,30      | 1,00                  | 3,1<br>6 | -2 9   | 0,2607                      | 0,1717 | 0,2370 (fraco)                 |
|                 | Mosaicos   | 8,20  | 9,00       | 0,80                  | 2,7<br>8 | -6 3   | 0,1147                      | 0,1933 | 0,1736 (m. f.)                 |
|                 | Categorias | 10,30 | 11,60      | 1,30                  | 5,2<br>5 | -10 10 | 0,1195                      | 0,2269 | 0,2254 (fraco)                 |
|                 | QI         | 89,90 | 94,00      | 4,10                  | 7,2<br>9 | -10 13 | 0,0479                      | 0,0546 | 0,2986 (fraco)                 |

Legenda: Ampli – Amplitude

Mode – moderada

m.f. – muito fraco

Fonte: Própria Autora (2023).

Considerando os dados da tabela acima, percebemos que há concordância entre os testes pareados *t de Wech e Wilcoxon*, indicando que houve um ganho cognitivo, no entanto, ele não ocorreu de forma significativa, já que os valores ficaram abaixo de valor-p=0,05. Há apenas um item em que o *d de Cohen* apresentou “efeito moderado”. Tal item foi no subteste Analogias – sendo este o que representa o melhor resultado em termos de desempenho pós-aplicação das sessões.

Neste subteste especificamente, o resultado é significativo uma vez que trata das áreas de desenvolvimento da inteligência fluida - ou seja, há um representativo progresso quanto ao processo cognitivo dos participantes do grupo experimental, foco da intervenção da Interface Cérebro Computador - ICC. O subteste *Analogias* trabalha aspectos relacionados ao raciocínio abstrato: capacidade de atenção (observar), organizar (processar a informação) e planejar (executar) a ação, no caso do subteste em questão; identificar qual transformação foi processada em um par de figuras e realizar a transformação proposta.

O outro resultado considerado satisfatório, ainda que estatisticamente falando não esteja expresso na tabela ao considerarmos o *d* de Cohen, diz respeito aos resultados do subteste *Categorias*: o valor médio saltou de 12,55 para 15,09, após a intervenção com o jogo e a ICC. Este item também trabalha aspectos relacionados à capacidade de raciocínio, monitoramento e inibição de respostas inadequadas. Vale ressaltar ainda que inevitavelmente os aspectos referentes ao desenvolvimento da cognição relacionam-se com aspectos socioemocionais - uma melhor resposta cognitiva, ou desenvolvimento desta, implica em uma melhora em desenvolver habilidades emocionais por parte das crianças com TEA.

Os resultados apresentados condizem com os principais aspectos trabalhados no jogo MemoTea - sobretudo concentração e raciocínio lógico (subtestes Analogia e Categorias). Isto pode ser observado pela melhora perceptível no desempenho do QI geral, que saltou de 95,45 para 103,73 no GE. O jogo apresentado busca estimular o processo de concentração atrelando a percepção por parte da criança do que está sendo solicitado no jogo e sua pronta resposta, como por exemplo, “pisca para selecionar carta; concentra pra passar a carta”. Tais aspectos estão relacionados com desenvolvimento da inteligência fluida - capacidade de identificar e solucionar problemas, sem haver conhecimento prévio. O jogo traz, portanto, elementos relacionados com raciocínio e com execução de ações: *atenção*: percepção do que está ocorrendo; *concentração*: capacidade de focar, controlar impulsos e monitorar - dada como resposta possível a determinado problema; *raciocínio lógico*: capacidade de associar imagens, formas com itens já visualizados, e neste aspecto, também procurando trabalhar a memorização.

A utilização da ICC, sobretudo na parte pré-frontal do cérebro, condiz com melhora no rendimento das crianças no grupo experimental - já que essa parte do cérebro é uma das mais afetadas em pacientes diagnosticados com TEA (Gomes *et al.*, 2014); o que explica a dificuldade destes junto às funções executivas do cérebro, embora nem todas elas estejam restritas a essa área do cérebro.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de mestrado apresentou o desenvolvimento e validação de um sistema para melhoria do desempenho cognitivo de crianças com TEA a partir da utilização da tecnologia por meio de um jogo digital da memória controlado via ICC.

Os testes neuropsicológicos que foram aplicados antes e após o uso da ICC evidenciaram ganhos cognitivos significativos no grupo experimental, foco da intervenção da Interface Cérebro Computador, como melhorias na capacidade de foco e concentração, raciocínio lógico, capacidade de memorização, de identificar e solucionar problemas, e ampliação da autoconfiança.

Com relação a temática higiene e saúde, tema do jogo que foi desenvolvido, as professoras que atuavam mais diretamente com as crianças, público alvo dessa pesquisa, afirmaram em conversas com a pesquisadora que puderam observar algumas mudanças no comportamento dos alunos do grupo experimental, tais como: adquirir o hábito de lavar as mãos ou não retirar os calçados no ambiente escolar.

Essas melhorias foram observadas e evidenciadas tendo sido aplicadas apenas 16 sessões. Desta forma, entende-se que um acompanhamento mais duradouro, abordando outras temáticas com crianças que possuam diagnóstico de TEA, poderia trazer diversas melhorias para o seu desenvolvimento cognitivo. Reforça-se, portanto, a utilização da ICC como uma nova metodologia que estimula e melhora a cognição por meio do treinamento de *neurofeedback*.

Ademais, foram observadas algumas melhorias que podem vir a ser aplicadas em testes no futuro, tais como: a utilização de diferentes jogos para prender mais a atenção das crianças e manter seu interesse e motivação; ampliação do tamanho da amostra, para confirmar os resultados alcançados; a realização do treinamento em um ambiente físico adequado, sem interferência de estímulos sonoros ou outros fatores que causam distração; e o uso de procedimentos que minimizem a fadiga dos participantes.

## REFERÊNCIAS

- ABURUKBA, R. *et al.* AutiAid: a learning mobile application for autistic children. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-HEALTH NETWORKING, APPLICATIONS AND SERVICES (HEALTHCOM)*, 19., 2017, Dalian, CN. **Proceedings** [...]. Dalian, CN: IEEE, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8210788>. Acesso em: 19 out. 2023.
- ALVES, T. A.; LAROS, J. A. Adequação do SON-R 6-40 para pessoas com deficiência intelectual. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 151-163, 2017.
- ALVES, T. A.; LAROS, J. A. SON-R 6-40: Dimensionalidade e Validade Convergente com a CMMS, TONI-3 e CPM. **Avaliação Psicológica**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 289-298, 2021.
- AMARAL, C. *et al.* A novel Brain Computer Interface for classification of social joint attention in autism and comparison of 3 experimental setups: a feasibility study. **Journal of Neuroscience Methods**, [s. l.], v. 290, n. 1, p. 105-115, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2017.07.029>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165027017302728?via%3Dihub>. Acesso em: 17 jan. 2022.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-5**: manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- ARPAIA, P. *et al.* Robotic autism rehabilitation by wearable brain-computer interface and augmented reality. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MEDICAL MEASUREMENTS AND APPLICATIONS (MeMeA)*, 2020, Bari, IT. **Proceedings** [...]. Bari, IT: IEEE, 2020. DOI 10.1109/MeMeA49120.2020.9137144. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9137144>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- AUTISMO PROJETO INTEGRAR. [Jogo memória saudável]. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://autismoprojetointegrar.com.br>. Acesso em: 29 out. 2022.
- BARBOSA, L. F. **Como o Cérebro Aprende**: Contribuições das Neurociências à Educação. Sala de Recursos Revista, v. 2, n. 2, p. 42-51, 2021.
- BASTOS FILHO, T. **Introduction to Non-Invasive EEG-Based Brain-Computer Interfaces for Assistive Technologies**. Boca Raton, USA: CRC Press, 2020.
- BERNIER, R. A. **O que a ciência nos diz sobre o transtorno do espectro autista**: fazendo as escolhas certas para o seu filho. Porto Alegre: Artmed, 2021.
- BOS, A. S. **Aplicação da tecnologia interface cérebro computador em recursos educacionais**: o reconhecimento de emoções. 2022. 131 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

BOS, A. S. *et al.* Student's attention: the use of brain waves sensors in interactive videos. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 155-157, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332408496\\_Student's\\_attention\\_The\\_use\\_of\\_Brain\\_Waves\\_Sensors\\_in\\_Interactive\\_Videos](https://www.researchgate.net/publication/332408496_Student's_attention_The_use_of_Brain_Waves_Sensors_in_Interactive_Videos). Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: educação é a base**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012**. Institui a política nacional de proteção dos direitos da pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112764.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112764.htm). Acesso em: 13 ago. 2020.

BRITO, T. C. P. **Sobre o GAIA**. [produto resultado de mestrado]. [São Carlos, 2016]. Disponível em: <https://gaia.wiki.br/sobre/>. Acesso em: 28 set. 2023.

BRITO, T. C. P. **GAIA: uma proposta de guia de recomendação de acessibilidade web com foco em aspectos do autismo**. 2016. 257 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

BURCHETT, W. W. *et al.* Nonparametric Inference for Multivariate Data: The R Package nrmv. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 76, n. 4, p. 1–18, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v076.i04>. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v076i04>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CAIMAR, B. A.; LOPES, G. C. D. Frequência das ondas cerebrais: uma perspectiva da neurociência. **CPAH Science Journal of Health**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 1–9, 2022.

CANDA, C. N. Aprender e brincar é só começar. *In*: PORTO, B. S. (org.). **Educação e ludicidade**. Ludicidade: onde acontece?. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2004. p. 123-140. v. 3.

CARELLI, L. *et al.* Brain-computer interface for clinical purposes: cognitive assessment and rehabilitation. **BioMed Research Internacional**, [s. l.], v. 2017, n. 1695290, p. 1-11, 2017. DOI <https://doi.org/10.1155/2017/1695290>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/1695290/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CARVALHO, C. V. Aprendizagem baseada em jogos: game-based learnin. *In*: WORLD CONGRESS ON SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY, 2., 2015, Espanha. **Anais [...]**. Espanha: COPEC, 2015. p. 176-181. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/wcseit2015/proc/works/40.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

CASANOVA, S. A. *et al.* Material didático adaptado para o ensino de higiene e saúde: jogo da memória saudável para alunos com transtorno do espectro autista (TEA). **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 8, p. 1-21, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17318.



Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17318>. Acesso em: 1 set. 2022.

CAVALCANTE, T. A. *et al.* Eye tracking como estratégia educacional inclusiva: avaliação com estudantes com autismo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 28, p. 1181-1204, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2020.28.0.1181>. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v28p1181>. Acesso em: 18 jan. 2022.

COELHO NETO, J. *et al.* Autismo e tecnologia: um mapeamento sobre as tecnologias para auxiliar o processo de aprendizagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, 2.; CONGRESSO NACIONAL DE DIFICULDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM, 7., 2017, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Revista Primus Vitam, 2017. p. 1-7.

CONDE, E. F. Q.; WANDERLEY NETO, R. Efeitos do treinamento com neurofeedback no tempo de reação: uma revisão sistemática. **Ciência & Cognição**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 133-143, 2019.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.

COSTA, N. M. G. B.; MARÇAL, E.; CARVALHO, M. M.; BARBOSA, T. C. S. Uso de interfaces cérebro-computador em crianças com TDAH: Uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 7, p. e51110716929, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16929. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16929>. Acesso em: 25 jan. 2022.

COSTA, R. L. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], v. 28, p. 1-22, 2023.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DIAS, A. M. Tendências do neurofeedback em psicologia: revisão sistemática. **Psicologia em Estudo**, Maringá, PR, v. 15, n. 4, p. 811-820, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/jzmWsZ7cjkBhWcMkNX5zmPy/?lang=pt#>. Acesso em: 25 jan. 2022.

EMIHOVICH, B. W. **Improving Undergraduates' Problem-Solving Skills through Video Gameplay**. 2017. Tese (Doutorado em Filosofia) - Universidade Estadual da Flórida, Flórida, 2017. Disponível em: <https://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu%3A604962>. Acesso em: 07 maio 2022.

FAN, J. *et al.* A step towards eeg-based brain computer interface for autism intervention. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY (EMBC), 37., Milan, IT, 2017. **Anais [...]**. Milan, IT: IEEE, 2017. p. 3767-3770.

FERNANDES, M.; NOHAMA, P. Digital games for people with autism spectrum disorders (asd): a systematic review. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, [s. l.], n. 26, p. e8, 2020. DOI: 10.24215/18509959.26.e8.

Disponível em: <https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TEyET/article/view/1290>. Acesso em: 17 out. 2022.

FIRMINO, L. C. S.; BRAZ, M. N. S. Neurociência: uma revisão bibliográfica de como o cérebro aprende. **ID On Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, [s. l.], v. 14, n. 53, p. 999-1009, 2020.

FUENTES, D. et al. **Neuropsicologia: teoria e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GOMES, R. F. Autismo e funções executivas: prejuízos no lobo frontal. **EFDeportes.com, Revista Digital**, Buenos Aires, ano 18, n. 188, 2014. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd188/autismo-e-funcoes-executivas-prejuizos.htm>. Acesso em: 17 out. 2022.

JYOTI, V.; LAHIRI, U. Human-computer interaction based joint attention cues: implications on functional and physiological measures for children with autism spectrum disorder. **Computers in Human Behavior**, [s. l.], v. 104, n. 106163, p. 1-22, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106163>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563219303759?via%3Dihub>. Acesso em: 16 jan. 2022.

KOUIJZER, M. E. J. *et al.* Neurofeedback improves executive functioning in children with autism spectrum disorders. **Research in Autism Spectrum Disorders**, [s. l.], v. 3, p. 145-162, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rasd.2008.05.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946708000512?via%3Dihub>. Acesso em: 17 out. 2022.

LAROS, J. A. **SON-R 6-40 teste não verbal de inteligência: relatório científico**. São Paulo: Hogrefe, 2022.

MARÇAL, E. *et al.* Neurofeedback and brain-computer interface: development and evaluation of a game designed to help in the detection of ADHD. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 1-14, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.33752. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33752>. Acesso em: 26 out. 2022.

MONTEIRO, G. T.; ADAMATTI, D. F. Desenvolvimento de um jogo sério controlado por neurofeedback para auxílio no tratamento de pessoas com TDAH. *In*: TRILHA DE SAÚDE – ARTIGOS COMPLETOS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 20., 2021, Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 867-876.

MARTELETO, M.; CHIARI, B.; PERISSINOTO, J. A influência de habilidades cognitivas na adaptação social de crianças com transtorno do espectro autista. *In*: COSTA, E.; SAMPAIO, E. (eds.). **Desenvolvimento da Criança e do Adolescente: Evidências Científicas e Considerações Teóricas-Práticas**. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2020.

MECCA, T. P. *et al.* Autism Spectrum Disorders: Assessment of cognitive abilities using the non-verbal SON-R 6-40. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, DF, v. 36, p. 1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102.3772e3624>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/MJkYhcXRFw7gSbVTH8TZC5y/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 30 jul. 2023.

NEL, D. G.; VAN DER MERWE, C. A. A solution to the multivariate behrens fisher problem. **Communications in Statistics: Theory and Methods**, [s. l.], v. 15, n. 12, p. 3719-3735, 1986.

OLIVEIRA JUNIOR, H. L. **Interface cérebro-computador voltada a jogo sério para o suporte ao tratamento do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, 2020. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=interface+c%C3%A9rebro+computador+voltado+a+jogo+s%C3%A9rio+&btnG=#d=gs\\_qabs&t=1667262434092&u=%23p%3Dmn9yo1i0ihsJ](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=interface+c%C3%A9rebro+computador+voltado+a+jogo+s%C3%A9rio+&btnG=#d=gs_qabs&t=1667262434092&u=%23p%3Dmn9yo1i0ihsJ). Acesso em: 17 out. 2022.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2013.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança**. São Paulo: Summus, 1994.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

POOBRASERT, O.; MUPATTARAROT, T.; SAE-QUE, L. Use of assistive technology to accommodate students with writing disabilities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERIOUS GAMES AND APPLICATIONS FOR HEALTH (SeGAH), 5., 2017, Perth, WA. **Anais [...]**. Perth, WA: IEEE, 2017. p. 1-4.

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

PURVES, D. *et al.* **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010.

RELVAS, M. P. Fundamentos biológicos da educação: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2009.

RENCHER, A. C. **Methods of multivariate analysis**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2003.

ROSENTHAL, D. Conceitos e definições de consciência. In: BANKS, W. P. (ed.). **Enciclopédia da Consciência**. Amsterdã: Elsevier, 2009. p. 157-169.

SANFELICE, G. R.; BASSANI, P. S. **Diversidade cultural e inclusão social**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2020.

SCHELL, J. **The art of game design: a book of lenses**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2019

SILVA, L. A.; SILVA, C. H. Jogo para incentivar a socialização e aprendizagem de crianças autistas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO TECNOLÓGICA: PRODUTO, INFORMAÇÕES AMBIENTES

CONSTRUÍDOS E TRANSPORTE, 16.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO COMPUTADOR, 16.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE AMBIENTES HIPERMÍDIA PARA APRENDIZAGEM, 2017. Rio de Janeiro; Santa Catarina. **Anais [...]**. Rio de Janeiro; Santa Catarina: Ergodesign, USIHC, CINAHPA, 2017. p. 1-9.

SILVA, D. F. **As contribuições das teorias de Piaget e Vygotsky para a área da educação**. Curitiba: Faculdade Internacional de Curitiba, 2010.

SILVA, F. B.; BONCOSKI, I. F. M. O processo de aprendizagem do aluno com TEA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 66303-66313, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-168. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/16299/13329>. Acesso em: 19 out. 2022.

SIMÕES, M. *et al.* Neurohab: a platform for virtual training of daily living skills in autism spectrum disorder. **Procedia Technology**, [s. l.], v. 16, p. 1417-1423, 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.161>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017314003880>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SHEREENA, E. A. *et al.* EEG Neurofeedback Training in Children With Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Cognitive and Behavioral Outcome Study. **Clinical EEG and Neuroscience**, [s. l.], n. 4, v. 50, p. 242-255, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/1550059418813034>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/1550059418813034> Acesso em: 17 out. 2022.

STUTZ, P.; RELVAS, M. P. **A motivação aliada ao processo de pesquisa na sala de aula: uma observação à luz da neurociência**. Rio de Janeiro [s. n.], 2011

TAROUCO, L. M. R. *et al.* Jogos educacionais. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12990>. Acesso em: 17 out. 2022.

TEO, S. J. *et al.* Brain-computer interface based attention and social cognition training programme for children with ASD and co-occurring ADHD: A feasibility trial. **Research in Autism Spectrum Disorders**, [s. l.], v. 89, n. 101882, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2021.101882>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1750946721001574?via%3Dihub>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ULSENHEIMER, W. F.; PEREIRA, P. C. Concisas reflexões sobre neurociência e a educação com alunos autistas. **Revista Sociedade e Ambiente**, [s. l.], p. 2-18, 2021.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WILLINGHAM, D. T. **Por que os alunos não gostam da escola?** Respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula atrativa e efetiva. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.

ZEDNIK, H. **Taxonomia das tecnologias digitais na educação**: aporte à cultura digital na sala de aula. Sobral, CE: Sertão Cult, 2020.

ZORZETTO, R. O cérebro no autismo. **Pesquisa FAPESP**. São Paulo, jun. 2011. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-c%C3%A9rebro-no-autismo/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Solicito a sua autorização como responsável pelo menor, convidado pela Mestranda Izabel Cristina Fernandes de Oliveira, a participar da pesquisa intitulada “**USO DE JOGO DE TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACE CÉREBRO-COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)**”. O convidado pelo qual você é responsável, só deverá participar da pesquisa, com a sua autorização. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

A pesquisa será realizada no ano de 2023 no Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional. Durante o período da pesquisa serão realizados 16 sessões, que acontecerão duas vezes por semana, de 30 a 40 minutos, para coleta dos dados deste estudo, conforme a descrição abaixo:

O estudo será desenvolvido com estudantes diagnosticados com TEA e matriculados no ensino fundamental (anos iniciais) da rede municipal de Fortaleza - CE. Serão selecionados de forma aleatória e voluntária, atendendo aos critérios necessários para participação na pesquisa. A amostra será composta por 20 crianças na faixa etária de 9 a 11 anos. Essa amostra será dividida em dois grupos: grupo experimental (n=10) e grupo de controle (n=10).

Será realizada uma entrevista semiestruturada (anamnese) com os responsáveis para investigar alguns aspectos relevantes da vida do participante da pesquisa que viabilize conhecer um pouco mais de sua história pessoal e clínica. Posteriormente, será aplicado um teste neuropsicológico para avaliar o nível cognitivo da criança. Em seguida, será validada a Interface cérebro-computador (ICC) para utilização nas crianças do grupo experimental (n=10). No processo de validação, as crianças serão submetidas ao jogo Memória Saudável que consiste em memorizar imagens, de forma a desenvolver e aperfeiçoar o raciocínio, por meio da criação de relações entre imagem e sequência das cartas dispostas. Antes de iniciar, o participante receberá instruções sobre como o jogo funcionará e a ICC será configurada e calibrada para o usuário. Cada participante será acompanhado por um período de dois meses. Para finalizar, o teste neuropsicológico aplicado no início será repetido, com o objetivo de analisar os resultados nas habilidades cognitivas. Vale ressaltar que os testes neuropsicológicos serão realizados com ajuda de um psicólogo.

A análise de dados será realizada mediante a comparação dos resultados obtidos, observando-se os dados armazenados na plataforma da Interface cérebro-computador enquanto seu(sua) filho(a) estiver jogando. Portanto, a proposta deste trabalho consiste em criar um jogo mental controlado via Interface Cérebro-Computador (ICC) que possibilite o monitoramento do comportamento das ondas cerebrais e promova uma melhoria no desempenho cognitivo de crianças com TEA, através de uma atividade lúdica, por meio de um jogo digital, que aborda o tema higiene e saúde. Este assunto foi escolhido por ser uma questão de saúde pública que proporciona autonomia ao indivíduo no que se refere ao cuidado com o próprio corpo, uma dificuldade apresentada em crianças autistas. Essa temática é um assunto de extrema relevância contemplado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cujo objetivo é discutir sobre as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo são necessários para a manutenção da saúde, por meio da habilidade.

Os riscos de participação em pesquisa desse gênero vinculam-se a coleta e análises de dados em relação ao monitoramento das ondas cerebrais com a utilização da interface cérebro-

computador. Como os dados coletados serão escritos e através de gráficos e não no formato de imagens, nenhum participante será exposto publicamente por meio de fotos e filmagens. Além disso, nenhum nome de estudante será revelado, uma vez que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados. A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto. Os resultados obtidos serão utilizados somente para esta pesquisa e não haverá pagamento por participação na investigação acadêmica. Seus(Suas) filhos(as) participam de forma voluntária.

A qualquer momento seu(sua) filho(a) poderá recusar a continuar participando da pesquisa, podendo retirar o seu consentimento como responsável, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo. Endereço d(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

Nome: Izabel Cristina Fernandes de  
OliveiraInstituição: Universidade  
Federal do Ceará  
  
Endereço: Av. Humberto Monte, s/n – Campus do Pici  
Telefones para contato: 85 999763266

**ATENÇÃO:** Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a participação do estudante, pelo qual você é responsável, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos, RG: \_\_\_\_\_, declara que é de livre e espontânea vontade que permite que seu(sua) filho(a) participe da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome do responsável pelo(a) menor  
participante da pesquisa

Assinatura do responsável pelo(a) menor  
participante da pesquisa

Nome do responsável  
pelo(a) menor participante  
da pesquisa

Data

Assinatura

Nome do pesquisador

Data

Assinatura

Nome do profissional que  
aplicou o TCLE

Data

Assinatura

## APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como participante da pesquisa: **“USO DE JOGO DE TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACE CÉREBRO-COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)”**.

Nesse estudo pretendemos criar um jogo mental controlado via Interface Cérebro-Computador (ICC) que possibilite o monitoramento do comportamento das ondas cerebrais e promova uma melhoria no desempenho cognitivo de crianças com TEA. Portanto, a proposta deste trabalho consiste em uma atividade lúdica, por meio de um jogo digital, que aborda o tema higiene e saúde. Este assunto foi escolhido por ser uma questão de saúde pública que proporciona autonomia ao indivíduo no que se refere ao cuidado com o próprio corpo, uma dificuldade apresentada em crianças autistas. Essa temática é um assunto de extrema relevância contemplado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cujo objetivo é discutir sobre as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo são necessários para a manutenção da saúde, por meio da habilidade.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é o direito à educação que precisa ser assegurado a qualquer criança, em especial, às crianças com deficiência desde os anos iniciais, público historicamente excluído do processo educacional. Acreditamos no processo de inclusão, reconhecemos que cada indivíduo tem um potencial, que conviver com as diferenças faz parte da vida e, partimos da hipótese, que as tecnologias podem ser utilizadas no enfrentamento e superação das dificuldades encontradas no cotidiano de pessoas com TEA. Nesse contexto, desenvolveremos um estudo que possa contribuir de forma positiva com a melhoria do desempenho escolar desse público.

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): A estratégia metodológica desse estudo é uma pesquisa de campo com abordagem experimental de métodos mistos (quali-quantitativa). O estudo será desenvolvido com estudantes diagnosticados com TEA e matriculados no ensino fundamental (anos iniciais) da rede municipal de Fortaleza - CE. Para a coleta dos dados, a amostra será composta por 20 crianças na faixa etária de 9 a 11 anos. Essa amostra será dividida em dois grupos: grupo experimental com 10 crianças e grupo de controle com as outras 10 crianças. O grupo experimental, além de participar das atividades propostas pelo atendimento educacional especializado (AEE) da escola, participará do jogo digital de memória saudável, utilizando a Interface Cérebro-Computador (ICC) que consiste em um dispositivo externo colocado sobre a cabeça da criança para o monitoramento das atividades cerebrais, utilizando o eletroencefalograma (EEG) que é um exame que avalia e registra a atividade elétrica do cérebro, durante as tarefas mentais, motoras e sensoriais dos indivíduos. Ele registra de forma gráfica os impulsos elétricos cerebrais amplificadas. Esses impulsos são responsáveis pelas atividades realizadas pelo corpo humano, transmitidos como comandos cerebrais por meio de neurônios.

Para participação na pesquisa deverá ser assinado pelas crianças, quando possível, e/ou adolescentes o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), bem como, deverá ser assinado pelos pais ou responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), ambos os termos explicados pela pesquisadora. Após assinatura dos termos, será realizada uma entrevista semiestruturada (anamnese) com os responsáveis pela criança para obtenção do histórico clínico do participante desde o nascimento até a sua idade atual. Posteriormente, será aplicado um teste neuropsicológico para avaliar o nível cognitivo das crianças dos dois grupos: experimental e controle. Em seguida, a ICC será validada pela mestrandia junto com um profissional da tecnologia da informação para início do jogo Memória Saudável. No processo



de validação as crianças do grupo experimental serão submetidas ao jogo digital memória saudável, utilizando a plataforma ICC, com sessões duas vezes por semana, de 30 a 40 minutos, totalizando 16 sessões. Já as crianças do grupo de controle, participarão apenas das atividades propostas pelo atendimento educacional especializado da escola. Para finalizar será reaplicado o teste neuropsicológico com as crianças dos dois grupos: experimental e controle. Ressalta-se que os testes neuropsicológicos serão realizados com ajuda de um psicólogo e a pesquisa será realizada na sala de recursos multifuncionais das escolas e contará com o auxílio do professor do Atendimento Educacional Especializado (AEE).

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Além disso, seu nome de estudante não será revelado, uma vez que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados. A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu \_\_\_\_\_, portador(a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Fortaleza, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a) Menor

---

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Endereço do(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

Nome: Izabel Cristina Fernandes de Oliveira

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Av. Humberto Monte, s/n – Campus do Pici  
Telefones para contato: 85 996305228

**ATENÇÃO:** Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

## APÊNDICE C – ANAMNESE

### Anamnese

#### 1. Identificação

Nome completo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Data de nasc.: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_ Whastapp.: \_\_\_\_\_

Religião: \_\_\_\_\_ Qual esporte pratica? \_\_\_\_\_

Passatempo preferido: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_

#### 1.DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_ . Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Religião: \_\_\_\_\_

Pratica algum esporte? ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

É torcedor de qual time? \_\_\_\_\_

Qual o passatempo preferido? \_\_\_\_\_

#### 1.2. DA FAMÍLIA

O aprendente vive com:

( ) Os pais ( ) A mãe ( ) O pai

( ) A mãe e o padastro ( ) A mãe e a madrasta

( ) Parentes. Quais? \_\_\_\_\_

( ) Outros. Quais? \_\_\_\_\_

Filho adotivo? ( ) Sim ( ) Não

Eles Sabem? ( ) Sim ( ) Não

Os pais tem algum grau de parentesco com filho adotivo?

( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

Posição do filho na família:

( ) Mais Velho ( ) Do meio ( ) Caçula ( ) Filho único

Número de irmãos ( nome, idade, escolaridade, estado civil, profissão )

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

|  |  |
|--|--|
| Estado civil dos pais:<br><input type="checkbox"/> Casados <input type="checkbox"/> Separados <input type="checkbox"/> Divorciados <input type="checkbox"/> Outros _____ |  |
| Pai  |  |
| Nome: _____  |  |
| Idade: _____   |  |
| Escolaridade: _____  |  |
| Profissão: _____   |  |
| Jornada de trabalho: _____   |  |
| Religião: _____  |  |
| Mãe  |  |
| Nome: _____  |  |
| Idade: _____   |  |
| Escolaridade: _____  |  |
| Profissão: _____   |  |
| Jornada de trabalho: _____   |  |
| Religião: _____  |  |

## 2. DESCRIÇÃO DO APRENDENTE (CONDUTAS)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> calado           | <input type="checkbox"/> questionador        |
| <input type="checkbox"/> tímido           | <input type="checkbox"/> desinibido          |
| <input type="checkbox"/> carinhoso        | <input type="checkbox"/> agressivo           |
| <input type="checkbox"/> calmo            | <input type="checkbox"/> inquieto            |
| <input type="checkbox"/> cooperativo      | <input type="checkbox"/> egoísta             |
| <input type="checkbox"/> sabe esperar     | <input type="checkbox"/> impaciente          |
| <input type="checkbox"/> tolerante        | <input type="checkbox"/> se irrita fácil     |
| <input type="checkbox"/> obediente        | <input type="checkbox"/> desobediente        |
| <input type="checkbox"/> solicita ajuda   | <input type="checkbox"/> independente        |
| <input type="checkbox"/> alegre (animado) | <input type="checkbox"/> triste (cabisbaixo) |
| <input type="checkbox"/> interessado      | <input type="checkbox"/> desinteressado      |
| <input type="checkbox"/> atencioso        | <input type="checkbox"/> desatento           |

### Observações:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

## 3. ANTECEDENTES PESSOAIS

### 3.1 Pré – Natais

- A gravidez foi planejada?  sim    não
- Como foi a aceitação? \_\_\_\_\_
- Fez pré natal?  sim    não
- houve complicação durante a gestação?
- Sim    Não   Qual? \_\_\_\_\_

### 3.2. Perinatais

- Houve ameaça de aborto?  Sim    Não
- Houve problemas com a pressão arterial?  Sim    Não

Houve sangramento? ( ) Sim ( ) Não  
 Houve perda de líquido? ( ) Sim ( ) Não  
 Qual o comportamento do marido nesse período? ( ) atencioso ( ) indiferente  
 Parto: ( ) normal ( ) cesariana ( ) fórceps ( ) pré-maturo  
 Complicações no parto  
 - Demorou a nascer? ( ) Sim ( ) Não  
 - Chorou ao nascer? ( ) Sim ( ) Não  
 - Apresentou cor “roxinha” (cianose)? ( ) Sim ( ) Não  
 - Apresentou a cor “amarelinha” (icterícia)? ( ) Sim ( ) Não

**3.3. Neonatais**

- Foi para a incubadora? ( ) Sim ( ) Não  
 - Necessitou da UTI? ( ) Sim ( ) Não  
 - Adquiriu infecção hospitalar? ( ) Sim ( ) Não  
 - Peso: \_\_\_\_\_ Comprimento: \_\_\_\_\_  
 - Foi amamentado? ( ) Sim ( ) Não  
 - Pegou o peito com facilidade? ( ) Sim ( ) Não  
 - Como era o momento da amamentação?  
 ( ) alimentação orgânica ( ) Alimentação afetiva  
 - Teve mastite? ( ) Sim ( ) Não  
 APGAR: \_\_\_\_\_

## 4. DESENVOLVIMENTO

### 4.1. Alimentação

Tem algum transtorno na alimentação? ( ) Sim ( ) Não  
 Qual? ( ) anorexia (falta de apetite)  
 ( ) polifagia (come excessiva)  
 ( ) bulimia (come muito e depois vomita)  
 Como é a variação da alimentação?  
 ( ) líquida ( ) pastosa ( ) sólida  
 Apresenta algum problema de respiração na hora de comer?  
 ( ) Sim ( ) Não  
 Tem lugar e horários certos para as refeições?  
 ( ) Sim ( ) Não  
 Como se alimenta? ( ) sozinho ( ) com ajuda

### 4.2 Sono

Seu sono noturno é: ( ) tranquilo ( ) agitado  
 Solicita a atenção de um adulto na hora de dormir? ( ) Sim ( ) Não  
 Apresenta: ( ) hipersonomia (dorme demasiado)  
 ( ) bruxismo (range os dentes)  
 ( ) sonambulismo (caminha dormindo)  
 ( ) fala hipnagógica (fala enquanto dorme)  
 Hora de dormir: \_\_\_\_\_  
 Hora de acordar: \_\_\_\_\_  
 Horas de sono: \_\_\_\_\_

### 4.3. Audição

Fala: ( ) alto ( ) baixo ( ) normal  
 Responde aos comandos: ( ) Sim ( ) Não  
 Para responder, precisa-se falar:  
 ( ) em tom alto ( ) em tom normal

( ) de perto ( ) de longe

Assiste a TV com o som : ( ) alto ( ) normal

**4.4. Visão**

Usa óculos? ( ) Sim ( ) Não

Que tipo de transtorno?

( ) Miopia ( ) Hipermetropia ( ) astigmatismo

Qual o grau? \_\_\_\_\_

Tem dores de cabeça frequentemente? ( ) Sim ( ) Não

Assiste TV e ler: ( ) de muito perto ( ) distância normal

**4.5. Tato**

Sabe distinguir: ( ) liso/ rugoso ( ) fino/ grosso  
( ) quente/ frio ( ) macio/ áspero

**4.6. Motor**

Com que idade:

-1ª Sorriso \_\_\_\_\_

- Sustentou a cabeça \_\_\_\_\_

- sentou-se sozinho \_\_\_\_\_

- engatinhou \_\_\_\_\_

- ficou de pé com apoio \_\_\_\_\_

- andou \_\_\_\_\_

Como é o controle dos esfíncteres:

( ) enurese noturna ( ) encoprese ( ) urina na roupa ( ) normal

Apresenta sincinesias? ( ) Sim ( ) Não Quais? \_\_\_\_\_

Derruba coisas com facilidade? ( ) Sim ( ) Não Frequência \_\_\_\_\_

Esbarra em algo quando anda? ( ) Sim ( ) Não Frequência \_\_\_\_\_

**4.7. Linguagem**

Quando aconteceu:

- 1º balbúcio \_\_\_\_\_

- 1ª palavra \_\_\_\_\_

- 1ª frase \_\_\_\_\_

- começou a ler \_\_\_\_\_

A criança chega a solicitar o que deseja, ou mesmo antes de fazê-lo já é atendida?

\_\_\_\_\_

Alguém senta no chão com a criança para brincar, conversar, contar histórias?

( ) Sim ( ) Não Quem? \_\_\_\_\_

**5. ESCOLARIDADE/APRENDIZAGEM**

Com que idade ingressou na escola? \_\_\_\_\_

Como foi o período de adaptação? ( ) chorou ( ) não chorou quem o acompanhou? \_\_\_\_\_

Como a mãe reagiu a essa separação? ( ) tranquila ( ) insegura

Quantas escolas já frequentou? \_\_\_\_\_

Já repetiu de ano? ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

Em casa existe lugar para estudo? ( ) Sim ( ) Não

Qual o horário determinado para o estudo? \_\_\_\_\_

Realiza as tarefas e estudo: ( ) sozinho ( ) com ajuda

qual a matéria que ele mais gosta e a que menos gosta?

|                          |  |
|--------------------------|--|
| (+)                      | (-)  |
| <input type="checkbox"/> | Demonstra gostar da escola? ( ) Sim ( ) Não                            |
| <input type="checkbox"/> | Precisa sempre ser cobrado para estudar? ( ) Sim ( ) Não               |
| <input type="checkbox"/> | Desde quando isso acontece? _____                                      |
| <input type="checkbox"/> | Mostra interesse pelos estudos? ( ) Sim ( ) Não                        |
| <input type="checkbox"/> | È faltoso Às aulas? ( ) Sim ( ) Não                                    |
| <input type="checkbox"/> | Porque os pais escolheram essa escola? _____                           |
| <input type="checkbox"/> | Interação dos pais com a escola:                                       |
| ( )                      | Comparece apenas quando é solicitado                                   |
| ( )                      | Comparecem quando acham necessário                                     |
| <input type="checkbox"/> | Como é a letra do aprendente?  |
| ( )                      | regular ( ) Bonita   |
| ( )                      | Iregular ( ) Feia  |
| ( )                      | Ilegível ( ) Relaxada (sem esmero)                                     |
| <input type="checkbox"/> | Forma como aprende: ( ) Com facilidade ( ) Com lentidão                |
| <input type="checkbox"/> | Quando lê: ( ) Apresenta gagueira ( ) Acompanha com o dedo             |
|                          | ( ) Troca os fonemas ( ) Compreende o que lê                           |
|                          | ( ) Tem dificuldade de interpretar ( ) Tem ritmo lento                 |
|                          | ( ) Tem ritmo normal ( ) Leitura silábica                              |
|                          | ( ) Pronuncia as palavras normalmente                                  |
| <input type="checkbox"/> | Expressa-se com clareza? ( ) Sim ( ) Não                               |
| <input type="checkbox"/> | Gosta de contar histórias e narrar fatos? ( ) Sim ( ) Não              |
| <input type="checkbox"/> | Conhece as horas? ( ) Sim ( ) Não                                      |
| <input type="checkbox"/> | Conhece os dias da semana? ( ) Sim ( ) Não                             |
| <input type="checkbox"/> | Conhece os meses? ( ) Sim ( ) Não                                      |
| <input type="checkbox"/> | Quanto ao raciocínio aritmético? ( ) Ótimo ( ) Bom ( ) Tem dificuldade |
| <input type="checkbox"/> | Ao escrever as muito a borracha? ( ) Sim ( ) Não                       |

## 6. SOCIABILIDADE / AFETIVIDADE

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Como é a conduta do aprendente:                                      |
| ( )                      | comunicativo ( ) introvertido  |
| ( )                      | amoroso ( ) agressividade  |
| ( )                      | gosta de partilhar ( ) egocêntrico                                   |
| ( )                      | tímido ( ) faz amizade fácil   |
| ( )                      | organizado ( ) desorganização  |
| ( )                      | ativo ( ) preguiçoso   |
| <input type="checkbox"/> | Briga com os irmãos? ( ) Sim ( ) Não Frequência? _____               |
| <input type="checkbox"/> | Quanto ao seu humor: ( ) Se irrita com facilidade ( ) Bem humorado   |
| <input type="checkbox"/> | Fica a maior parte com quem e aonde? _____                           |
| <input type="checkbox"/> | O que faz quando esta em casa? _____                                 |
| <input type="checkbox"/> | Gosta de chamar atenção? ( ) Sim ( ) Não                             |
| <input type="checkbox"/> | È carinhosa e gosta de receber carinho? ( ) Sim ( ) Não              |
| <input type="checkbox"/> | Tem muitos colegas? ( ) Sim ( ) Não                                  |
| <input type="checkbox"/> | Visita a casa dos primos e colegas? ( ) sim ( ) Não Frequência _____ |

**7. HÁBITOS**

- Apresenta:  
 onicofagia (roer unhas)  puxa os cabelos  se morde  se belisca  se arranha

**7.1 hábitos de higiene pessoal**

- Tem conhecimento  Não tem conhecimento  
 realiza sozinho  Precisa de ajuda

Descreva em poucas palavras as dificuldades encontradas para realização dos hábitos de higiene pessoal

**8. DOENÇAS**

- Quais as doenças de infância? \_\_\_\_\_  
 Teve convulsão?  Sim  Não Quando? \_\_\_\_\_  
 Teve alguma doença grave?  
 Sim  Não Qual? \_\_\_\_\_  
 Toma as vacinas com regularidade?  Sim  Não

**9. RELACIONAMENTO FAMILIAR**

- Como se dá:  
 -Entre pai e mãe? \_\_\_\_\_  
 - Entre mãe e filho? \_\_\_\_\_  
 - Entre pai e filho? \_\_\_\_\_  
 - Entre os irmãos? \_\_\_\_\_

**10. ANTECEDENTES FAMILIARES**

- Existe alguém na família com algum problema?  
 depressão  alcoolismo  epilepsia  hiperativismo  
 doença mental leve  esquizofrenia  
 outros: \_\_\_\_\_

**OBSERVAÇÕES FINAIS**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_



## APÊNDICE D – ACOMPANHAMENTO TREINAMENTO

Escolas: Denizard Macêdo; Rebouças Macambira, Jesus Cristo e Hilberto Silva

| ALUNOS          | Março |     | Abril |     |     |     |     |    |     |     |     | Maio |     |     |     |     |     |     |     |     | Junho |     |     |     |     |     |     |     |     | Julho |     |     |     |     |     |  |  |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
|                 | 28    | 31  | 04    | 05  | 11  | 14  | 18  | 20 | 25  | 28  | 02  | 05   | 09  | 12  | 16  | 19  | 23  | 26  | 30  | 02  | 05    | 06  | 13  | 16  | 20  | 23  | 27  | 29  | 04  | 06    | 07  | 11  | 13  | 28  |     |  |  |
| Participante 1  | S1    | F   | S2    | S3  | F   | F   | S4  | N  | S5  | S6  | F   | F    | S7  | S8  | S9  | F   | F   | S10 | S11 | F   | S12   | S13 | F   | S14 | S15 | S16 | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- |     |  |  |
| Participante 2  | S1    | S2  | S3    | S4  | S5  | S6  | S7  | Ã  | F   | S8  | F   | F    | S9  | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | ---   | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- |  |  |
| Participante 3  | S1*   | S2  | S3    | F   | S4  | S5  | S6  | O  | S7  | S8  | S9  | S10  | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- |  |  |
| Participante 4  | ---   | S1  | F     | S2  | S3  | S4  | F   | *  | S5  | S6  | S7  | S8   | S9  | S10 | S11 | S12 | F   | S13 | S14 | F   | S15   | S16 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- |  |  |
| Participante 5  | ---   | --- | S1    | S2  | S3  | S4  | S5  | T  | F   | S6  | S7  | S8   | S9  | S10 | S11 | F   | S12 | S13 | F   | S14 | S15   | F   | F   | F   | S16 | --- | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- |  |  |
| Participante 6  | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | S1  | V  | S2  | F   | S3  | F    | S4  | F   | F   | S5  | S6  | F   | S7  | F   | S8    | S9  | S10 | F   | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | F     | S16 | --- | --- | --- |     |  |  |
| Participante 7  | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | S1  | E  | S2  | F   | S3  | F    | S4  | S5  | S6  | S7  | S8  | S9  | S10 | S11 | F     | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- |  |  |
| Participante 8  | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | *  | --- | S1  | S2  | F    | F   | F   | D   | --- | --- | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | --- |  |  |
| Participante 9  | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | T  | --- | --- | --- | ---  | S1  | F   | F   | S2  | S3  | S4  | S5  | S6  | S7    | S8  | S9  | F   | S10 | S11 | S12 | F   | S13 | F     | F   | S14 | S15 | S16 |     |  |  |
| Participante 10 | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | E  | --- | --- | --- | ---  | --- | --- | --- | S1  | F   | FS  | S2  | S3  | S4    | S5  | S6  | S7  | S8  | S9  | S10 | S11 | S12 | S13   | S14 | S15 | S16 | --- |     |  |  |
| Participante 11 | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | S  | --- | --- | --- | ---  | --- | --- | --- | S1  | S2  | FS  | S3  | S4  | S5    | S6  | S7  | S8  | S9  | S10 | S11 | S12 | S13 | F     | S14 | S15 | S16 | --- |     |  |  |
| Participante 12 | ---   | --- | ---   | --- | --- | --- | --- | T  | --- | --- | --- | ---  | --- | --- | --- | S1  | S2  | FS  | S3  | S4  | S5    | F   | S6  | S7  | S8  | S9  | S10 | S11 | S12 | S13   | S14 | S15 | S16 | --- |     |  |  |

Legenda: S(SESSÃO); F(FALTOU); D(DESISTIU); FS(FALHA NO SISTEMA)

OBS: A sessão 1 do participante 3 foi descartada, por isso tem 17 sessões.

Participante 8 desistiu.

## ANEXO A – PARECER CONSUBTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
CEARÁ PROPESQ - UFC



### PARECER CONSUBTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** USO DE JOGO DE TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACE CÉREBRO-COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)

**Pesquisador:** IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 67682123.4.0000.5054

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Ceará/ PROPESQ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.024.525

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um projeto de pesquisa relacionado ao Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional. Envolve público vulnerável, a saber crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O TEA é um distúrbio do neurodesenvolvimento que envolve uma série de aspectos comportamentais. Indivíduos com TEA possuem desenvolvimento atípico nas áreas da aprendizagem, comunicação, interação social, detecção e trato de emoções, coordenação motora, concentração e ainda podem ter dificuldade em pensar com flexibilidade e lidar com mudanças. Esses sintomas centrais comprometem o funcionamento em vários domínios, incluindo o funcionamento cognitivo e o comportamento adaptativo. O comportamento adaptativo refere-se a cumprir demandas do cotidiano. Outro aspecto importante é a dificuldade de concentração, que se trata de uma das principais causas de uma aprendizagem ineficaz. Dessa forma, diferentes estratégias têm sido utilizadas para buscar a melhoria desses déficits. Com o avanço das tecnologias da informação e comunicação, uma alternativa utilizada para auxiliar no tratamento dessas crianças é a interface cérebro-computador (ICC). O estudo pretende criar um jogo mental controlado via esta interface, a qual possibilita o monitoramento do comportamento das ondas cerebrais e promova uma melhoria no desempenho cognitivo de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), e será realizado em escolas públicas da rede Municipal de Fortaleza que possuam Sala de Recursos Multifuncionais (SRM) com alunos autistas matriculados no Atendimento

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

Continuação do Parecer: 6.024.525

Educacional Especializado (AEE). Quanto aos procedimentos de análises, inicialmente será realizada anamnese por meio de entrevista semiestruturada com o responsável por cada participante. Para isso, será realizado um estudo de abordagem experimental de métodos mistos (quali-quantitativa) com uma amostra composta por 20 crianças na faixa etária de 9 a 11 anos. Essa amostra será dividida em dois grupos: grupo experimental (n=10) e grupo de controle (n=10) que serão acompanhados pelo período de dois meses. Será aplicado um pré e pós teste neuropsicológico para avaliar o nível cognitivo da criança, nos dois grupos. Será utilizada uma ICC para treinar a atenção e a memória de trabalho, por meio do monitoramento das ondas cerebrais apenas no grupo experimental. Os participantes serão submetidos a duas sessões por semana com duração de 30 a 40 minutos. O jogo contará com 4 fases. Abordará a temática: Higiene e saúde, fundamentais para estimular o participante autista no entendimento das atividades de vida diárias (AVDs), geralmente, prejudicadas em crianças autistas. Ao final, pretende-se verificar os benefícios proporcionados com o uso dessa tecnologia quanto à cognição e aos efeitos na higiene pessoal dos participantes.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

##### **OBJETIVO PRIMÁRIO**

Criar um jogo mental controlado via ICC que possibilite o monitoramento do comportamento das ondas cerebrais e promova uma melhoria no desempenho cognitivo de crianças com TEA.

##### **OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

Desenvolver o jogo de teste cognitivo Memória Saudável;

Descrever as habilidades cognitivas evidenciadas nos testes (pré e pós) neuropsicológicos;

Avaliar o jogo Memória Saudável com a ICC em estudantes com TEA;

Analisar os resultados encontrados e a relação com o uso da ICC em crianças com TEA, na melhoria das habilidades cognitivas e da higiene pessoal.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Segundo a pesquisadora, os riscos de participação na pesquisa nesse escopo vinculam-se a coleta e análises de dados em relação ao monitoramento das ondas cerebrais com a utilização da interface cérebro computador, bem como exposição de ações. No entanto, nenhum nome de participante será revelado, visto que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados.

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE **Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

Continuação do Parecer: 6.024.525

**Benefícios:**

Segundo a pesquisadora, poderá haver reorganização da rede funcional do cérebro das configurações mais regulares para as mais aleatórias, melhoria no foco e na concentração mental, melhoria na atenção, ganhos nas habilidades sociais e controle, ou seja, desenvolvimento de processos cognitivos para aprimorar a qualidade da educação, proporcionando novos caminhos para o ensino e aprendizagem, além de novas metodologias, uma vez que as tecnologias podem ser utilizadas no enfrentamento e superação das dificuldades encontradas no cotidiano de pessoas com TEA.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é de interesse para a área de saúde, em especial a do acompanhamento de pessoas incluídas no transtorno do espectro autista (TEA). Foi informada a possível contribuição desta pesquisa para melhorias na qualidade de vida, na aprendizagem, na comunicação, na autonomia, na interação, bem como na inclusão de pessoas com TEA na sociedade.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento  | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                                 | Situação |
|---|---|------------------------|---------------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2081808.pdf | 30/03/2023<br>16:57:37 |                                       | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TermosassentimentoeconsentimentoV2.pdf        | 30/03/2023<br>16:56:08 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folhaderosto.pdf                              | 06/03/2023<br>11:32:24 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito   |
| Cronograma  | Cronograma.pdf                                | 01/02/2023<br>18:42:46 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura                              | ProjetoCEP.pdf                                | 01/02/2023<br>18:42:00 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE          | Aceito   |

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE **Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
CEARÁ PROPESQ - UFC



Continuação do Parecer: 6.024.525

|   |                             |                        |                                       |        |
|---|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------|
| Investigador                                      | ProjetoCEP.pdf              | 01/02/2023<br>18:42:00 | OLIVEIRA                              | Aceito |
| Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável | Apreciacao.pdf              | 31/01/2023<br>11:55:10 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito |
| Outros  | Compromisso_dados.pdf       | 31/01/2023<br>11:50:54 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito |
| Declaração de concordância                        | Concordancia.pdf            | 31/01/2023<br>11:47:06 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura        | AutorizacaoInstituicoes.pdf | 31/01/2023<br>11:20:08 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito |
| Orçamento   | Orcamento.pdf               | 31/01/2023<br>11:14:07 | IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FORTALEZA, 26 de Abril de 2023

Assinado por:

**FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

## ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA



### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA

Pelo presente **TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA** que entre si celebram, de um lado a Secretaria Municipal da Educação, pessoa jurídica de direito público, inscrita no CNPJ nº 04.919.081/0001-89, localizada à Av. Desembargador Moreira, 2875, Dionísio Torres, Fortaleza - CE, representada por sua Secretária, **Antonia Dalila Saldanha de Freitas**, brasileira, casada, portadora da Cédula de Identidade nº 205903390, SSP - CE, e CPF/MF nº 510.472.503-06, residente e domiciliada nesta capital, aqui denominada SME; e de outro lado o(a) pesquisador(a) **IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA**, aluno(a) do Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional da Universidade Federal do Ceará, consoante os termos do processo administrativo nº **P011111/2023**, o(a) qual pretende realizar pesquisa intitulada **USO DE JOGO DE TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACECÉREBRO-COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DOESPECTRO AUTISTA (TEA)**.

**CLÁUSULA PRIMEIRA.** A Secretaria Municipal da Educação autoriza o (a) aluno (a) **IZABEL CRISTINA FERNANDES DE OLIVEIRA** a realizar a coleta de dados da pesquisa intitulada **USO DE JOGO DE TREINAMENTO COGNITIVO VIA INTERFACECÉREBRO-COMPUTADOR POR ESTUDANTES COM TRANSTORNO DOESPECTRO AUTISTA (TEA)**, conforme termo da Faculdade/Universidade.

**CLÁUSULA SEGUNDA.** A produção/reprodução/veiculação de fotos e/ou vídeos do contexto escolar somente poderá ser realizada mediante termo de autorização assinado pelo envolvido e, no caso de criança e adolescente, pelo responsável legal.

**CLÁUSULA TERCEIRA.** O aluno deve apresentar ao (à) professor(a) regente seus planejamentos das atividades a serem desenvolvidas com a(s) criança(s) durante o seu trabalho acadêmico, se for o caso.





**CLÁUSULA QUARTA.** Os trabalhos desenvolvidos nas instituições municipais de ensino devem ser entregues no protocolo da SME para conhecimento dos resultados e estudos elaborados, objetivando o aprimoramento das ações pedagógicas, se for o caso.

**CLÁUSULA QUINTA.** A SME não fornecerá nenhum material, sendo da responsabilidade do aluno adquiri-lo por conta própria.

**CLÁUSULA SEXTA.** A autorização para ingressar na instituição é exclusiva para os alunos, sendo vedado o acesso a terceiros.

**CLÁUSULA SÉTIMA.** O aluno deve respeitar todas as normas da instituição de ensino e as diretrizes da direção da unidade.

**SUBCLÁUSULA ÚNICA.** O aluno deverá estar vestido adequadamente, e usar de tratamento respeitoso com os funcionários e alunos das unidades escolares.

**CLÁUSULA OITAVA.** O descumprimento de qualquer cláusula deste instrumento por parte do aluno acarretará a rescisão imediata deste termo de autorização de pesquisa acadêmica, sem a necessidade de comunicação prévia.

**CLÁUSULA NONA.** É competente para dirimir qualquer litígio resultante deste Termo o foro de Fortaleza, com prévia renúncia de ambas as partes a qualquer outro foro, por mais privilegiado que seja. E, por estarem assim, justos e compromissados, lavram, datam e assinam o presente instrumento, em 02 (duas) vias de igual teor e forma, para que surta seus devidos e legais efeitos.

Fortaleza-CE, 27 de fevereiro de 2023.

\_\_\_\_\_  
**Antonia Dalila Saldanha de Freitas**  
 Secretária Municipal da Educação

\_\_\_\_\_  
**Germânia Kelly Ferreira de Medeiros**  
 Coordenadora Polo UAB/SME

\_\_\_\_\_  
**Izabel Cristina Fernandes De Oliveira**  
 CPF nº \_\_\_\_\_



**Fortaleza**  
PREFEITURA



Este documento é cópia do original e assinado digitalmente sob o número KMTBYLDX  
Para conferir o original, acesse o site <https://assineja.sepog.fortaleza.ce.gov.br/validar/documento>, informe o malote 2093467 e código KMTBYLDX

**ASSINADO POR:**