

Submission: 02/Apr/2023;
Camera ready: 16/Dec/2024;

1st round notif.: 28/Aug/2023;
Edition review: 09/Jan/2025;

New version: 23/Oct/2023;
Available online: 09/Jan/2025;

2nd round notif.: 15/Oct/2024;
Published: 09/Jan/2025;

AutiBots: Jogo Digital Educativo para Desenvolvimento Cognitivo e Motor de Crianças com Autismo

Title: *AutiBots: Educational Digital Game for Cognitive and Motor Development of Children with Autism*

Título: *AutiBots: Juego Digital Educativo para el Desarrollo Cognitivo y Motor de Niños con Autismo*

Leandro Pereira Sampaio
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
ORCID: [0000-0002-4529-0705](https://orcid.org/0000-0002-4529-0705)
leandrosampaio827@gmail.com

Claudia Pinto Pereira
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
ORCID: [0000-0002-2552-2089](https://orcid.org/0000-0002-2552-2089)
claudiap@uefs.br

Resumo

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é classificado como um transtorno do neurodesenvolvimento, podendo comprometer habilidades de comunicação, habilidades cognitivas, interações sociais, além da presença de padrões restritos e repetitivos. Quando o diagnóstico é realizado precocemente, aumentam as chances do indivíduo receber intervenções terapêuticas e educacionais adequadas. Essas intervenções são fundamentais para que a criança possa estimular e adquirir novas habilidades, incluindo o desenvolvimento cognitivo e motor. Nesse contexto, e entendendo que os jogos digitais podem oferecer uma plataforma interativa e lúdica como apoio a essas intervenções, este trabalho descreve o desenvolvimento do AutiBots, um jogo tridimensional para dispositivos móveis Android, destinado principalmente às crianças do espectro autista, no qual o jogador auxilia os robôs a percorrerem caminhos com diferentes desafios e obstáculos, estimulando a coordenação motora fina, direção e lateralidade, percepção visual, linguagem verbal e não verbal, raciocínio lógico e funções executivas (memória de trabalho ou operacional, solução de problemas e atenção). O jogo foi desenvolvido seguindo a ciência Applied Behavior Analysis (ABA) e as diretrizes de desenvolvimento de jogos sérios destinados aos aprendizes com TEA, e validado por meio da adaptação do modelo de avaliação de jogos educacionais MEEGA+, possibilitando sua aplicação junto a profissionais, educadores e familiares. Durante o processo de validação, foram obtidas 17 avaliações de profissionais da área de tecnologia e, em uma segunda etapa, de 12 professores, especialistas e pais de crianças com autismo. Os resultados apontam o Autibots como uma ferramenta em potencial para estimular diversas habilidades cognitivas, visto que a percepção dos respondentes sobre a usabilidade e as dimensões de aprendizagem, confiança, satisfação, diversão e relevância foram bem avaliadas pelos dois grupos. Por fim, ao aplicar a escala do MEEGA+ nas respostas dos questionários, foram alcançadas as pontuações de 57.22 para o primeiro grupo e de 69.4 para o segundo, classificando-o como um jogo de boa e excelente qualidade, respectivamente.

Palavras-chave: Autismo; Jogo Digital Educativo; Aspectos Cognitivos; Coordenação Motora.

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) is classified as a neurodevelopmental disorder, potentially affecting communication skills, cognitive abilities, social interactions, and presenting restricted and repetitive patterns. When diagnosed early, the chances of the individual receiving appropriate therapeutic and educational interventions increase. These interventions are essential for the child to stimulate and acquire new skills, including cognitive and motor development. In this context, and understanding that digital games can offer an interactive and playful platform as support for these interventions, this work describes the development of AutiBots, a three-dimensional game for Android mobile devices,

Cite as: Sampaio, L. P., & Pereira, C. P. (2025). AutiBots: Jogo Digital Educativo para Desenvolvimento Motor e Cognitivo de Crianças com Autismo. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 33, 1-33.
<https://doi.org/10.5753/rbie.2025.3300>.

mainly aimed at children on the autism spectrum. In the game, players assist robots in navigating paths with various challenges and obstacles, stimulating fine motor coordination, direction and laterality, visual perception, verbal and non-verbal language, logical reasoning, and executive functions (working memory, problem-solving, and attention). The game was developed following the principles of Applied Behavior Analysis (ABA) and the guidelines for developing serious games for learners with ASD, and validated through the adaptation of the MEEGA+ educational game evaluation model, allowing its application with professionals, educators, and families. During the validation process, 17 evaluations were obtained from technology professionals, and in a second stage, from 12 teachers, specialists, and parents of children with autism. The results highlight AutiBots as a potential tool to stimulate various cognitive skills, as respondents' perceptions of usability and the dimensions of learning, trust, satisfaction, fun, and relevance were well rated by both groups. Finally, when applying the MEEGA+ scale to the questionnaire responses, scores of 57.22 for the first group and 69.4 for the second were achieved, classifying it as a good and excellent quality game, respectively.

Keywords: Autism; Digital Educational Game; Cognitive Aspects; Motor Coordination.

Resumen

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) se clasifica como un trastorno del neurodesarrollo y puede comprometer las habilidades comunicativas, cognitivas y las interacciones sociales, además de la presencia de patrones restringidos y repetitivos. Cuando el diagnóstico se hace precozmente, aumentan las posibilidades de que el individuo reciba intervenciones terapéuticas y educativas adecuadas. Estas intervenciones son esenciales para que el niño estimule y adquiera nuevas habilidades, incluyendo el desarrollo cognitivo y motor. En este contexto, y comprendiendo que los juegos digitales pueden ofrecer una plataforma interactiva y lúdica como apoyo a estas intervenciones, este trabajo describe el desarrollo de AutiBots, un juego tridimensional para dispositivos móviles Android, destinado principalmente a niños con espectro autista, en el que el jugador ayuda a los robots a recorrer caminos con diferentes desafíos y obstáculos, estimulando la coordinación motora fina, la dirección y lateralidad, la percepción visual, el lenguaje verbal y no verbal, el razonamiento lógico y las funciones ejecutivas (memoria operativa o de trabajo, resolución de problemas y atención). El juego fue desarrollado siguiendo la ciencia Applied Behavior Analysis (ABA) y las directrices de desarrollo de juegos serios destinados a aprendices con TEA, y validado mediante la adaptación del modelo de evaluación de juegos educativos MEEGA+, lo que permitió su aplicación junto a profesionales, educadores y familiares. Durante el proceso de validación, se obtuvieron 17 evaluaciones de profesionales del área de tecnología y, en una segunda etapa, de 12 profesores, especialistas y padres de niños con autismo. Los resultados señalan a Autibots como una herramienta potencial para estimular diversas habilidades cognitivas, ya que la percepción de los encuestados sobre la usabilidad y las dimensiones de aprendizaje, confianza, satisfacción, diversión y relevancia fueron bien evaluadas por ambos grupos. Finalmente, al aplicar la escala MEEGA+ a las respuestas de los cuestionarios, se alcanzaron puntuaciones de 57.22 para el primer grupo y de 69.4 para el segundo, clasificándolo como un juego de buena y excelente calidad, respectivamente.

Palabras clave: Autismo; Juego Digital Educativo; Aspectos Cognitivos; Coordinación Motora.

1 Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), popularmente conhecido como autismo, é um transtorno com causa multifatorial, que se manifesta na infância e se refere a um conjunto de condições que comprometem o neurodesenvolvimento dos indivíduos, incluindo déficits nas áreas de comunicação, interação social e comportamental (APA, 2014). Os indivíduos com TEA costumam possuir outras comorbidades ou transtornos associados, incluindo deficiência intelectual, epilepsia, depressão, ansiedade e Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) (APA, 2014).

As crianças com autismo exibem algumas manifestações perceptíveis em seu cotidiano. Dentre essas manifestações, destaca-se a comunicação, que pode ser evidenciada pela ausência ou atraso no desenvolvimento da linguagem oral. Além disso, o déficit na interação social torna-se aparente devido à falta de reciprocidade e dificuldades na socialização e no relacionamento com outras pessoas. Quanto ao comportamento, o autismo se manifesta por meio da resistência a mudanças, adesão rígida a rotinas e presença de movimentos repetitivos e estereotipados (APA, 2014). Outros sintomas frequentes em pessoas com autismo são hiper ou hiporreatividade a estímulos sensoriais e hiperfoco (concentração intensa) em determinadas atividades. Além disso, muitos indivíduos com transtorno do espectro autista também apresentam déficits motores, a exemplo da falta de coordenação e comportamentos disruptivos (APA, 2014).

Por ser um espectro, é importante lembrar que os déficits podem variar de graus leves a graus mais severos, se manifestando de diferentes formas e intensidades em cada indivíduo (APA, 2014). A singularidade dos indivíduos com autismo deve ser respeitada, pois cada um deles é um sujeito único, com níveis de intelectualidade e manifestações do transtorno distintas (dos Santos & Vieira, 2017). Deste modo, é necessário compreender que cada indivíduo possui seu próprio tempo e distintas possibilidades dentro do processo de construção do conhecimento (Cintra et al., 2011). É importante que o diagnóstico do TEA ocorra de maneira precoce, pois melhores e mais satisfatórios serão os resultados obtidos com o início antecipado da intervenção, contribuindo para um adequado processo de desenvolvimento da criança (Brasil, 2015).

De acordo com o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) (Maenner et al., 2021), por meio de uma pesquisa realizada em 2018 e divulgada em 2021, foi identificada que a prevalência do autismo é cerca de 1 em 44 pessoas, ou seja, levando em consideração a atual população mundial estimada em 2021, teríamos mais de 170 milhões de pessoas com o TEA. Até o momento não existem dados oficiais de quantos indivíduos com TEA existem no Brasil, apenas estimativas com base em pesquisas realizadas de outros países, a exemplo dos Estados Unidos (Paiva Junior, 2019).

Visto que o TEA não é degenerativo, o indivíduo pode aprender e compensar as dificuldades durante toda sua vida. Aqueles que possuem uma boa comunicação e melhor capacidade intelectual, ou seja, com níveis de prejuízo menores, acabam usufruindo de maiores chances, por exemplo, de alcançar um emprego que combine com seus interesses e habilidades (APA, 2014).

Neste cenário, e pensando em uma educação inclusiva, é necessário prover meios, recursos e alternativas que beneficiem as pessoas com TEA e possibilitem a inclusão social. As tecnologias da informação e comunicação (TICs) se apresentam como uma importante ferramenta para auxiliar o desenvolvimento de crianças com TEA, podendo ser uma alternativa para os recursos didáticos, principalmente no desenvolvimento cognitivo e aumento da motivação (Batanero et al.,

2024). Recursos tecnológicos, além de pessoas mediadoras (pais, professores, terapeutas, entre outros), ajudam na redução de limitações, auxiliando as pessoas com TEA no aprendizado, na interação, na organização e no processo de construção de conhecimentos, propiciando condições importantes para a eliminação de barreiras existentes e o desenvolvimento dos pilares da autonomia, independência e emancipação (Cintra et al., 2011).

Os jogos digitais, a partir das mais variadas propostas de ensino, são recursos que têm sido frequentemente utilizados por crianças com TEA, como uma das formas de intervenção (R. A. Pereira, 2018). Os jogos podem proporcionar o ensino de uma variedade de temas de uma maneira divertida e lúdica, permitindo que esses conteúdos sejam utilizados posteriormente em suas práticas sociais (R. A. Pereira, 2018). Esse tipo de aprendizagem contribui para o desenvolvimento das funções cognitivas, como o desenvolvimento do raciocínio lógico, aperfeiçoamento da coordenação motora, da percepção visual (tamanho, cor, formas), auditiva, entre outros (Aragão et al., 2019).

No mesmo caminho do uso da tecnologia como auxílio no aprendizado, temos os chamados *serious games* ou jogos sérios. Estes são jogos que não se destinam somente ao entretenimento, mas buscam, em sua essência, uma proposta de aprendizagem, independentemente de terem sido criados com esta intenção (Lemes, 2014). Os jogos educacionais, além de serem considerados uma das possíveis aplicações dos jogos sérios (Zyda, 2005) e uma importante ferramenta para expandir o conhecimento das pessoas e ajudá-las a explorar e aprender novas habilidades, também são uma estratégia eficaz e eficiente para atingir a aprendizagem, motivação, engajamento, entre outros, dos usuários/jogadores (Petri, 2018).

No sentido de contribuir no desenvolvimento destas crianças, o presente trabalho se propõe à implementação do **Autibots**, um jogo com fim educativo, para dispositivos com sistema operacional Android. O AutiBots tem como objetivo estimular aspectos cognitivos e motores, tais como o desenvolvimento da percepção visual, funções executivas, coordenação motora, aspectos da linguagem e a atenção, favorecendo a redução de alguns déficits destacados em pessoas diagnosticadas com TEA, e, consequentemente, contribuindo com sua qualidade de vida. Além dessas funcionalidades, o jogo possui configurações que permitem que os mediadores (familiares, professores, terapeutas, dentre outros) personalizem facilmente variáveis do jogo, adequando-o às características e ao ritmo de aprendizado de cada criança.

O jogo proposto está alinhado com a ciência ABA, *Applied Behavior Analysis* (Lear, 2004), e com as diretrizes para o desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TEA (W. S. Pereira et al., 2021). A ciência ABA, embora frequentemente utilizada na intervenção de pessoas com TEA, também é aplicável a uma ampla gama de indivíduos e situações comportamentais. As diretrizes, por sua vez, apresentam recomendações mapeadas na literatura para o desenvolvimento de jogos e soluções de software para usuários com TEA (Lear, 2004; W. S. Pereira et al., 2021).

A avaliação do jogo foi realizada em dois momentos. Inicialmente, 17 profissionais da área de tecnologia fizeram sua análise. Em um segundo momento, o jogo foi avaliado por um grupo composto por 12 professores, especialistas ou pais de crianças com TEA, totalizando 29 participantes. Os resultados, obtidos através da validação com o instrumento MEEGA+, apontam para a importância e a relevância do AutiBots como uma alternativa para o desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas em crianças com autismo. Para além do próprio jogo, que já se encontra

disponível na Google Play Store¹, esse trabalho traz contribuições como uma contextualização sobre o TEA em seus diferentes aspectos, de fácil entendimento mesmo para profissionais que não sejam da área de saúde, assim como uma descrição detalhada da metodologia.

Este artigo está organizado em quatro seções, além desta introdução. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica com o objetivo de aprofundar os conceitos sobre o TEA, *Serious Games* e Jogos Digitais Educativos, bem como os Trabalhos Correlatos. A terceira Seção descreve, de maneira detalhada, a metodologia adotada para a condução da pesquisa, incluindo a definição, implementação e validação do jogo. A Seção 4 exibe os resultados e discussões, a partir do descritivo da modelagem, fluxo de funcionamento do jogo, interfaces, diretrizes utilizadas e sua validação; e, por fim, a Seção 5 aborda as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Nesta seção, é apresentada uma revisão das pesquisas e discussões de outros autores sobre tópicos relevantes para o presente trabalho, como o Transtorno do Espectro Autista (i.e. sinais, sintomas, características, prevalência, causas, classificações, tratamentos e métodos de intervenção); *Serious Games* e Jogos Digitais Educativos, bem como Trabalhos Correlatos. Essa revisão permitiu ampliar a contextualização e o embasamento teórico para a elaboração do jogo proposto.

2.1 Transtorno do Espectro Autista

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um transtorno do desenvolvimento neurológico, manifestando os sintomas normalmente nos primeiros anos de vida (APA, 2014). Em 1943, Leo Kanner e outros publicaram um artigo em que descreveram o autismo como uma síndrome caracterizada por uma série de sintomas, incluindo déficits como movimentos repetitivos, deficiência no desenvolvimento da linguagem, além de pouco contato afetivo e interesses restritos. Essa foi uma das primeiras descrições da condição e ajudou a estabelecer as bases para a compreensão do transtorno do espectro autista (Kanner et al., 1943). As subseções a seguir apresentam informações importantes para a compreensão geral do TEA.

2.1.1 Sinais, sintomas e características

Os primeiros sinais das crianças com TEA podem ser observados por seus pais desde muito cedo, a partir dos estímulos nos primeiros meses de vida do bebê e ao longo do seu desenvolvimento (Oliveira, 2016). De acordo com Zwaigenbaum et al. (2015), entre os 12 e os 24 meses de idade, são perceptíveis as diferenças de comportamentos, principalmente através da frequência de gestos comunicativos e da resposta ao nome.

De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5), na sua quinta versão publicada em 2013, pela *American Psychiatric Association* (APA), as pessoas com TEA apresentam características significativas que estão presentes desde o início da infância, sendo elas (APA, 2014): déficits na comunicação verbal, não verbal e na reciprocidade socioemocional;

¹<https://bit.ly/AutiBots>

movimentos e falas estereotipados ou repetitivos; adesão inflexível a rotinas; atenção compartilhada prejudicada; interesses fixos e altamente restritos; hiper ou hiporreatividade a estímulos sensoriais; e déficits motores, incluindo a falta de coordenação.

Atualmente outro importante instrumento de diagnóstico para pessoas com autismo e referência para médicos em todo o mundo é a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – 11^a revisão (CID-11), definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS). A CID-11 engloba todos os diagnósticos dos Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD) em apenas um, denominado Transtorno do Espectro Austista, denominação a qual o DSM já havia apresentado desde a sua quinta versão. Os critérios de diagnóstico do autismo, por meio da CID-11 (WHO, 2019), são os seguintes: déficits persistentes em iniciar e manter a comunicação social e interações sociais; e padrões persistentes de comportamento, interesses ou atividades restritos, repetitivos e inflexíveis.

Uma das razões da variação na apresentação clínica do TEA é que os sintomas podem vir acompanhados de outras manifestações físicas ou mentais – as chamadas comorbidades. Cerca de 70% das pessoas com TEA podem ter um transtorno mental associado, além disso, 40% podem apresentar dois ou mais transtornos mentais comórbidos. Algumas das comorbidades associadas ao autismo são: TDAH e a deficiência intelectual. É importante salientar que quando os critérios de uma comorbidade e do TEA são preenchidos, ambos os diagnósticos devem ser considerados (APA, 2014).

Existem indivíduos com TEA que podem apresentar áreas do funcionamento cognitivo preservadas (Klin, 2006). No entanto, existem indivíduos que apresentam comprometimentos cognitivos, normalmente da linguagem, atenção, percepção e das funções executivas (Teixeira et al., 2017). As funções executivas contribuem para regular, controlar e gerenciar nossos pensamentos e ações. Algumas das funções executivas são: memória de trabalho ou operacional (memória de curto prazo específica para executar uma atividade), solução de problemas e atenção (Bennie, 2018). Já a percepção visual é composta por (Gallahue et al., 2013): percepção de cor (habilidade de distinguir diferentes tons de cores), percepção da forma (habilidade de distinguir diferentes formas), percepção de profundidade (habilidade de ter noção da distância de um objeto) e coordenação visomotora (habilidade de seguir e avaliar objetos em movimento).

2.1.2 Prevalência

No Brasil, ainda não existem números oficiais da prevalência de autismo, apenas temos um estudo-piloto, de 2011, realizado em Atibaia (SP), no qual os resultados preliminares indicavam 1 autista para cada 367 habitantes — a pesquisa foi realizada em um bairro de 20 mil habitantes daquela cidade (Paula et al., 2011). Entretanto, no dia 18 de julho de 2019, foi sancionada, pelo Presidente da República, a Lei 13.861/2019 que inclui dados específicos da pessoa com TEA nos censos demográficos a serem realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Amado, 2019), o que permitirá o levantamento futuro desta informação.

De acordo com a pesquisa mais recente publicada pelo CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*), de dados obtidos nos Estados Unidos (EUA) em 2018 e divulgados em dezembro de 2021, a estimativa é que exista 1 pessoa com autismo a cada 44 pessoas (Maenner et al., 2021). Levando em consideração a prevalência anterior de 1 para 54 publicada pelo CDC em 2020 (com dados de 2016), houve um aumento da prevalência em mais de 22%. Além disso, o CDC esclarece

que o TEA é 4 vezes mais comum entre os meninos do que entre as meninas e que pode ocorrer em todos os grupos raciais, étnicos e socioeconômicos.

O DSM-5 esclarece que ainda não é evidente se o aumento do índice de pessoas com autismo deve-se ao fato de melhores critérios para diagnósticos, levando em consideração a versão anterior (DSM-IV), ou à maior conscientização, metodologias diferentes nas pesquisas e estudos, ou se realmente houve um real aumento de casos nos últimos anos (APA, 2014).

2.1.3 Causas

As causas do TEA ainda não são bem conhecidas. Acredita-se que o transtorno acontece a partir de fatores genéticos, sendo sua ação influenciada por fatores de risco ambiental, incluindo a idade avançada dos pais no início da gestação, nascimento prematuro da criança, a utilização de certas medicações durante o período pré-natal e o baixo peso ao nascer (Mandy & Lai, 2016).

Uma pesquisa realizada em 5 países por Bai et al. (2019), e publicada na *JAMA Psychiatry*, com uma amostra de 22.156 pessoas com TEA, aponta que, além das causas ambientais, o maior fator de risco são causas genéticas, contando com mutações não hereditárias e com aproximadamente 80% de herdabilidade, justificando a grande variabilidade do TEA. Vale ressaltar que a pesquisa constatou baixa contribuição materna nas influências genéticas hereditárias.

É necessário continuar a desenvolver investigações e pesquisas sobre o autismo, com a intenção de que futuramente as causas sejam melhor esclarecidas, proporcionando diagnósticos mais prematuros e assertivos.

2.1.4 Classificações do TEA

O DSM-5 (APA, 2014) classifica o TEA em 3 diferentes níveis de intensidade, permitindo um diagnóstico mais claro. Os níveis podem ser representados como leve, moderado e severo, conforme apresentado abaixo:

Nível 1 (leve): Necessita de suporte devido às limitações na comunicação social, que pode resultar em desafios significativos nas interações sociais, incluindo: interesse diminuído e dificuldades para iniciar uma interação. Além disso, existe a dificuldade na transição entre atividades, organização e planejamento. Nível 2 (Moderado): Requer apoio considerável devido a deficiências acentuadas nas habilidades de comunicação verbal e não verbal. Prejuízos sociais evidentes são identificados mesmo com suporte, assim como dificuldades em lidar com mudanças, comportamentos restritivos e repetitivos, além de dificuldade em mudar a atividade ou o foco. Nível 3 (Severo): Requer amplo apoio devido a sérias deficiências nas habilidades de comunicação verbal e não verbal, resultando em dificuldades significativas no funcionamento, iniciar interações sociais e responder a contextos sociais vindos de outras pessoas. O indivíduo enfrenta imensa dificuldade em: lidar com mudanças, alterar atividades ou foco, e comportamentos restritos e repetitivos que afetam significativamente todas as áreas da vida.

Em contrapartida, a CID-11 (WHO, 2019) utiliza o transtorno do desenvolvimento intelectual e uso da linguagem funcional (por exemplo, para expressar necessidades e desejos pessoais) como qualificadores para classificar as pessoas com TEA. As classificações e os códigos de diagnóstico correspondentes a cada categoria da classificação do TEA pela CID-11, estão apresentadas

logo abaixo na Tabela 1:

Tabela 1: Nova classificação da CID-11. Fonte: Tabela adaptada de WHO, 2019.

Transtorno de Desenvolvimento Intelectual	SEM Transtorno de Desenvolvimento Intelectual	COM Transtorno de Desenvolvimento Intelectual
Uso da linguagem funcional		
com leve ou sem comprometimento	6A02.0	6A02.1
com comprometimento	6A02.2	6A02.3
com completa, ou quase completa ausência	—	6A02.5

Os códigos indicados pela CID-11 são importantes para compor o laudo de diagnóstico das pessoas com autismo. Através da classificação do TEA, a gravidade dos sintomas e o suporte necessário para essas pessoas ficam mais claros.

2.1.5 Tratamento e métodos de intervenção

De acordo com o Ministério de Saúde do Brasil, o tratamento das pessoas com TEA possui entre os principais objetivos minimizar as dificuldades, ampliar as capacidades de aprendizagem, permitir que localizem suas fragilidades nas trocas emocionais e afetivas, além de tornar os familiares aliados para que haja um bom andamento do tratamento (Brasil, 2015).

Pelo fato de o autismo ser um transtorno do neurodesenvolvimento e não ser considerado uma doença, não existe cura, e, portanto, é recomendada a aplicação de intervenções psicosociais baseadas em evidências, a exemplo da intervenção comportamental, com a intenção de reduzir os déficits, gerar bem-estar e qualidade de vida para o indivíduo (Organização Pan-Americana da Saúde, 2021).

É recomendado que o tratamento envolva uma equipe multidisciplinar com diferentes áreas e especialidades, entre eles: médicos, fonoaudiólogos, psicólogos, fisioterapeutas, pedagogos, terapeutas ocupacionais e profissionais de educação física, que avaliem e desenvolvam um programa de intervenção personalizado para aquele determinado indivíduo (Amorim, 2011). Os métodos de intervenção mais conhecidos e utilizados para promover o desenvolvimento social e cognitivo das pessoas com TEA são: *Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children* (TEACCH), *Picture Exchange Communication System* (PECS), *Applied Behavior Analysis* (ABA) e o *Early Start Denver Model* (ESDM). Neste trabalho, devido às suas características de ensino, será utilizada como uma das referências a intervenção ABA.

A análise do comportamento aplicada, conhecida como ABA, é uma abordagem que se baseia na análise singular do indivíduo e visa substituir comportamentos disruptivos ou socialmente inadequados por novos socialmente adequados. Na ciência ABA, utiliza-se o mecanismo de recompensas e cada habilidade ensinada deve ser fragmentada em pequenos passos, além de possuir

auxiliadores e reforçadores que, aos poucos, serão retirados, para que a pessoa com autismo seja capaz de tomar suas próprias decisões (Brasil, 2015). Mello (2007) deixa claro que a repetição é um ponto importante nessa ciência, assim como o registro de todas as tentativas e seus resultados.

Segundo Lear (2004), a ciência ABA possui importantes fundamentos que contribuem para o estímulo/comportamento que se deseja ensinar, sendo eles: (a) manejo de comportamento: a ideia central é oferecer estímulos/reforçadores após comportamentos desejados, para aumentar a probabilidade desse comportamento acontecer novamente; (b) utilização de reforçadores: eles representam um importante recurso no fortalecimento do comportamento, oferecendo uma recompensa após uma ação correta do indivíduo; (c) ajudas e dicas: são estímulos adicionais utilizados em determinados momentos para facilitar a ocorrência de um determinado comportamento; o objetivo é que, gradativamente, sejam reduzidas e, posteriormente, removidas; (d) currículo de conteúdos: é uma abordagem na qual o conteúdo deve seguir uma abordagem estruturada e personalizada, servindo como um norteador e indicando o nível das habilidades estimuladas; (e) uso de instruções: antes de iniciar as atividades, as instruções são ótimas aliadas para ensinar e auxiliar o processo de aprendizagem; elas devem ser atrativas e variadas para evitar o desinteresse; (f) registro de dados: permite não apenas monitorar o progresso da criança, mas também identificar problemas e fazer os ajustes necessários no ensino; além disso, os dados são a chave para determinar quando uma habilidade foi de fato aprendida (Lear, 2004).

2.2 *Serious Games* e Jogos Digitais Educativos

No contexto educacional, novas ferramentas vêm sendo utilizadas com o objetivo de levar o conteúdo por meio de ambientes realistas e interativos (Savi & Ulbricht, 2008). Os jogos eletrônicos têm se destacado como ferramenta de ensino, principalmente por unir conteúdos específicos aos aspectos lúdicos, ampliando o conhecimento de maneira mais agradável (Machado et al., 2011). Estes jogos, que possuem objetivos específicos além do entretenimento, são conhecidos como *serious games* ou jogos sérios, e promovem a motivação e a construção de novos conhecimentos. Eles apresentam aplicações em diversas áreas, incluindo educação, saúde, treinamento e simulação. Dentro deste contexto, os jogos educacionais são uma das principais aplicações dos jogos sérios (Zyda, 2005).

Os jogos educacionais desempenham um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para o aumento da capacidade de retenção do conteúdo, autonomia, criatividade, cumprimento de instruções e propiciando tomadas de decisão (Tarouco et al., 2004). Outro ponto importante é que, com o uso dos jogos digitais, as crianças podem refazer quantas vezes for necessária uma fase/etapa que não foi compreendida de maneira apropriada (Lemes, 2014).

Nunes (2014) revela que a utilização de recursos tecnológicos com alunos com TEA reduz a dispersão dos alunos, havendo uma melhora significativa na sua atenção. O uso de aplicativos que apresentam figuras coloridas, letras grandes e sons, apresentou melhores resultados em relação à motivação e concentração nas atividades, se comparado a uma aula expositiva sem estes recursos. Outros benefícios do uso de ferramentas tecnológicas foram mencionados pelo autor, como o estímulo à oralidade - por meio dos sons emitidos pelo aplicativo, coordenação motora - através de gestos e toques com o dedo na tela e autonomia, além do aumento do tempo de tolerância à atividade.

Carvalho e Nunes (2016), de forma semelhante, constaram que o uso de jogos digitais para

crianças com TEA contribui com o desenvolvimento da atenção, aumento na comunicação, diminuição dos movimentos inadequados e agitação, contato ocular e verbalizações. Além disso, jogos digitais que ensinam cores, formas, letras e números, formação de palavras, emoções e outros, também contribuem para a interação social e para a comunicação, em especial a partir da interação da criança com o mediador da atividade (Carvalho & Nunes, 2016).

Outra referência utilizada neste trabalho foram as Diretrizes de Acessibilidade para Jogos Sérios Destinados aos Aprendizes no Espectro Autista, mapeadas por W. S. Pereira et al. (2021). São apresentadas, pelos autores, 109 diretrizes que servem como guia no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TEA. Dentre as principais diretrizes, pode-se citar: (i) Comandos intuitivos e fáceis de aprender; (ii) Linguagem textual e visual simples, clara e precisa; (iii) Instruções adequadas com diferentes mídias simultâneas; (iv) Regras claras e objetivas; (v) Variedade nos desafios apresentados; (vi) Permitir personalização e (vii) Permitir a visualização do desempenho do jogador.

2.3 Trabalhos Relacionados

O ambiente TEO (Tratar, Estimular e Orientar), proposto por Moura et al. (2016), é uma suíte de jogos desenvolvida para dispositivos móveis, visando auxiliar na intervenção de crianças com autismo de maneira multidisciplinar, através de jogos interativos e com fomento do raciocínio lógico, da percepção visual, da concentração e de outras habilidades. A ferramenta coleta dados sobre a jogabilidade de cada usuário, permitindo monitorar o progresso da criança e fornecer *feedback* aos profissionais envolvidos no tratamento. O aplicativo foi dividido em 6 categorias: associação de formas e cores, raciocínio lógico-matemático, quebra-cabeça, memória, atividades da vida diária e localização de objetos. Após o processo de validação com crianças com autismo apoiados por especialistas, foi percebida a relevância do aplicativo para auxiliar na intervenção do autismo, embora algumas áreas de melhoria tenham sido identificadas.

No trabalho realizado por Sá et al. (2017), foi projetado o TEAMAT, um jogo educacional para computadores pessoais, apoiado pela ciência ABA, e com o objetivo de ensinar matemática para crianças com autismo. O jogo foi dividido em três fases; na primeira e na segunda, foram abordados os números e, na terceira, foram apresentadas as formas geométricas associadas às cores primárias e secundárias. O processo de avaliação envolveu crianças com TEA de idades entre 3 e 8 anos. Segundo os autores, as crianças responderam bem a tela de reforços positivos e apresentaram resultados satisfatórios às dicas fornecidas durante a execução das atividades. Os resultados demonstraram que o jogo foi eficaz em estimular habilidades cognitivas e de comunicação nas crianças, com uma aceitação positiva tanto por parte das crianças quanto dos educadores, que viram seu potencial como ferramenta de ensino.

Silva et al. (2017) desenvolveram um jogo educativo, o *Fables Maker*, que busca desenvolver a capacidade cognitiva, comunicativa e social de crianças com nível leve do TEA, entre 2 e 5 anos de idade. Ele possui um conteúdo com imagens baseadas em histórias infantis, reconhecimento de voz, suporte textual e recursos de áudio para enriquecer a experiência e facilitar a aprendizagem e interação das crianças. O jogo utiliza as metodologias ABA e TEACCH e pretende que a criança adquira habilidades como discriminação de cores e objetos, emoções e coordenação motora. Os autores afirmam que o jogo está na sua versão inicial e ainda não foram realizadas validações.

O jogo *Soldier on the Bridge* (Sampaio et al., 2019), desenvolvido pelos autores deste trabalho e por mais um outro autor, é um jogo *mobile*, divertido e gratuito, voltado para crianças com grau leve de autismo. Este aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis, tem como principais características uma interface convidativa e de fácil manuseio pelo usuário. O *game* destina-se ao desenvolvimento da memorização e atenção, além de uma experiência lógica, habilidades de coordenação motora e de lateralidade. Neste trabalho, não foi adotada uma metodologia específica, e não se realizou uma avaliação.

A partir dos trabalhos relatados, destaca-se a viabilidade da utilização de jogos eletrônicos digitais ou aplicativos como potencial atrativo e da possibilidade de flexibilização das características no ensino de pessoas com autismo.

Embora atualmente existam diversas propostas de utilização de jogos digitais para o desenvolvimento de crianças com autismo, com base nas pesquisas realizadas, o AutiBots se destaca, principalmente, pelas seguintes características: apresenta uma abordagem que estimula uma ampla gama de funções cognitivas; oferece seleção de novos personagens, baseada em sistema de moedas obtidas durante o jogo, o que incentiva a continuidade e a motivação do jogador; interface gráfica em 3D, proporcionando uma experiência visual mais rica e envolvente; sistema de registro de dados, semelhante apenas, dentre os trabalhos citados, ao ambiente TEO (2016); vídeo tutorial animado que orienta os usuários sobre todas as funcionalidades e ensina, passo a passo, como jogar; sistema de configurações com opções de personalização (áudio, vídeo, fases e personagem), que facilita a adaptação do jogo para diferentes graus de dificuldade; avaliação realizada com um grupo total de 29 pessoas e com um modelo de avaliação validado. Além disso, ele está alinhado com a ciência ABA e com as diretrizes de desenvolvimento de jogos sérios para aprendizes com TEA.

3 Metodologia

Esse trabalho foi motivado, inicialmente, pelas reflexões e questões tratadas na disciplina de Informática na Educação do Curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), no ano de 2018, no qual surgiu um jogo que estimulava o raciocínio lógico, atenção e memorização de crianças com TEA. Após a publicação do jogo (Sampaio et al., 2019) e conversas com especialistas em TEA, identificamos a necessidade de desenvolver um novo jogo que abordasse novos aspectos cognitivos.

O aplicativo para dispositivos móveis, proposto neste trabalho, consiste em um jogo sério com gráficos tridimensionais (3D), objetivando trabalhar aspectos educativos, alinhando o entretenimento com a aprendizagem. A aplicação tem como principais características uma interface convidativa e de fácil manuseio, personagens animados, variadas fases estimulando diferentes aspectos cognitivos e uma dinâmica de exibição de obstáculos e desafios a serem enfrentados durante o caminho percorrido pelo personagem.

A escolha por gráficos tridimensionais (3D) em vez de bidimensionais (2D) foi motivada por permitir melhor ativação do hipocampo, a região do cérebro responsável pela memória e pela aprendizagem espacial, o que resulta em uma significativa melhoria na capacidade de retenção e recuperação de informações. Além disso, esses ambientes proporcionam uma complexidade espa-

cial maior, o que exige mais dos processos cognitivos envolvidos na navegação e na compreensão espacial (Clemenson & Stark, 2015).

Para a execução dessa proposta, foram realizadas 3 grandes etapas: (a) Definição (revisão bibliográfica, levantamento de requisitos, modelagem do sistema); (b) Implementação e implantação do jogo (implementação, testes funcionais e publicação na Google Play Store), e (c) Validação do jogo. A Figura 1 ilustra de forma clara as etapas abordadas.

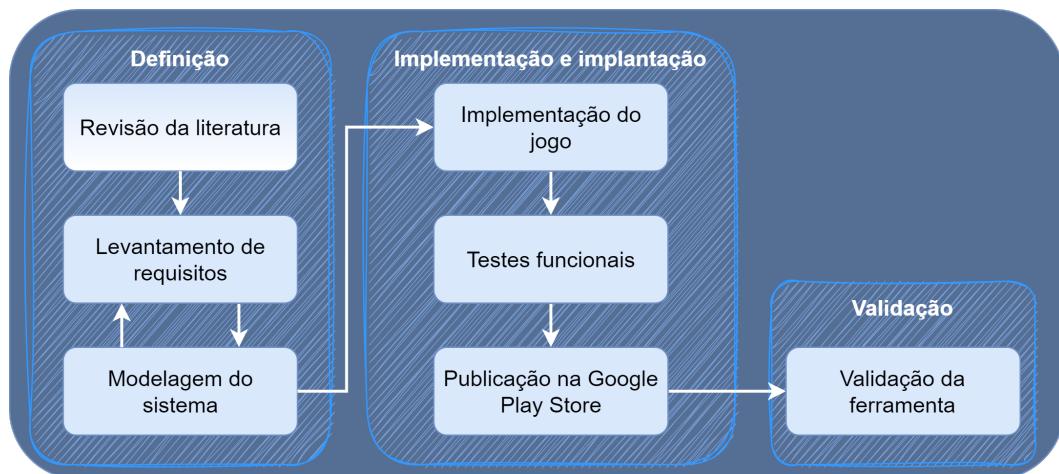


Figura 1: Procedimentos metodológicos.

3.1 Definição

Como primeira etapa, foi realizada uma **revisão bibliográfica**, a fim de reunir pesquisas que abordassem temas sobre o processo de ensino e aprendizagem para pessoas com TEA, por meio de jogos educativos, metodologias de ensino, além de déficits relevantes, dificuldades de aprendizagem e diretrizes de acessibilidade. Além disso, foram efetuadas pesquisas na área de educação e jogos digitais, no sentido de identificar a melhor proposição para os cenários/histórias do jogo, assim como para entender como esses cenários/histórias poderiam facilitar e promover o estímulo das funções cognitivas em pessoas com o TEA. Ainda nesta etapa, foram realizados o levantamento e o estudo de possíveis ferramentas que poderiam ser utilizadas na implementação, tais como *frameworks* e *softwares* para elaboração e animação de recursos gráficos do jogo.

Como diretrizes para o embasamento pedagógico da implementação do *game*, foram utilizadas as Diretrizes de Acessibilidade para Jogos Sérios Destinados aos Aprendizes no Espectro Autista, mapeadas por W. S. Pereira et al. (2021). Este trabalho mapeou 109 diretrizes que servem como guia no desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TEA. Dentre as principais diretrizes seguidas no processo de desenvolvimento do jogo e categorizadas segundo o seu foco, pode-se citar:

- TEA: evitar o uso conjunto e exagerado de recursos (imagens, animação, etc.); evitar a presença de informações irrelevantes (fontes de distração); adotar uma linguagem textual simples, clara e precisa (sem siglas, abreviaturas, metáforas, ironia, etc.); adotar uma linguagem visual fácil de entender; apresentar instruções adequadas com diferentes mídias simultâneas

(texto, áudio, vídeo, imagem, etc.); permitir personalização do jogo (configurações do jogo, customização de tela, etc.).

- Jogos Sérios: apresentar comandos intuitivos e fáceis de aprender; apresentar mensagens de erro de boa qualidade; apresentar regras claras e objetivas; variedade nos desafios apresentados; estrutura bem definida das atividades.
- TEA e Jogos Sérios simultaneamente: apresentar uma interface minimalista, simples e clara (evitar o uso de imagens de fundo, utilizar a fonte sem serifa, cores suaves, destacar os principais elementos, etc.); permitir visualizar o desempenho do jogador (histórico de partidas, etc.); fornecer instruções de uso através de um tutorial simples e claro; utilizar sistema de recompensas e indicação de progresso na execução das tarefas (score, estrelas, etc.).

Outra abordagem que contribuiu para o desenvolvimento do jogo foram os fundamentos da ciência ABA, utilizados no intuito de melhor estimular e desenvolver os aspectos cognitivos das crianças com autismo, sendo eles (Lear, 2004): manejo de comportamento; utilização de reforçadores; ajudas e dicas; currículo de conteúdos; uso de instruções; registro de dados (uso, tentativas, etc.).

A etapa de **levantamento de requisitos** se baseou, portanto, além do referencial bibliográfico levantado, nas experiências anteriores da disciplina cursada, no desenvolvimento de um jogo para o mesmo público alvo (crianças com TEA), nos *feedbacks* dos avaliadores do artigo publicado (Sampaio et al., 2019), no diálogo com uma especialista no TEA, bem como nas diretrizes para o desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TEA (W. S. Pereira et al., 2021) e nos fundamentos da ciência ABA (Lear, 2004).

Nesta fase, foram especificados os requisitos funcionais que descrevem as funcionalidades do sistema, e os não funcionais que são os requisitos relacionados à confiabilidade, usabilidade, desempenho, disponibilidade, compatibilidade da aplicação (Sommerville, 2011), a fim de implementar o jogo da melhor maneira e alcançar o objetivo de auxiliar os autistas a desenvolverem os aspectos cognitivos.

Posterior ao levantamento de requisitos, foi realizada a **modelagem do sistema** para que fosse possível representar os requisitos definidos, por meio do *Game Design Canvas* unificado², proposto por (Sarinho, 2017) e o fluxo de telas do jogo. Durante o processo de modelagem do sistema, novos requisitos surgiram, objetivando encontrar a melhor maneira de estimular os aspectos cognitivos e possibilitar o uso adequado ao público de crianças com autismo. Destaca-se que os benefícios da modelagem durante o projeto incluem uma descrição mais precisa do sistema em desenvolvimento, colaboração na extração dos requisitos, bem como a documentação da estrutura e da operação do sistema (Sommerville, 2011).

O *Game Design Canvas* (GDC) unificado, proposto por Sarinho (2017), e denominado de *Unified Game Canvas* (UGC) é um *framework* utilizado na definição dos principais elementos do jogo. Este *framework* é utilizado para obtenção rápida e resumida de ideias que posteriormente servirão como base para a criação e desenvolvimento do jogo proposto. Através do preenchimento do GDC, é possível identificar pontos chaves do jogo, tais como: objetivos, motivações, limitações

²Framework utilizado na definição dos principais elementos do jogo.

e regras, além da estética e possíveis tecnologias para o desenvolvimento. Após a definição dos requisitos e modelagem do jogo, foi possível iniciar o processo de desenvolvimento.

3.2 Implementação e implantação do jogo

Na etapa de **implementação**, foi utilizada a plataforma de desenvolvimento Unity, com a codificação do jogo na linguagem de programação C#. O Unity é uma *game engine* de desenvolvimento que fornece funcionalidades para criação de jogos digitais e de outros conteúdos interativos. Nesta etapa, foi realizada a construção da ferramenta, levando em consideração o levantamento de requisitos, o fluxo de telas e o *Game Design Canvas*.

As fases do processo de desenvolvimento abrangeram: (a) criação e obtenção gratuita da UI (*User Interface*), personagens 3D, músicas e efeitos sonoros; (b) edição dos personagens 3D por meio do software MagicaVoxel (ferramenta gratuita voltada para modelagem e renderização de ambientes, objetos e personagens em Voxel); (c) animação dos personagens utilizando o Mixamo (ferramenta da Adobe que utiliza métodos de *machine learning* para automatizar o processo de animações de personagens 3D); (d) construção e organização das interfaces; (e) implementação de *scripts* para movimentação e controle de animações dos personagens, funcionamento dos temas e fases, criação e posicionamento aleatório de desafios e obstáculos, além do sistema de controle de áudio e vídeo, sistema de recompensas, entre outros recursos.

A etapa de **testes funcionais** consiste na validação de todos os requisitos levantados, além da correção dos erros/bugs encontrados para não inviabilizar o funcionamento do produto. Os testes funcionais foram realizados pelo próprio desenvolvedor e pelo grupo de pesquisa, através de casos de testes.

Após o jogo ter passado positivamente pelos testes propostos, foi realizada a sua compilação no Unity para a plataforma Android, gerando o arquivo “.aab” que representa a sigla de *Android App Bundle*. Optou-se pela plataforma Android, em função de ter sido o sistema operacional mais utilizado em todo o mundo, no ano de 2022, com mais de 43% de usuários, superando o Windows Desktop (29,2%) e o IOS (17,67%) (GlobalStats, 2022). Por meio da conta de desenvolvedor, foi realizada a **publicação na Google Play Store**, sendo possível realizar o *download* do jogo através de dispositivos com sistema operacional Android.

3.3 Validação do jogo

Na etapa final, foi realizada a **validação do jogo**, por meio da aplicação do questionário para a obtenção de *feedbacks*, permitindo identificar e avaliar sugestões para aprimoramentos futuros.

3.3.1 Instrumento de coleta de dados

Com o objetivo de avaliar a qualidade do jogo e identificar melhorias, foi escolhido o instrumento de medição para avaliação de jogos educacionais, denominado *Model for the Evaluation of Educational Games* (MEEGA+) (Petri, 2018). O modelo MEEGA+ é um instrumento validado por 62 estudos de caso em 24 diferentes jogos, que indicaram sua confiabilidade.

O modelo possui dois fatores de qualidade, experiência do jogador e usabilidade. O primeiro fator do modelo mede a experiência do jogador, consistindo em um conjunto de 22 itens somados

aos objetivos específicos do jogo avaliado. Esse fator compreende as dimensões de atenção focada, diversão, desafio, interação social, confiança, relevância, satisfação e aprendizagem percebida. Já o segundo fator equivale a 9 itens e mede a usabilidade do jogo, compreendendo as dimensões de estética, capacidade de aprendizado, operabilidade e a acessibilidade dos jogos educacionais.

Os autores da pesquisa que originou o MEEGA+ afirmam que, embora a ênfase seja de jogos para o ensino da computação, eles assumem que o modelo pode ser utilizado e adaptado para outras áreas dos jogos educativos (Petri, 2018).

O questionário descrito pelo modelo MEEGA+ consiste em 31 itens fixos, além de questões adicionais que devem ser formuladas para verificar os objetivos específicos do jogo. As respostas adotam a escala Likert (amplamente utilizada para avaliar o nível de concordância com uma afirmação) de 5 opções, variando de “discordo fortemente” a “concordo fortemente” (Petri, 2018). O MEEGA+ propõe um processo sistemático para a execução da avaliação, consistindo em diferentes fases e atividades. Para satisfazer o processo recomendado, foram realizadas as seguintes etapas: escopo, planejamento, execução, análise e apresentação (Petri, 2018).

3.3.2 *Etapas da validação*

Na **etapa de escopo**, foi definido o jogo proposto como objeto de estudo e escopo de avaliação. A avaliação deste jogo teve como objetivo verificar a experiência do jogador e usabilidade da ferramenta, bem como analisar se as habilidades cognitivas trabalhadas podiam realmente contribuir para pessoas com autismo.

Durante a **etapa de planejamento**, houve a adequação na escrita de alguns enunciados do questionário, para torná-lo aplicável a pessoas para além do público-alvo do jogo. Esta adaptação se reflete na substituição dos pronomes pessoais para afirmações mais impessoais, considerando que não seriam as próprias crianças com autismo que responderiam ao questionário. Com o objetivo de coletar os dados de maneira virtual, foi disponibilizado o questionário pelo *Google Forms*, contendo 40 itens objetivos (sendo 31 definidos no modelo MEEGA+ e 9 adicionados para avaliar os objetivos específicos do jogo), e outros 3 discursivos destinados a obter o *feedback* dos respondentes. O projeto de pesquisa, assim com o instrumento de coleta e validação, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e outros documentos necessários, foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CAAE número 56881922.3.0000.0053 e Parecer favorável número 5.326.977).

Na **etapa de execução** os usuários, após jogarem, responderam ao questionário, sendo coletadas informações sobre suas percepções acerca do jogo. Devido a limitações para coletar dados diretamente do público-alvo, o questionário foi respondido por profissionais da área de computação, especialistas ou pais com experiência pessoal ou profissional com crianças com autismo.

Na **etapa de análise**, os dados coletados foram organizados e analisados para determinar a qualidade do jogo. Por meio do MEEGA+ é possível determinar o nível de qualidade do jogo, baseando-se na escala fornecida pelo modelo. A escala avalia o jogo em três diferentes níveis de qualidade, sendo eles, baixa qualidade (pontuações inferiores a 42,5), boa qualidade (entre 42,5 e 65 pontos) e ótima qualidade (acima de 65 pontos) (Petri, 2018). Os objetivos definidos na etapa de escopo foram avaliados e as contribuições do jogo relacionadas às habilidades cognitivas de crianças com autismo foram verificadas.

A última etapa proposta pelo MEEGA+, a **etapa de apresentação**, visa descrever um documento com todas as etapas realizadas que contribuíram na avaliação do jogo elaborado. Neste sentido, a escrita deste trabalho já confere a realização desta etapa.

4 Resultados

Esta seção aborda os resultados obtidos durante o desenvolvimento deste projeto. Serão apresentados aspectos como a modelagem do jogo, sua descrição geral, o desenvolvimento das telas e interfaces criadas, as diretrizes seguidas e, por fim, os resultados da validação do jogo com familiares, profissionais da área de computação e especialistas no campo do TEA.

4.1 Modelagem do jogo

Nessa etapa foi realizada a modelagem da ferramenta, utilizando o GDC (Sarinho, 2017).

- *Game Concept* - (a) *Name*: AutiBots devido a união de Auti(*Autism*) com Bots(*Robots*); (b) *Objective*: Estimular o desenvolvimento dos aspectos cognitivos; (c) *Idea*: Criar variadas fases, personagens e obstáculos que contribuam no desenvolvimento cognitivo e motor; (d) *Genre*: Educativo.
- *Game Player* - (a) *Age*: Crianças; (b) *Segment*: Jogadores casuais; (c) *Number of players*: 1; (d) *Community*: Pessoas com TEA; (e) *Character*: Robôs com formatos e cores variados.
- *Game Play* - (a) *Scene*: Caminho futurístico com obstáculos que se estendem durante todo o trajeto; (b) *Components/Enemies*: Cone de sinalização, cavalete de sinalização e bueiro; (c) *Boundaries*: Caminho limitado em comprimento e em três rotas laterais; (c) *Start*: O jogador seleciona o personagem e a fase que pretende jogar. Serão exibidas uma imagem e explicação sonora do que é necessário realizar. O personagem irá se movimentar; (d) *Rules*: O jogador precisa movimentar o personagem em duas direções (esquerda e direita). O personagem se movimenta a todo momento para frente. Pode-se coletar moedas para ganhar créditos; (e) *Goals*: Atingir a linha de chegada desviando dos obstáculos, coletando moedas e atravessando corretamente os desafios; (f) *Rewards*: Trocar as moedas obtidas por novos personagens; (g) *Failures*: Perdem-se vidas ao tocar nos obstáculos ou atravessar na posição incorreta dos desafios.
- *Game Flow* - (a) Selecionar um personagem para jogar; (b) Selecionar, dentro dos temas possíveis, uma fase. Cada tema representa o estímulo de um diferente aspecto cognitivo; (c) No início da fase, é ensinado sobre o conteúdo abordado e informado o que é preciso fazer para o jogador concluir a fase com êxito; (d) Mover o personagem para escolher a melhor direção quando apresentado um novo obstáculo ou desafio; (e) Durante o trajeto da fase, passar o personagem pelas moedas para que elas sejam obtidas; (f) Atingir, no final do caminho, a linha de chegada para finalizar a fase com sucesso.
- *Game Core* - (a) Tocar na tela gera movimentos do personagem em duas direções (esquerda e direita); (b) Personagens representados por variados robôs; (c) Animações de movimento

para cada personagem; (d) Animações divertidas para cada personagem; (e) Áudios nas explicações, indicações e elogios; (f) Efeitos sonoros para avisar e contribuir na percepção; (g) Loja virtual para a aquisição de novos personagens com moedas obtidas durante o jogo; (h) Fases que estimulam variadas habilidades cognitivas; (i) Fases organizadas por temas; (j) Permitir que sejam modificadas as configurações de áudio, vídeo, fases, personagem e armazenamento; (l) Exibição de um tutorial para facilitar o entendimento; (m) Exibição do histórico de todas as partidas jogadas.

- *Game Interaction* - (a) *Platform: Mobile*; (b) *Operational Systems: Android*; (c) *Single or Multiplayer: Single Player*; (d) *Controls: Toques na tela*; (e) Durante a fase, exibição de corações (representando vidas) e moedas obtidas; (f) Menu inicial com opções de configuração, seleção de personagem e tutorial do jogo; (g) Menu de seleção de temas e fases; (h) Menu de configurações - áudio, vídeo, fases, personagem e armazenamento;
- *Game Impact* - (a) Jogo de fácil manuseio e divertido; (b) Estímulo ao desenvolvimento das funções cognitivas e motoras; (c) Valorização ao sentimento de realização.
- *Game Business* - (a) Distribuição gratuita; (b) Pra uso por crianças com ou sem TEA; (b) Baixo custo de produção.

4.2 Descrição e Visão Geral do jogo

AutiBots é um jogo educativo para dispositivos móveis, com elementos visuais e sonoros projetados para manter o jogador engajado a cada nova fase. O nome AutiBots vem de uma junção de Auti (*Autism*) com Bots (*Robots*). O objetivo do jogo é ajudar o robô a ultrapassar os obstáculos e desafios que serão exibidos durante o trajeto da fase.

O jogo pretende agradar e ser acessível principalmente para o público infantil, além de proporcionar o estímulo de habilidades cognitivas, por meio de variados temas, fases, personagens e cenas. As habilidades exercitadas e estimuladas durante o uso do AutiBots são: coordenação motora fina, direção e lateralidade, percepção visual, linguagem verbal e não verbal, raciocínio lógico e funções executivas (memória de trabalho ou operacional, solução de problemas e atenção).

Durante a jornada de diversão e aprendizado, o jogador deve ajudar o robô a alcançar a linha de chegada. O jogo apresenta músicas de fundo com intuito de estimular o jogador, sons em toques de botões que contribuem na percepção do toque, além de áudios que complementam as explicações. Durante as fases, é possível coletar moedas que posteriormente servem para realizar a compra de novos robôs, todos dispondo de movimentos e animações, com a intenção de fornecer aspectos divertidos e empolgantes aos jogadores. Além disso, para pontuar as partidas, são atribuídas estrelas de acordo com a taxa de acertos obtidos pelo jogador durante a fase. Sendo assim, a maior pontuação possível será concedida se, no decorrer da fase, o jogador conseguir deslocar-se de maneira correta por todos os obstáculos e desafios.

A mecânica primária do jogo consiste em ajudar os personagens a correr, desviar de obstáculos, atravessar corretamente pelos desafios, coletar moedas e chegar até a linha de chegada. Isto é, em cada fase, dada uma sequência de passos iniciais, o jogador deve entender as orientações para que ele consiga atravessar de maneira adequada pelos obstáculos que irão aparecer durante o

trajeto a ser percorrido. Caso o jogador consiga levar o personagem até a linha de chegada, ele será parabenizado. O jogo contém 7 variados temas, cada um contendo múltiplas fases, porém todas com o mesmo intuito de auxiliar no desenvolvimento cognitivo de pessoas com TEA. Abaixo são descritos o funcionamento e o objetivo de cada um dos temas:

- **Tema 1** - Visa ensinar e exercitar o **reconhecimento de cores**. Este tema conta com 10 variadas fases, cada uma possibilitando o ensino de uma cor diferente.
- **Tema 2** - Visa ensinar e exercitar o **reconhecimento de formas geométricas**. Este tema conta com 6 variadas fases, cada uma delas para o ensino de uma forma diferente.
- **Tema 3** - Visa ensinar e exercitar as **direções e a lateralidade**. Este tema conta com 3 fases; cada uma delas possibilita o ensino de uma direção diferente.
- **Tema 4** - Objetiva desenvolver a **memória**, com 4 fases distintas, em que cada uma delas corresponde a um nível de dificuldade.
- **Tema 5** - Visa contribuir na discriminação e no reconhecimento das emoções através das **expressões faciais**. Este tema conta com 6 variadas fases, sendo cada fase dedicada ao aprendizado de uma expressão facial diferente.
- **Tema 6** - Visa ensinar e exercitar a **linguagem verbal**, por meio do ensino das letras do alfabeto. Este tema conta com 23 fases distintas, cada uma destinada ao ensino de uma letra diferente.
- **Tema 7** - Visa **testar o conhecimento** adquirido nos temas anteriores. Este tema tem 6 fases e, ao contrário dos outros, mostra apenas o áudio relacionado ao conteúdo, permitindo que o jogador entenda a informação pela voz e guie o robô para desviar dos obstáculos e atravessar corretamente os desafios.

É importante destacar que, em cada fase, uma imagem e um áudio relacionados ao tema são apresentados ao jogador, que deve então conduzir o robô para desviar dos obstáculos e superar corretamente os desafios específicos de cada fase. Ao levar o robô até a linha de chegada, o jogador recebe um *feedback* sonoro e visual indicando o resultado alcançado durante a fase.

De acordo com a ciência ABA (Lear, 2004) e as diretrizes de jogos sérios para pessoas com TEA (W. S. Pereira et al., 2021), não é suficiente apenas realizar a atividade, é importante armazenar informações obtidas durante a jogatina, permitindo avaliar se os objetivos foram alcançados e onde se encontram os maiores déficits da criança. Pensando nisso, foi implementado um relatório de partidas, informando número total de vezes jogadas e pontuação obtida em cada fase praticada.

No *game*, foi aplicado o ensino por meio de reforçadores, proporcionando aos jogadores o aumento da frequência de um comportamento considerado positivo. Através do reforço, é possível trabalhar uma habilidade e, após o acerto, valorizá-la com algum tipo de recompensa, fazendo com que as chances daquele comportamento se repetir aumente. Essa técnica é bastante eficaz e utilizada em autistas na ciência ABA.

O diagrama da Figura 2 demonstra o passo a passo do fluxo de telas do jogo e das ações do jogador, desde o carregamento do *game* até o momento da escolha da opção “sair” pelo jogador, finalizando a aplicação.

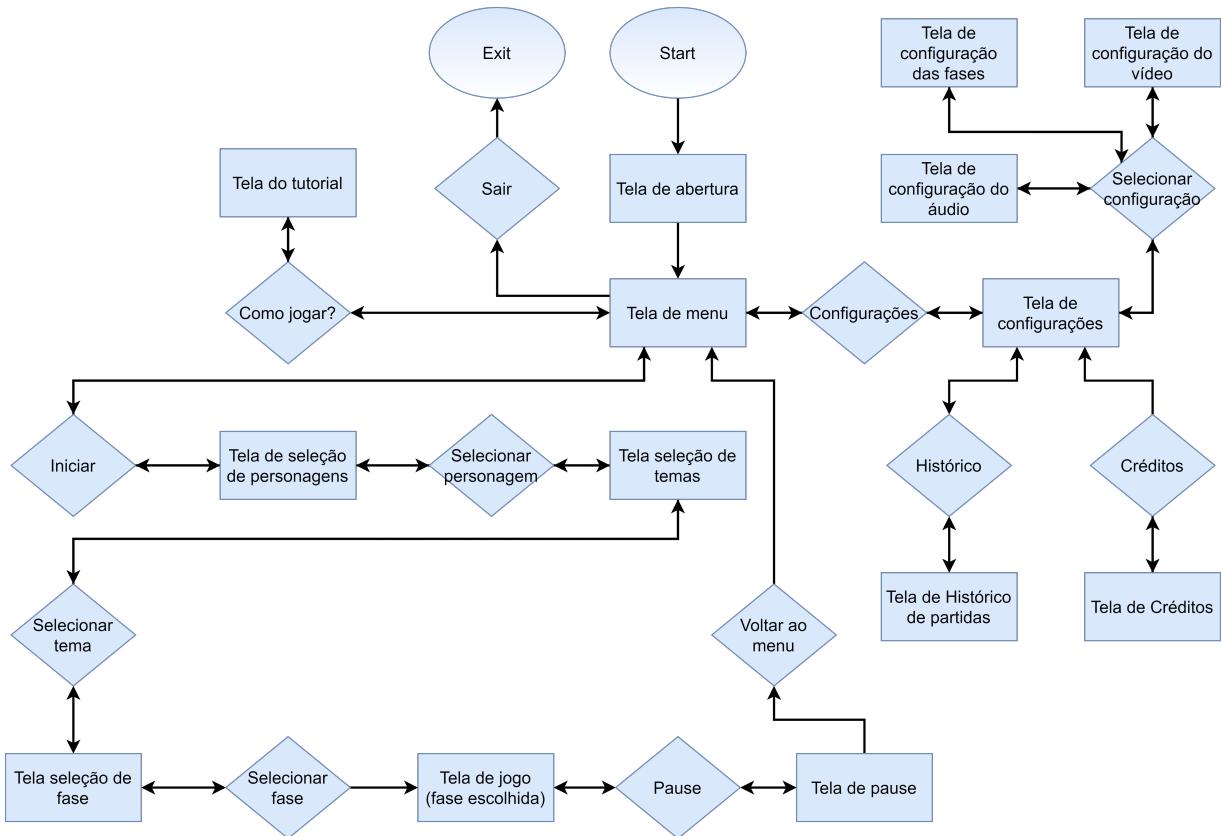


Figura 2: Diagrama do fluxo de telas.

4.3 Interfaces do jogo

As interfaces do jogo foram construídas levando em consideração o objetivo, além de serem adaptadas às necessidades gerais das pessoas com autismo. A partir disso, houve a necessidade de criar um jogo que possuísse uma interface divertida, intuitiva e de fácil manuseio. A **tela de menu** (Figura 3) do *game* consiste no botão iniciar, botão de configurações e um outro para reproduzir um vídeo tutorial, mostrando o passo a passo do funcionamento do jogo.

Na **tela de configurações** (Figura 4), é possível melhorar a experiência do jogador, a partir das configurações do áudio, tela, fases e armazenamento. Nas configurações do áudio, é possível modificar o volume da música e dos efeitos sonoros. Já nas configurações da tela, é possível modificar a resolução da tela, qualidade da imagem e alterar a imagem de fundo para uma com visual básico (deixando a interface visualmente mais agradável, com menos informações). Nas configurações das fases, é permitido alterar opções que mudam o grau de dificuldade do jogo, o que é importante para (re)adaptação de cada criança em função de suas dificuldades ou especificidades. Já na opção armazenamento, é possível remover todos os dados salvos.

Na **tela de histórico de partidas** (Figura 5), é apresentada uma tabela com o total e pontuação de cada fase concluída. Há a separação organizada da quantidade de vezes que cada pontuação foi alcançada, facilitando a leitura dos dados pelos mediadores (familiares, professores ou especialistas). Levando em consideração as licenças de uso, na **tela de créditos** (Figura 6) é realizada a atribuição de todas as imagens, texturas, objetos 3D, sons e músicas utilizados. Portanto, todos os

recursos utilizados no jogo possuem sua utilização permitida, gratuita e devidamente atribuída.



Figura 3: Tela de Menu.



Figura 4: Tela de Configurações.



Figura 5: Tela de Histórico de Partidas.



Figura 6: Tela de Créditos.

Na **tela de seleção de personagens** (Figura 7), o jogador escolhe entre os cinco robôs disponíveis, e na Figura 8 são exibidos outros robôs disponíveis para seleção. Inicialmente, alguns estão bloqueados, mas podem ser desbloqueados conforme o jogador avança nas fases e acumula moedas para adquirir novos robôs. O sistema de moedas para a aquisição de novos personagens tem como finalidade incentivar a progressão, a motivação e o engajamento dos jogadores.



Figura 7: Tela de Seleção de Personagens.

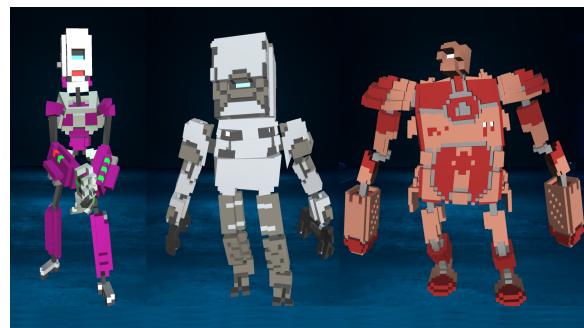


Figura 8: Alguns dos personagens disponíveis.

A **tela de seleção de temas** (Figura 9) exibe os possíveis temas, cada um deles representando o ensino de uma ou mais funções cognitivas. Na seleção, o usuário decide entre cores, formas, direções, memória, expressões faciais, letras do alfabeto e uma que exercita todas as habilidades anteriores, por meio da remoção das dicas. Logo após a seleção do tema, é apresentada

ao jogador a **tela de seleção de fases** (Figura 10), contendo uma lista com todas as disponíveis. É importante salientar que cada tema escolhido possui um conjunto diferente de fases, desenvolvido especialmente para o ensino de um ou mais aspectos cognitivos.



Figura 9: Tela de Seleção de Temas.



Figura 10: Tela de Seleção de Fases.

Após a seleção da fase, o jogo apresenta a **tela de início da fase** (Figura 11), que tem o intuito de ensinar a criança um novo conteúdo e reforçar o que deve ser realizado para concluir com êxito a fase. A Figura 11 demonstra a fase que ensina a letra “A”, na qual é reproduzido o áudio com a seguinte instrução: “Passe o robô pela letra A de ABELHA”, além de ser exibida a imagem da abelha, para que a criança possa relacionar a letra ensinada com o animal.

As fases iniciam com o personagem/robô correndo para frente. A partir desse momento, o jogador pode mover o robô para os lados, através dos botões esquerdo e direito (Figura 12) ou deslizando o dedo na tela. Essa movimentação faz com que o personagem/robô possa ser movido para três diferentes posições: esquerda, direita ou centro, trabalhando a lateralidade e direção.



Figura 11: Tela de Início de Fases.

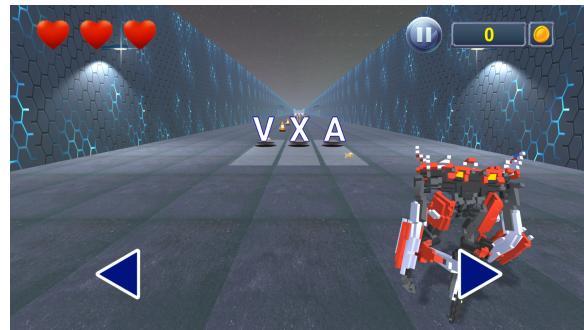


Figura 12: Instante retirado da Fase da letra A.

Considerando que a fase escolhida foi para ensinar a letra “A” (Figura 12), é preciso atravessar o robô na direção da letra “A” e levá-lo até a linha de chegada. Durante o trajeto, é importante desviar dos obstáculos e coletar moedas que servem na compra de novos robôs.

A fim de estimular a criança, quando efetuada a fase com sucesso, é utilizado o reforço positivo por meio do som das palmas e áudios de elogios, pronunciando frases como: “Parabéns, você foi excelente!” e “Parabéns, você foi muito bem!”, acompanhadas de estrelas informando o acerto. Caso a criança tenha um resultado razoável durante a fase, ainda assim, será estimulada com a seguinte frase: “Parabéns, você foi bem, mas pode melhorar!”.

4.4 Diretrizes aplicadas no jogo

Considerando as Diretrizes de Acessibilidade mapeadas por W. S. Pereira et al. (2021), 75 delas foram implementadas ou consideradas no desenvolvimento do jogo. Entre elas: (a) menus simples, com pouco textos e intuitivos; (b) os objetivos e regras do jogo são claros, levando em consideração o público-alvo; (c) para manter a atenção dos jogadores, existe um sistema de recompensas com moedas, estrelas e desbloqueio de personagens; (d) existem poucos comandos disponíveis durante a execução do jogo, evitando complexidade desnecessária; (e) o jogo oferece a opção de ajustar o nível de dificuldade para torná-lo mais acessível.

O desenvolvimento do jogo também foi fundamentado nas características centrais da ciência ABA. A seguir, seguem essas características (Lear, 2004) e como foram aplicadas dentro do jogo: (a) manejo de comportamento: remoção de comportamentos inadequados e incentivo a comportamentos adequados, através dos estímulos aos aspectos cognitivos e dos reforçadores; (b) utilização de reforçadores: utilização de sons de palmas, áudios de parabéns e efeitos visuais para fortalecer os acertos; (c) ajudas e dicas: no início de cada fase, são mostradas dicas de como o usuário deve agir; (d) currículo de conteúdos: as funções cognitivas são divididas em temas e fases para facilitar o aprendizado de uma determinada habilidade; (e) uso de instruções: o jogo possui um vídeo tutorial que demonstra o passo a passo de suas principais funcionalidades; (f) registro de dados: os dados das partidas são salvos, incluindo a quantidade de partidas realizadas em cada fase e o seu desempenho, contribuindo para confirmar a evolução da criança em determinada habilidade.

4.5 Validação do jogo

A validação do jogo foi realizada por meio da aplicação de um questionário que visa avaliar a qualidade do jogo com base em dois fatores: usabilidade e experiência do usuário. O questionário foi formulado a partir de adaptações do questionário de avaliação de jogos educacionais, proposto pelo modelo MEEGA+ (Petri, 2018).

A avaliação do jogo ocorreu mediante o encaminhamento do link de acesso da aplicação na Google Play Store, juntamente com uma breve introdução sobre o projeto e o questionário de avaliação. A pesquisa foi divulgada a partir de meios eletrônicos como aplicativos de mensagens, e-mail e conversas presenciais. Essa avaliação foi realizada em duas etapas distintas, envolvendo dois grupos diferentes de avaliadores.

Na primeira etapa/grupo, que aconteceu em junho de 2022, foram coletadas 17 avaliações de profissionais da área de tecnologia com o objetivo de analisar a perspectiva desses profissionais acerca do jogo e, principalmente, colaborar com a identificação de erros, *bugs* e melhorias. Entre fevereiro e março de 2023, durante a segunda etapa/grupo, foram coletadas 12 avaliações de professores, especialistas ou pais com experiência pessoal ou profissional com crianças com TEA. Embora não tenha havido alterações no jogo entre as duas fases de avaliações, optou-se por avaliá-las separadamente, devido ao fato de os grupos escolhidos possuírem realidades e vivências diferentes, o que poderia influenciar diretamente suas respostas e percepções sobre o jogo. Ao combinar as avaliações dos dois grupos, obteve-se um total de 29 análises do jogo.

Em relação às informações demográficas dos participantes, no primeiro grupo foi constatado que 82% tinham entre 25 e 39 anos, seguidos por 12% de pessoas com faixa etária entre 18 e 24 anos, além de 6% com 40 a 50 anos. A grande maioria dos participantes desse grupo era do

sexo³ masculino. No entanto, no segundo grupo 59% estavam na faixa etária de 25 e 39 anos, seguidos por 33% de pessoas com faixa etária entre 40 a 50 anos, além de 8% com 18 e 24 anos. Diferentemente do primeiro grupo, os participantes do segundo grupo eram em sua grande maioria do sexo feminino.

Na análise de usabilidade, foram observadas as dimensões: estética, capacidade de aprendizado, operabilidade e acessibilidade, relacionadas à interface agradável e à facilidade de uso do jogo. As Figuras 13 e 14 mostram os itens e resultados das avaliações.

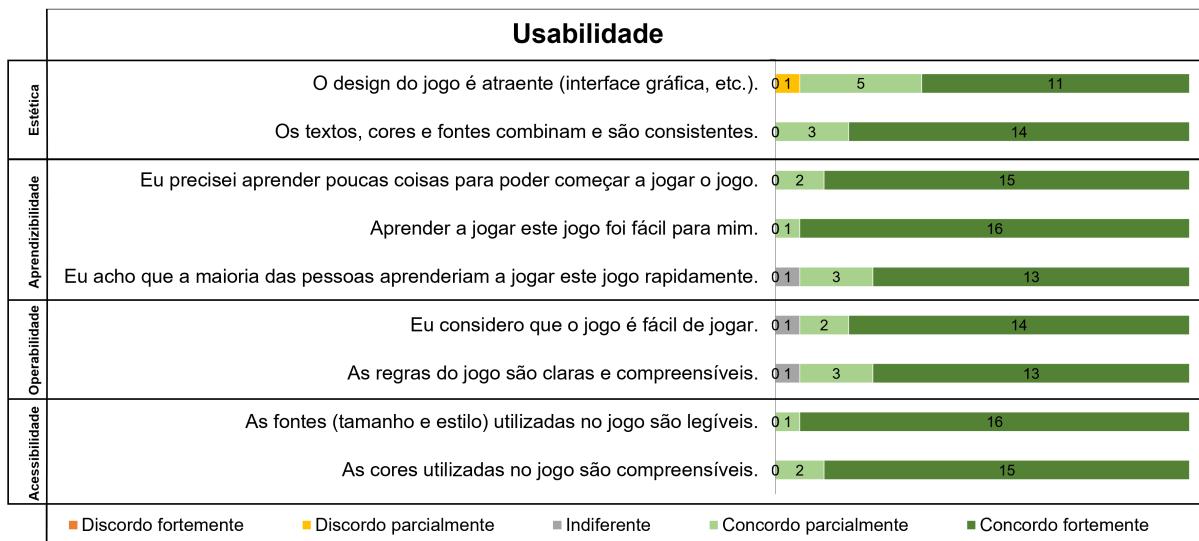


Figura 13: Gráfico de frequência de respostas dos profissionais da área de tecnologia: Fator Usabilidade.

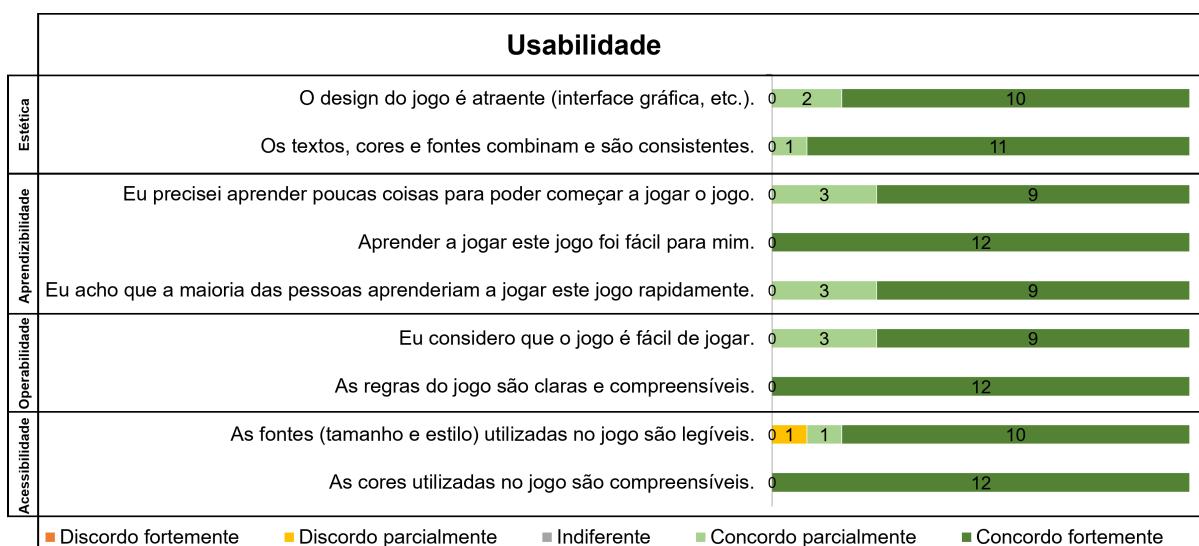


Figura 14: Gráfico de frequência de respostas dos professores, especialistas ou pais de crianças com TEA: Fator Usabilidade.

As avaliações apresentadas demonstram que todos os itens da escala de usabilidade foram avaliados satisfatoriamente por ambos os grupos. Analisando as respostas, é possível perceber

³Utilizamos o termo sexo, em vez de gênero, seguindo a terminologia definida pelo modelo MEEGA+.

que apenas um participante discorda parcialmente que o design do jogo é atraente e outro que as fontes utilizadas no jogo não são muito legíveis. No entanto, nesses itens, a maioria ainda avaliou que concorda positivamente. No caso das outras dimensões de usabilidade, as respostas foram amplamente respondidas com “Concordo Parcialmente” ou “Concordo Fortemente”.

Na experiência do jogador (Figuras 15 e 16), verifica-se que o jogo também recebeu avaliações positivas. Em relação à dimensão de desafio, algumas pessoas afirmaram que, apesar de abordar conteúdos variados e contar com regras claras e fáceis de jogar, seria benéfico incluir novos recursos visuais para evitar a monotonia ao longo do jogo, bem como diminuir a repetição de cenários e obstáculos, aumentando dessa forma a atratividade. Os dois grupos de respondentes consideraram que o jogo possui baixo estímulo à interação social, sobretudo porque é um jogo *single player*. Entretanto, é relevante mencionar que, durante o jogo, a mediação de um adulto (pais, professores ou especialistas do TEA) tem o importante papel de contribuir no processo de construção do conhecimento da criança, proporcionando a curiosidade, motivação e desafios (Carvalho & Nunes, 2016). Além disso, a interação entre o mediador da atividade/jogo e a criança possibilita o desenvolvimento de habilidades sociais e de comunicação (Carvalho & Nunes, 2016).

Considerando as respostas obtidas sobre a relevância do conteúdo e do jogo, observa-se que estes aspectos foram considerados muito relevantes, visto que é um tema ainda não muito explorado. No entanto, ainda nesta categoria de Relevância, o item “se é preferível aprender com este jogo ou com outras métodos de ensino” obteve respostas variadas.

Analizando as respostas da dimensão de percepção de aprendizagem, há concordância dos grupos respondentes em relação à contribuição do jogo para o desenvolvimento cognitivo. De todas as habilidades propostas e estimuladas pelo jogo, a que teve menor qualificação foi o desenvolvimento da linguagem verbal e não-verbal, além do item de que ‘o jogo desenvolvido é mais eficiente na aprendizagem do que outras atividades com o mesmo intuito’, que obteve notas diversificadas. Vale ressaltar que, mesmo com a neutralidade e com notas mais baixas, há uma prevalência da escolha Concorde (parcialmente + fortemente) nestes itens.

Semelhante às avaliações da percepção de aprendizagem, as dimensões confiança e atenção focada, tiveram alta prevalência em concordo (parcialmente + fortemente). Contudo é importante mencionar que as dimensões diversão e satisfação, para o grupo de pais, professores e especialistas, receberam avaliações mais positivas comparadas ao outro grupo. Isso pode ser atribuído ao fato de que eles possuem uma perspectiva menos técnica e mais destinada às necessidades das crianças com TEA.

Através das questões discursivas presentes no final do questionário, foi solicitado que os participantes descrevessem três pontos que mais gostaram no jogo. As respostas apresentam diferentes pontos que demonstram o resultado satisfatório do jogo, dentre elas:

- Pontos fortes descritos pelas falas dos profissionais da área de tecnologia:
 - “O jogo é bastante fluido. As moedas coletadas durante as atividades do jogo dão um sentimento de que o jogador está buscando um objetivo. As diferentes atividades presentes no jogo proporcionam uma gama de aprendizados para o jogador”;
 - “Design; variedade de robôs e suas animações; Controles e configurações do jogo”;
 - “Fácil de jogar, didática direta e bom tutorial”;

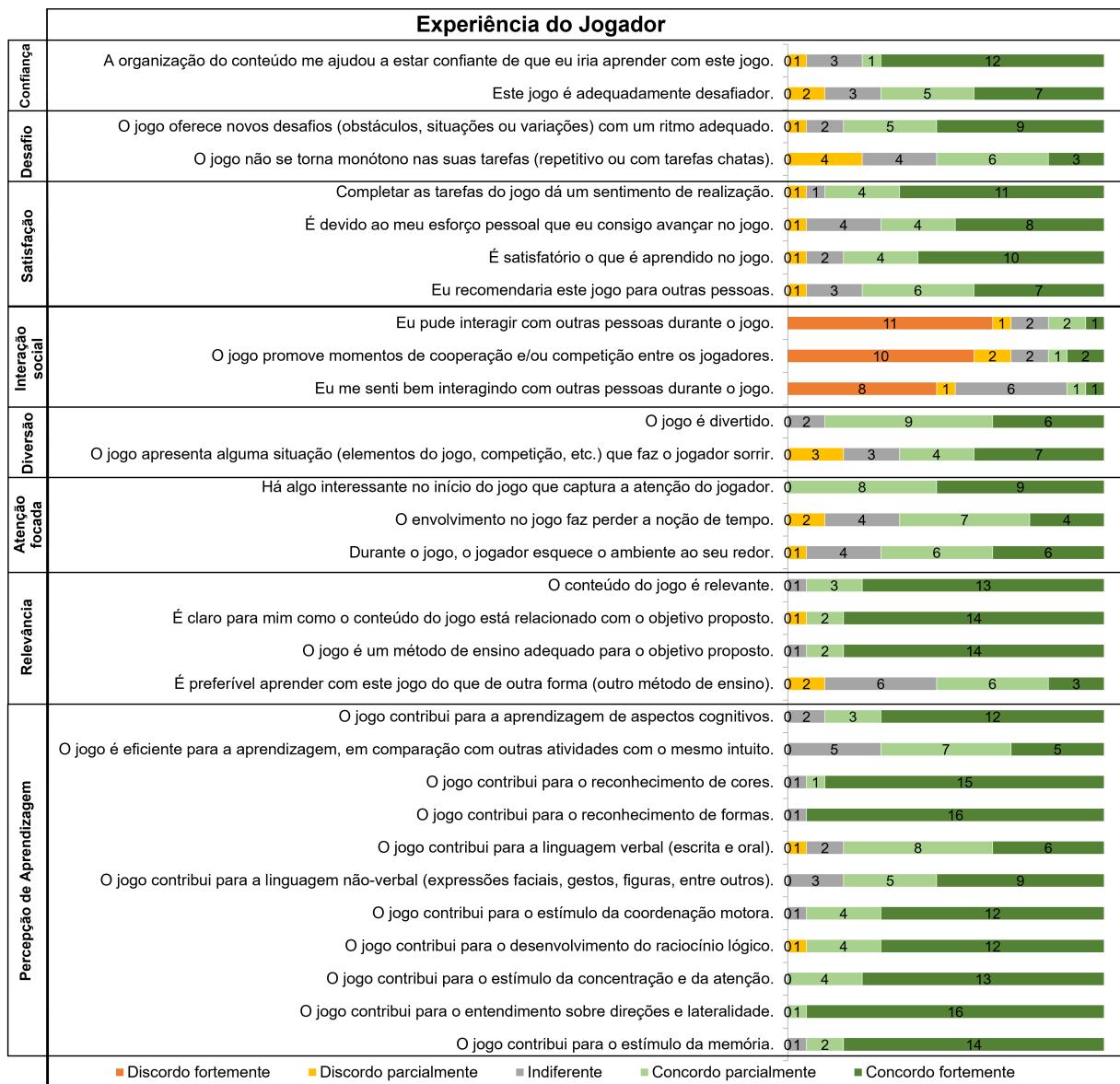


Figura 15: Gráfico de frequência de respostas dos profissionais da área de tecnologia: Fator de Experiência do Jogador.

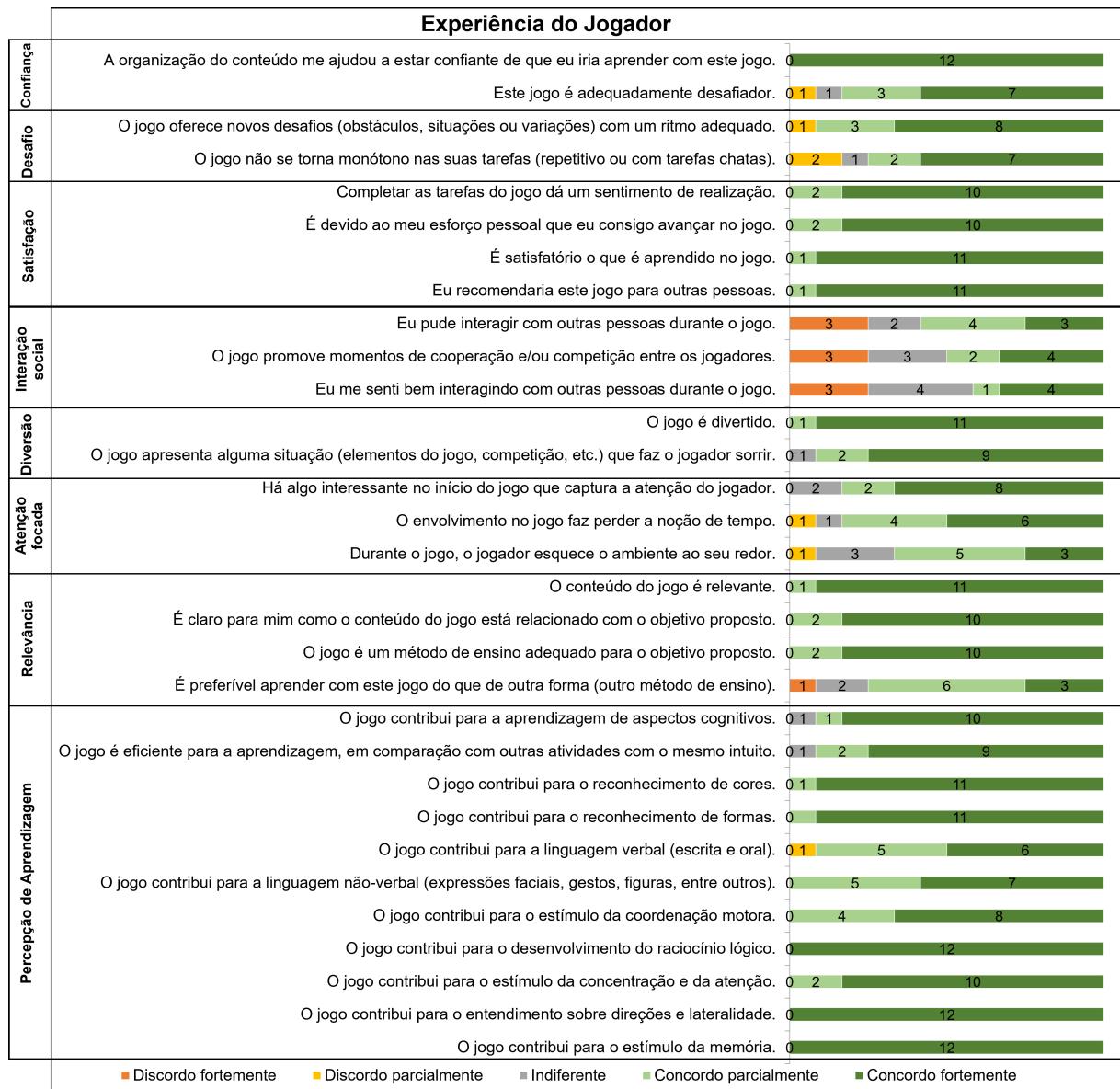


Figura 16: Gráfico de frequência de respostas dos professores, especialistas ou pais de crianças com TEA: Fator de Experiência do Jogador.

- “Interface Intuitiva; Simplicidade; Interação do jogo com o usuário através de áudio”;
- Pontos fortes descritos pelas falas dos professores, especialistas ou pais de crianças com TEA:
 - “Diversificação de temas, explicação, organização”;
 - “A maneira como chama atenção; O cuidado com as questões auditivas; E a maneira lúdica de jogar”;
 - “É de fácil entendimento e utilização; Ter apenas duas opções de manuseio (direita/esquerda) é importante para o público-alvo; O jogo ajuda a fixar o conteúdo proposto”;

Considerando os pontos fortes mencionados anteriormente, fica evidente que várias características incorporadas ao jogo para crianças com TEA, como as diretrizes de desenvolvimento de jogos sérios para pessoas com TEA e a terapia ABA, foram confirmadas e percebidas pelos participantes. Também foi solicitado que os participantes descrevessem sugestões e melhorias que poderiam ser implementadas futuramente no jogo. Algumas dessas propostas incluem:

- Sugestões dos profissionais da área de tecnologia:
 - “Adicionar animação nos objetivos do jogos (formas geométricas, cores, expressões faciais, etc) para prender mais a atenção do jogador; Adicionar interação por áudio também na tela de selecionar o tema”;
 - “Talvez a inclusão de mais desafios/fases seja um ponto de melhoria interessante”;
 - “Apesar de achar a jogabilidade boa, acho que se torna repetitiva com o passar das fases”.
- Sugestões dos professores, especialistas ou pais de crianças com TEA:
 - “Poderia ter uma fase para as crianças menores, ou com o cognitivo menor. Sem precisar andar o robô, por exemplo, e apenas executar o objetivo do jogo.”;
 - “A cor das carinhas das emoções poderia ser diferente já que as moedas são amarelas; O tempo de jogo é muito curto, acho que poderia demorar mais numa única proposta; A cor de seleção quando escolhemos um ícone poderia ser mais forte para aumentar a percepção e seguir para o continuar.”;
 - “Não está disponível para aparelhos IOS”;
 - “Poderia ter outras músicas, as letras deveriam ser bastonadas para facilitar a leitura pelo autista, poderia ter aumento de fases.”.

No questionário havia também a possibilidade de deixar um comentário adicional, através do qual foram sugeridas melhorias nos seguintes aspectos do jogo: criação de novos temas, obstáculos e cenários, com o objetivo de tornar o jogo ainda mais divertido e dinâmico. Além disso, foram relatados alguns problemas de usabilidade, tais como o problema de, em alguns momentos, um dos botões ficar oculto na tela (sobreposto por outro elemento) e outro relatando a dificuldade de sair do jogo.

Nos comentários adicionais, certos aspectos foram novamente destacados. Um dos participantes afirmou: “Excelente ferramenta, a jogabilidade, a interação entre o design e as tarefas cognitivas faz com que o jogo alcance seu objetivo, tornando-o fácil para ser jogado por pessoas de diversas faixas etárias, principalmente por crianças”. Outro participante declarou: “Gostei bastante do jogo, os cenários e cores são chamativos, o objetivo é claro e simples, bem fácil de usar”. Também houve importantes comentários de pais de crianças com autismo, entre elas: “A proposta é muito boa e simples. Meu filho tem autismo e não se interessa por jogos mas vou tentar ensinar esse, acho que pode ser útil para o aprendizado e coordenação motora dele” e “A minha filha de 10 anos é autista, a princípio ela gostou do jogo, conseguiu prender a atenção, mas logo depois ficou entediada pois não tem avanços”.

A análise dos resultados da pesquisa demonstra, de maneira geral, a qualidade do jogo educativo. Os pontos de melhoria citados seriam a adição de novas formas de interações do jogador com o robô, além de novos ambientes e obstáculos para que o jogo não se torne monótono com o decorrer das fases, o que não impacta e/ou desqualifica a avaliação geral positiva. Além disso, a categoria de interação social, que obteve pontuações negativas, merece atenção, sobretudo em uma futura melhoria do jogo, na perspectiva de trabalhar aspectos como competição, cooperação e interação com outras pessoas/jogadores (em um futuro jogo *multiplayer* ou de estratégias que garantam, ainda que *single player*, a interação com mediadores próximos), a fim de aperfeiçoar o desenvolvimento cognitivo e criar uma melhor experiência para as crianças com TEA.

Com o intuito de melhor quantificar a qualidade do jogo, foi aplicada a escala do MEEGA+ que visa avaliar o nível de qualidade de um jogo, em três diferentes níveis: baixa (pontuações inferiores a 42,5), boa qualidade (entre 42,5 e 65 pontos) e excelente qualidade (acima de 65 pontos) (Petri, 2018). O nível do jogo foi determinado a partir das respostas dos questionários preenchidos pelos usuários e, posteriormente, analisando-as através de um *script* estatístico que aplica diferentes pontuações em cada resposta coletada. Assim, com base na escala adotada e analisando as respostas do primeiro grupo (profissionais da área de tecnologia), o jogo AutiBots alcançou uma pontuação de 57.22, classificando-o como um jogo de boa qualidade. Já analisando as respostas do segundo grupo (professores, especialistas ou pais com experiência pessoal ou profissional com crianças com TEA), o jogo obteve uma pontuação de 69.4, classificando-o como um jogo de ótima qualidade.

Informações adicionais sobre o modelo *Game Canvas*, as respostas dos dois grupos ao conjunto de itens do MEEGA+, os requisitos funcionais e não funcionais do jogo, além das adequações realizadas em alguns dos itens do instrumento e as diretrizes utilizadas no jogo encontram-se disponíveis em um repositório aberto Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10032450>.

Embora o AutiBots apresente um diferencial de proporcionar várias formas de estímulos às funções cognitivas e motoras, além de outras características (e.g. interface gráfica 3D, enredo, personagens, sons pensados especialmente para as crianças com TEA), e de ter sido idealizado com base na ciência ABA e nas diretrizes para o desenvolvimento de jogos sérios destinados às pessoas com TEA, é essencial salientar que, conforme esclarecido no manual de orientação elaborado pela Sociedade Brasileira de Pediatria em 2019, é necessário delimitar o tempo de utilização das crianças nos eletrônicos, visto que o uso excessivo de dispositivos eletrônicos podem ocasionar irritabilidade, ansiedade, transtornos de sono, hiperatividade e sedentarismo (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2019). Ainda que as tecnologias e os jogos digitais ofereçam recursos potenciais para a educação e sejam aliados do processo de ensino e aprendizagem, é necessário o

uso cuidadoso, principalmente por parte das crianças, sem esquecer da importância da mediação docente e familiar.

4.6 Ameaças à Validade

Ainda que os resultados da validação apontem o Autibots como um jogo de boa e ótima qualidade, respectivamente, é importante salientar que este trabalho está sujeito a ameaças à validade. A primeira delas se caracteriza como uma ameaça à validade interna e diz respeito à adequação do instrumento do MEEGA+, inicialmente proposto para ser aplicado ao público alvo. Pela impossibilidade inicial de validar o jogo com crianças com TEA, a decisão de projeto foi avaliá-lo com dois públicos, primeiramente com os profissionais da área de TI e, em seguida, com pais, especialistas e professores que tinham algum tipo de experiência com crianças do espectro autista. Nesse sentido, foi necessário reescrever o enunciado de alguns itens do questionário, retirando os pronomes pessoais, para que o avaliador compreendesse que a perspectiva da avaliação era impersonal. Para mitigar essa ameaça, além do rigor metodológico desse trabalho, houve um cuidado em manter inalterada a semântica dos itens, evitando maiores impactos. Além disso, antes de aplicar o instrumento para os dois grupos, foi realizado um teste piloto com 3 respondentes, para que avaliassem se as alterações não comprometiam a semântica dos itens substituídos.

Em relação à validade externa, uma ameaça possível para a generalização dos resultados está relacionada ao tamanho da amostra (29 respondentes). Outra possível ameaça foi a escolha metodológica em não agrupar os dados dos dois públicos, obtendo resultados finais distintos, embora próximos (boa e ótima qualidade, a partir da escala do MEEGA+). Pretende-se, em trabalhos futuros, ampliar a amostra e agrupar os dados validados, para encontrar uma medida única de avaliação, mitigando, em certa medida, essa ameaça à validade. Em contrapartida, interpretar nesse momento os dados separadamente foi importante para visualizar como grupos com perfis distintos percebem a usabilidade e a experiência do usuário do jogo Autibots.

5 Considerações Finais

O jogo digital se apresenta como um recurso atrativo para a aprendizagem de conteúdos de forma didática e criativa, colaborando com o desenvolvimento infantil. Além disso, promove estímulos em habilidades que serão necessárias em toda a vida, além de possibilitar que crianças com TEA se desenvolvam e conquistem autonomia e independência, dentro de um contexto de inclusão social. É importante salientar a importância de se atuar de maneira multidisciplinar em déficits apresentados por pessoas com TEA, demonstrando que aliando o ensino a diversas áreas é possível atingir resultados mais efetivos.

O jogo AutiBots, jogo sério de interface digital, apresenta significativos recursos que contribuem para o estímulo de habilidades cognitivas, ao mesmo tempo que gera interesse e diversão. O jogo possui instruções de ensino, histórico de partidas, vocabulário de mensagens e áudios simples, possibilita alterar configurações de elementos essenciais, como áudio, vídeo e funcionalidades do personagem e fase, além de ser considerada uma ferramenta divertida e intuitiva. Objetiva auxiliar o desenvolvimento da coordenação motora fina, direção e lateralidade, percepção visual, linguagem verbal e não verbal, raciocínio lógico e funções executivas dos jogadores.

O jogo pode ser facilmente encontrado e instalado através da Loja de Aplicativos Google Play (<https://bit.ly/Autibots>). O jogo conta com diversas fases que estimulam variadas habilidades, além de personagens animados que são controlados pelo jogador. Para melhor usabilidade e jogabilidade, também conta com um painel de configurações. Além disso, o jogo tem um recurso de explicações via áudio, tornando-o mais acessível para aqueles que ainda não sabem ler. Todos esses recursos foram implementados com o objetivo de tornar o jogo o mais inclusivo e divertido possível para todas as crianças.

Por meio das 29 avaliações coletadas de profissionais da área de tecnologia, pais de crianças com autismo e professores/especialistas com experiência pessoal ou profissional em TEA, foi possível identificar o potencial do jogo Autibots em contribuir para o desenvolvimento motor e cognitivo de crianças com autismo. É importante salientar que, durante o processo de avaliação desta proposta, houve uma limitação associada ao questionário de avaliação do MEEGA+. Como esse instrumento foi construído para receber respostas de alunos ou do público-alvo, foram necessárias adequações em alguns itens para evitar que o participante fosse induzido ao erro e respondesse equivocadamente.

Para trabalhos futuros, além do tema ensinado na fase, poderiam progressivamente ser adicionados novos elementos. Em seguida, novas habilidades cognitivas poderiam ser incluídas para serem estimuladas e aprimoradas pelas pessoas com TEA, por meio da criação de novos temas e fases, a exemplo do reconhecimento de objetos (relação do nome com a imagem do objeto) e do aprendizado dos números. Outro trabalho futuro seria a possibilidade de expansão das plataformas disponíveis para o jogo, acrescentado, além da plataforma Android já implementada, o *iOS*, *Desktop* e a aplicação *Web*. Além disso, os áudios de fala são gravações que acabam sendo custosas em sua criação e sem possibilidade de alteração, já que são pré-gravados. Sendo assim, em versões posteriores do jogo, os áudios poderiam ser implementados através de sintetizadores de áudio, transformando texto em voz em tempo real, o que traria a criação de interações mais dinâmicas. Outra possível melhoria seria a possibilidade de utilizar reconhecimento de voz para estimular a interação e a comunicação, além disso, o jogo poderia conter novas customizações das fases, possibilitando mudanças no ambiente e em outras partes da interface. Com a inclusão destas melhorias, seria possível deixá-lo ainda mais completo para o uso com crianças com TEA.

Ainda como trabalhos futuros, poderiam ser realizadas observações da utilização do jogo por crianças com TEA, além de obter novos *feedbacks* de pais e profissionais. Dessa forma, seria possível ampliar a verificação da adequação e da eficácia do jogo para o público alvo. Além disso, como já apontado nas ameaças à validade, outra possibilidade é agrupar os dados das duas amostras de respondentes, obtendo uma medida única de avaliação qualitativa do jogo.

É fundamental enfatizar que o jogo proposto é uma ferramenta complementar ao tratamento e não deve, em hipótese alguma, substituir a intervenção aplicada por profissionais especializados. O jogo é uma forma lúdica e divertida de estimular o desenvolvimento de habilidades específicas em crianças com autismo, mas não é um substituto para a terapia e tratamentos convencionais.

Artigo Premiado Estendido

Esta publicação é uma versão estendida do artigo premiado no XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2022), intitulado “Jogo Digital Educativo para Auxílio a Crianças com Autismo”, DOI: [10.5753/sbie.2022.225806](https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225806).

Referências

- Amado, A. (2019). Diário Oficial publica lei que inclui autismo nos censos do IBGE. *Agência Brasil, Brasília*. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-07/diario-oficial-publica-que-inclui-autismo-nos-censos-do-ibge>
- Amorim, L. C. D. (2011). Tratamento. <https://www.ama.org.br/site/autismo/tratamento/>
- APA, A. P. A. (2014). *DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Artmed Editora. [GS Search].
- Aragão, M. C. M., Júnior, J. B. B., & Zaqueu, L. d. C. C. (2019). O uso de aplicativos para auxiliar no desenvolvimento de Crianças com transtorno do espectro autista. *Olhares & Trilhas*, 21(1), 43–57. <https://doi.org/10.14393/OT2019v21.n.1.46088> [GS Search].
- Bai, D., Yip, B. H. K., Windham, G. C., Sourander, A., Francis, R., Yoffe, R., Glasson, E., Mahjani, B., Suominen, A., Leonard, H., Gissler, M., Buxbaum, J. D., Wong, K., Schendel, D., Kodesh, A., Bresnahan, M., Levine, S. Z., Parner, E. T., Hansen, S. N., ... Sandin, S. (2019). Association of Genetic and Environmental Factors With Autism in a 5-Country Cohort. *JAMA Psychiatry*, 76(10), 1035–1043. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.1411> [GS Search].
- Batanero, J. M. F., Rueda, M. M., Cerero, J. F., & Meneses, E. L. (2024). Fostering motivation: Exploring the impact of ICTs on the learning of students with autism. *Children*, 11(1), 119. <https://doi.org/10.3390/children11010119> [GS Search].
- Bennie, M. (2018). Executive function: what is it, and how do we support it in those with autism? Part I. <https://autismawarenesscentre.com/executive-function-what-is-it-and-how-do-we-support-it-in-those-with-autism-part-i/>
- Brasil, M. d. S. (2015). Linha de cuidado para a atenção às pessoas com transtornos do espectro do autismo e suas famílias na Rede de Atenção Psicossocial do Sistema Único de Saúde. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/linha_cuidado_atencao_pessoas_transtorno.pdf
- Carvalho, O. M. F. d., & Nunes, L. R. D. d. P. (2016). Possibilidades do uso de jogos digitais com criança autista: estudo de caso. *I*(1), 77–90. <https://doi.org/10.5151/9788580391329> [GS Search].
- Cintra, R. G. G., Jesuino, M. d. S., & Proença, M. A. M. (2011). As possibilidades da EaD no processo de inclusão no ensino superior da pessoa com autismo: um estudo de caso. *Revista de Educação*, 14(17). [GS Search].
- Clemenson, G. D., & Stark, C. E. (2015). Virtual environmental enrichment through video games improves hippocampal-associated memory. *Journal of Neuroscience*, 35(49), 16116–16125.
- dos Santos, R. K., & Vieira, A. M. E. C. d. S. (2017). Transtorno do Espectro do Autismo (TEA): Do Reconhecimento à Inclusão no Âmbito Educacional. *Revista Includere*, 3(1). [GS Search].

- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C., & Goodway, J. D. (2013). *Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. AMGH Editora. [GS Search].
- GlobalStats, S. (2022). Operating System Market Share Worldwide. <https://gs.statcounter.com/os-market-share>
- Kanner, L., et al. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous child*, 2(3), 217–250. [GS Search].
- Klin, A. (2006). Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 28, s3–s11. <https://doi.org/10.1590/S1516-44462006000500002> [GS Search].
- Lear, K. (2004). Ajude-nos a aprender. *Help us Learn: A Self-Paced Training Program for ABA Part, 1*. [GS Search].
- Lemes, D. d. O. (2014). Serious games – jogos e educação. *Associação Brasileira de Editores de Livros Escolares*. <https://abrelivros.org.br/site/primeiro-resumo/>
- Machado, L. d. S., Moraes, R. M. d., Nunes, F. d. L. d. S., & Costa, R. M. E. M. d. (2011). Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. *Revista brasileira de educação médica*, 35(2), 254–262. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14405> [GS Search].
- Maenner, M. J., Shaw, K. A., Bakian, A. V., Bilder, D. A., Durkin, M. S., Esler, A., Furnier, S. M., Hallas, L., Hall-Lande, J., Hudson, A., et al. (2021). Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2018. *MMWR Surveillance Summaries*, 70(11), 1. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7011a1> [GS Search].
- Mandy, W., & Lai, M.-C. (2016). Annual Research Review: The role of the environment in the developmental psychopathology of autism spectrum condition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(3), 271–292. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12501> [GS Search].
- Mello, A. M. S. R. d. (2007). Autismo: guia prático. 5, 104. https://www.ufrgs.br/telessauders/documentos/biblioteca_em_saude/055_material_saude_livro_autismo.pdf
- Moura, D., de Oliveira Filho, D. L. S., Laertius, D., Silva, A. J. G., Paiva, P., de Sales, T., Cavalcante, R., & Queiroz, F. (2016). TEO: Uma suíte de jogos interativos para apoio ao tratamento de crianças com autismo. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 27(1), 627. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.627> [GS Search].
- Nunes, A. N. B. d. A. (2014). O uso do tablet como ferramenta de apoio a inclusão e alfabetização de crianças autistas. *Monografia (Especialização em Gestão Escolar)-Universidade de Brasília, Brasília*. [GS Search].
- Oliveira, M. d. L. d. S. (2016). *Formação docente e inclusão de alunos com transtorno do espectro autista: algumas reflexões* [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Federal da Paraíba. [GS Search].
- Organização Pan-Americana da Saúde. (2021). Transtorno do espectro autista. <https://www.paho.org/pt/topicos/transtorno-do-espectro-autista/>
- Paiva Junior, F. (2019). Quantos autistas há no Brasil? *Revista Autismo. São Paulo*, ano V, (4), 20–23. [GS Search].
- Paula, C. S., Ribeiro, S. H., Fombonne, E., & Mercadante, M. T. (2011). Brief report: prevalence of pervasive developmental disorder in Brazil: a pilot study. *Journal of autism and developmental disorders*, 41(12), 1738–1742. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1200-6> [GS Search].

- Pereira, R. A. (2018, janeiro). *A Utilização dos jogos digitais como recurso pedagógico no desenvolvimento de crianças com Transtorno do Espectro Autista* [Dissertação (mestrado)]. Universidade Federal do Rio de Janeiro. [\[GS Search\]](#).
- Pereira, W. S., Cysneiros Filho, G. A. d. A., & Aguiar, Y. P. C. (2021). Diretrizes de Acessibilidade para Jogos Sérios Destinados aos Aprendizes no Espectro Autista, 679–690. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218296> [\[GS Search\]](#).
- Petri, G. (2018). *A method for the evaluation of the quality of games for computing education* [tese de dout., Universidade Federal de Santa Catarina]. [\[GS Search\]](#).
- Sá, F. A., Dalília de Sousa, A., Barbosa da Silva Júnior, E., Rodrigues Veloso e Silva, R., et al. (2017). TEAMAT: um jogo educacional no auxílio da aprendizagem de crianças com autismo baseado no método ABA. *Revista de Sistemas e Computação*, 7(1). [\[GS Search\]](#).
- Sampaio, L., Nascimento, E., & Pereira, C. (2019). Soldier on the Bridge: um jogo aplicado à melhoria da memória e da atenção em crianças com autismo. *Anais da XIX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe*, 66–71. [\[GS Search\]](#).
- Sarinho, V. T. (2017). Uma proposta de game design canvas unificado. *XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 141–148. [\[GS Search\]](#).
- Savi, R., & Ulbricht, V. R. (2008). Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, 6(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14405> [\[GS Search\]](#).
- Silva, L. P. F., Henrique, M. S., Evangelista, K. M., Arruda, V. D. D. d. S., & Farias, I. (2017). FABLES MAKER: um jogo educativo para auxiliar o desenvolvimento de pessoas com TEA. [\[GS Search\]](#).
- Sociedade Brasileira de Pediatria. (2019). Manual de Orientação: #menos telas #mais saúde. *Grupo de saúde na Era digital*. https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/_22246c-ManOrient_-_MenosTelas_MaisSaude.pdf
- Sommerville, I. (2011). *Engenharia de Software* (9^a ed.). Pearson Prentice Hall.
- Tarouco, L. M. R., Roland, L. C., Fabre, M.-C. J. M., & Konrath, M. L. P. (2004). Jogos educacionais. *RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]*. Porto Alegre, RS. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.13719> [\[GS Search\]](#).
- Teixeira, M. C. T. V., Carreiro, L. R. R., Cantiere, C. N., & Baraldi, G. D. S. (2017). Perfil cognitivo e comportamental do Transtorno do Espectro Autista. *Autismo: Avaliação psicológica e neuropsicológica*. [\[GS Search\]](#).
- WHO, W. H. O. (2019). ICD-11: International classification of diseases (11th revision). <https://icd.who.int/browse11/l-m/en>
- Zwaigenbaum, L., Bauman, M. L., Stone, W. L., Yirmiya, N., Estes, A., Hansen, R. L., McPartland, J. C., Natowicz, M. R., Choueiri, R., Fein, D., et al. (2015). Early identification of autism spectrum disorder: recommendations for practice and research. *Pediatrics*, 136(Supplement 1), S10–S40. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-3667C> [\[GS Search\]](#).
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25–32. [\[GS Search\]](#).