

Jogos Digitais para Pessoas com Transtornos do Espectro do Autismo (TEA): Uma Revisão Sistemática

Digital Games for People with Autism Spectrum Disorders (ASD): A Systematic Review

Maicris Fernandes¹, Percy Nohama¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, Curitiba, Brasil

maicris.fernandes@pucpr.br, percy.nohama@pucpr.br

Recibido: 18/10/2019 | Corregido: 12/05/2020 | Aceptado: 21/05/2020

Cita sugerida: M. Fernandes, P. Nohama, "Jogos Digitais para Pessoas com Transtornos do Espectro do Autismo (TEA): Uma Revisão Sistemática," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 26, pp.72-80, 2020. doi: 10.24215/18509959.26.e8

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumo

Indivíduos com transtornos do espectro do autismo (TEA) possuem desenvolvimento atípico nas áreas cognitivas ou de aprendizagem, comunicação e interação social, detecção e tratamento de emoções, coordenação motora e concentração. O desenvolvimento de tecnologias assistivas é fundamental para melhorar a qualidade de vida destes indivíduos. Este estudo faz uma revisão sistemática da literatura com foco em jogos digitais usados como tecnologias assistivas para indivíduos com TEA. Fazendo uso da base digital IEEE Xplore, foram pesquisados estudos que continham o termo game em conjunto com termos relacionados ao TEA. A partir da busca foram encontradas 193 ocorrências do conjunto de termos. Os artigos foram lidos e analisados, sendo selecionados os estudos que tratam de jogos digitais com foco em indivíduos com TEA. Foram excluídos da seleção jogos que fazem uso unicamente de hardwares específicos e que não apresentam função de tecnologia assistiva. Como resultado final deste estudo foram selecionados 62 artigos neste contexto, sendo que todos apresentam resultados positivos quanto ao uso dos jogos digitais na melhoria das capacidades das pessoas com TEA.

Desta forma, é possível verificar a consistência de tal abordagem, encorajando a continuidade das pesquisas e do desenvolvimento de jogos digitais com foco em tecnologia assistiva para pessoas com TEA.

Palavras chave: Autismo; Jogos computacionais; Jogos educacionais; Programação; Tecnologia assistiva.

Abstract

Individuals with autism spectrum disorders (ASD) have atypical development in the areas of cognition or learning, communication and social interaction, detection and treatment of emotions, motor coordination and concentration. The development of assistive technologies is critical because they help to better the quality of life of these individuals. This study makes a systematic review of the literature focusing on digital games used as assistive technologies for individuals with ASD. Using the IEEE Xplore digital base, studies were conducted that contained the term "game" in conjunction with terms related to ASD. From the search were found 193 occurrences of the set of terms were found. The articles were read and analyzed, being the studies that deal with digital games focused on individuals with ASD. Games that only use specific hardware and not have the function of assistive technology were excluded from the selection. As a final result of this study, 62 articles were selected in this context, all of which present positive results regarding the use of digital games in improving the abilities of people with ASD. In this way, it is possible to verify the consistency of such an approach, encouraging the continuity of research and the development of digital games with a focus on assistive technology for people with ASD.

Keywords: Autism; Computer games; Educational games; Programming; Assistive technology.

1. Introdução

O transtorno do espectro autista (TEA) é caracterizado por um desenvolvimento atípico da interação social e capacidade de comunicação do indivíduo que o manifesta [1]. A pessoa com TEA apresenta dificuldades em compreender termos abstratos, fazendo uso de meios visuais, tácteis ou auditivos para auxiliar na comunicação [2]. Como cerca de 1 % da população mundial apresenta algum dos transtornos do espectro autista [3], é de fundamental importância a ampliação das pesquisas sobre novas estratégias para desenvolver a comunicação e formas diversas para melhorar a integração dessas pessoas na sociedade.

Uma abordagem que vem ganhando adeptos e sendo bastante experimentada envolve a aplicação de jogos digitais, que visam, de forma lúdica, melhorar as deficitárias habilidades decorrentes do TEA, as quais estão presentes nas áreas emocional, comunicação e interação social, cognitiva, motora e concentração [1]. Os jogos digitais, enquanto ferramentas educacionais, permitem ao aluno assimilar conceitos, auxiliando no processo de aprendizagem e no desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para sua formação. Com a utilização de jogos digitais, o indivíduo desenvolve suas habilidades cognitivas, principalmente, reconhecimento de padrões, processamento de informações, criatividade e pensamento crítico [4].

Neste contexto, recorrendo à literatura, é possível identificar um grande número de estudos fazendo uso de jogos digitais com foco em pessoas com TEA, na qualidade de tecnologia assistiva. As tecnologias assistivas são definidas como quaisquer recursos, itens, equipamentos ou serviços que melhorem, aumentem ou mantenham as habilidades físicas e/ou mentais das pessoas com deficiência [5].

Este estudo objetiva apresentar o estado da arte em jogos digitais enquanto tecnologias assistivas que promovam as habilidades nas áreas em que as pessoas com TEA apresentam maiores dificuldades. Pretende-se também identificar as tecnologias e plataformas utilizadas para o desenvolvimento de jogos assistivos, bem como avaliar a efetividade dos jogos digitais no desenvolvimento de crianças com TEA.

2. Método

2.1. Procedimento de pesquisa

Durante o mês de dezembro de 2018 foi realizada uma pesquisa computacional na base digital IEEE Xplore.

Visando uma abordagem abrangente do conteúdo, não foram estabelecidos critérios temporais na pesquisa, sendo analisados estudos nas seguintes categorias existentes na referida base: Conferences, Journals & Magazines e Early Access Articles. O objetivo desta revisão sistemática foi obter estudos sobre o uso de jogos como ferramentas assistivas para indivíduos com TEA. Assim sendo, os

critérios de busca incluíram sempre o termo game com pelo menos um dos termos referentes aos transtornos do espectro do autismo, sendo escolhidos autism (primeiro termo da sigla ASD), ASD (sigla) e autistic (termo também encontrado na literatura especializada). Para tanto, foi efetuada uma busca na seção Advanced Search da base, na opção Command Search com o seguinte critério de pesquisa: “((autism OR ASD OR autistic) AND game)”. Ao todo, foram obtidos 193 retornos, sendo que, ao longo do período informado, todos foram analisados e organizados em uma planilha, em quatro categorias principais: jogos mobile, jogos desktop, jogos tabletop, e excluídos. A categoria jogos mobile incluiu jogos digitais desenvolvidos para dispositivos móveis (smartphones e tablets); a categoria jogos desktop incluiu jogos digitais desenvolvidos para computadores de mesa e/ou notebooks com ou sem tecnologia touchscreen; a categoria jogos tabletop incluiu jogos digitais desenvolvidos para mesas digitais do tipo tabletop, as quais possuem características de dispositivos móveis; porém, com estrutura própria no formato de mesa; por fim, na categoria excluídos foram registrados todos os trabalhos que não atenderam aos critérios de inclusão definidos neste estudo.

2.2. Critérios de inclusão/exclusão

Os critérios de inclusão nesta análise foram os seguintes:

1. artigos que tratam de jogos digitais para dispositivos mobile com foco em indivíduos com TEA;
2. artigos que tratam de jogos digitais para computadores desktop com foco em indivíduos com TEA;
3. artigos que tratam de jogos digitais para dispositivos tabletop com foco em indivíduos com TEA.

Os critérios de exclusão neste estudo foram os seguintes:

1. artigos que tratam de jogos fazendo uso de hardware específicos (robôs ou similares);
2. artigos que tratam de jogos digitais que não possuem função de tecnologia assistiva para indivíduos com TEA, ou seja, não trabalham melhoria de alguma função/área deficitária desses indivíduos;
3. artigos que tratam de temas relacionados à área de jogos digitais, não possuindo função de tecnologia assistiva para indivíduos com TEA;
4. artigos que atendem aos critérios de pesquisa; porém, mostram-se como falso-positivos, uma vez que, embora possuam os termos de busca, não estão engajados no contexto de jogos digitais para indivíduos com TEA.

Nesta pesquisa, analisou-se estudos que fazem uso de jogos digitais desenvolvidos para pessoas com TEA visando identificar aqueles que apresentam a função de tecnologia assistiva, na qual se tem por objetivo melhorar alguma área com desenvolvimento atípico do indivíduo. Neste contexto, a característica comum entre os três critérios de inclusão definidos é que, independentemente

da plataforma para as quais os jogos foram originalmente desenvolvidos, há a possibilidade dos mesmos serem reprojatados para uso nas demais plataformas, mesmo que com demanda de alterações na forma de entrada por parte do jogador, mantendo assim a essência do que está sendo pesquisado neste estudo. Por outro lado, com relação aos trabalhos e referências não incluídos, o critério de exclusão (1) foi definido em função de que, embora o trato com robôs neste contexto faça uso do termo “jogo”, o qual é programado digitalmente, suas funcionalidades e benefícios não podem ser igualmente obtidos pelo desenvolvimento de um jogo digital em outras plataformas. O critério de exclusão (2) foi definido em decorrência de existirem jogos digitais que não visam melhorar alguma característica deficitária do indivíduo, mas sim obter informações sobre determinada característica. Da mesma forma, o termo “jogo digital” também pode ser confundido e utilizado em aplicações gamificadas, as quais fazem uso de sistemas de recompensa (característica de jogos digitais) para ações desenvolvidas dentro do aplicativo; porém, não sendo um jogo em sua total definição. O critério de exclusão (3) foi definido em função de vários estudos que tratam da criação de frameworks que podem ser usados para a criação de jogos; porém, que não culminam na criação de um jogo digital. Ainda neste critério podem ser identificadas pesquisas conceituais na área e trabalhos quantitativos/qualitativos que não envolvem o desenvolvimento de jogos digitais. Por fim, o critério de exclusão (4) foi definido para artigos que, embora atendam aos termos de busca, em nada se aproximam do contexto em questão (falso-positivo).

Figura 1 resume o fluxograma do estudo. A partir dos termos de busca definidos, foram encontrados 193 retornos à pesquisa, dos quais selecionou-se, em função dos critérios de inclusão, 62 estudos relevantes.

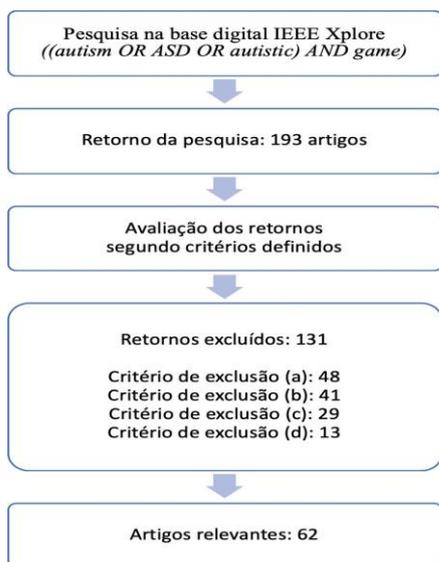


Figura 1. Diagrama de fluxo do método de pesquisa usado na revisão sistemática

A fim de identificar os estudos considerados relevantes para este trabalho, o processo de triagem dos 193 retornos da pesquisa contou com a leitura preliminar de título e

resumo. Este processo teve por objetivo identificar os estudos que se enquadrassem nos critérios de exclusão (1) ou (4), mais facilmente identificados pela análise desses itens mencionados. A partir de então, os demais estudos foram lidos integralmente e analisados de forma aprofundada. Assim, foi possível verificar se esses estudos enquadravam-se em algum dos critérios de exclusão elencados ou se seriam classificados como relevantes, o que resultou nos 62 estudos selecionados.

2.3. Extração de dados

Após a seleção de relevância, os estudos selecionados foram analisados para a extração de informações a fim de organização e resumo dos mesmos. As informações extraídas foram: título, público alvo, objetivo, área, plataforma, principais resultados, comentários, citações e publicação. O título, naturalmente, tem o título de publicação do estudo na plataforma. O Público-alvo indica o público para o qual este estudo se destina, especialmente, no tocante à idade. O Objetivo descreve de forma sucinta quais resultados o estudo pretende alcançar. A Área indica que habilidades da pessoa com TEA o jogo pretende melhorar (cognitiva ou aprendizagem, comunicação e interação social, detecção e trato de emoções, coordenação motora e concentração). A Plataforma indica para que tipo de dispositivos o jogo foi desenvolvido (mobile, desktop ou tabletop) e quais dispositivos adicionais utiliza. O quesito Principais resultados extrai os resultados mais relevantes relatados no estudo nas seções resultados e/ou conclusões. No item Comentários, descreve-se livremente o jogo desenvolvido. Nas Citações, informa-se o número de citações do estudo em outros trabalhos, informação esta obtida na base IEEE Xplore. Por fim, Publicação apresenta o mês e o ano de publicação do estudo.

3. Resultados

Nesta revisão da literatura, encontrou-se um total de 62 artigos que abordava desenvolvimento e aplicação de jogos digitais para melhorar alguma área com desenvolvimento atípico nas pessoas com TEA. Não foram estabelecidos critérios temporais para a pesquisa. Assim, considerou-se artigos publicados desde o ano de 2006 até o presente ano de 2018, conforme indicado na Figura 2.



Figura 2. Evolução do número de artigos ao longo do tempo

Em termos de plataformas de desenvolvimento, os dispositivos móveis (*mobile devices*) tiveram seu surgimento no mercado a partir do ano de 2010, o que justifica aparecimento e crescimento gradativo de artigos que fazem uso desta plataforma a partir deste ano, como pode ser observado na Figura 3.

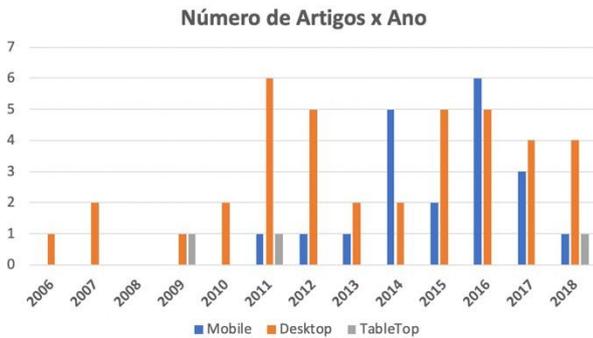


Figura 3. Evolução do número de artigos ao longo do tempo separado por plataforma de desenvolvimento

Em termos de área de atuação dos jogos desenvolvidos, o gráfico da Figura 4 mostra, por plataforma, a quantidade de artigos que visa atender a uma determinada área de necessidade específica dos indivíduos com TEA. É importante observar que o número total de artigos não corresponderá ao número total obtido na busca, uma vez que um jogo pode objetivar atender a mais de uma área específica. No caso específico dos jogos digitais para *tabletop*, em função de sua natureza fortemente colaborativa, todos os três artigos encontrados visam aprimorar a área de comunicação.

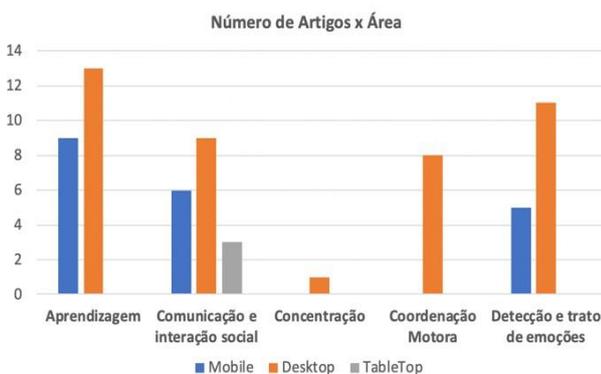


Figura 4. Número de artigos selecionados de acordo com a plataforma de desenvolvimento e área de contexto dos transtornos do espectro do autismo

3.1. Jogos digitais desenvolvidos para plataforma mobile

Para este tipo de plataforma, existem dois sistemas operacionais que abrangem quase que a totalidade do mercado: Android e iOS. Ambos os sistemas possuem dispositivos do tipo smartphone (celulares) e tablet. Embora esses dispositivos sejam conceitualmente diferentes, a característica principal que os difere na execução de jogos digitais é o tamanho da tela, sendo que muitas vezes um jogo desenvolvido para um determinado

tipo de dispositivo pode ser jogado sem maiores problemas em outro.

Na maioria dos artigos identificados com jogos desta plataforma, relata-se que os jogos foram desenvolvidos especificamente para o sistema operacional Android (8), número bem superior aos desenvolvidos especificamente para sistema operacional iOS (3). A maioria dos artigos não faz questão de mencionar para qual plataforma seus jogos foram desenvolvidos (10), o que demanda um trabalho futuro de pesquisa em outras fontes mais aprofundadas. Alguns jogos podem ser desenvolvidos para ambos os sistemas operacionais, uma vez que os mesmos podem ser programados em plataformas de desenvolvimento ditas híbridas, como é o caso do jogo desenvolvido por Nasiri et. al. [6].

Os dispositivos móveis possuem menos dispositivos externos que podem ser acoplados e/ou usados em conjunto a eles que computadores desktop. Nesta revisão, selecionou-se apenas um artigo [7] que faz uso de um dispositivo externo: Óculos Rift. Este dispositivo pode ser utilizado em jogos que fazem uso de realidade virtual, uma vez que o smartphone é acoplado a ele (usado como óculos), o que aumenta a imersão do jogador ao jogo em questão. O jogo criado por Bernardes et al. [7] emprega realidade virtual para simular um sistema de transporte de uma cidade, visando treinar o indivíduo com TEA a se locomover usando ônibus.

De forma geral, a grande maioria dos dispositivos móveis possuem o recurso de câmera, que se mostra funcional para obtenção e tratamento de imagens para reconhecimento de emoções em indivíduos com TEA. Esta abordagem é fortemente empregada em jogos digitais para computadores desktop fazendo uso de recursos externos; porém, pouco utilizada nos dispositivos móveis. O jogo desenvolvido por Tsangouri et al. [8] faz uso desta abordagem, identificando as emoções dos jogadores a partir de algoritmos de aprendizagem de máquina.

Foi possível ainda observar a exploração de outro recurso específico dos dispositivos móveis: a geolocalização. Este recurso permite que o dispositivo seja rastreado por outros dispositivos ou que sua localização seja enviada para alguém por meio de recursos internos. Da mesma forma, assim como pode ser visto em Silva et al. [9], o uso em conjunto com realidade virtual pode proporcionar uma forte imersão no contexto de um jogo. Silva et al. [9] desenvolveram um jogo de realidade virtual e geolocalização para motivar indivíduos com TEA a locomover-se no mundo real enquanto buscam monstros no mundo virtual.

Outro recurso nativo que pode ser explorado em dispositivos móveis é o sistema de captura e gravação de som. Especificamente no contexto de indivíduos com autismo que tenham dificuldades na fala, pode-se capturar os sons do dispositivo e analisa-los para verificar sua clareza e dicção. É o caso do jogo apresentado por Nasiri et al. [6], que tem foco em crianças com TEA com idades entre 2 e 6 anos, motivando-as a pronunciar palavras que sejam comuns a esta faixa etária. Conforme as palavras

são identificadas corretamente pelo sistema, os objetos do jogo são capturados e a interação segue para os próximos níveis. Belmonte et al. [10], embora não seja o foco do jogo conforme relatado pelos autores, desenvolveram um módulo onde se pode treinar a verbalização das palavras, o qual também faz uso do recurso de captura de áudio dos dispositivos.

3.2. Jogos digitais desenvolvidos para plataforma desktop

Em nenhum dos artigos selecionados para esta plataforma, houve menção ao desenvolvimento de jogos para um sistema operacional específico, havendo distinção apenas em um artigo quanto ao tipo de monitor utilizado. O jogo TouchStory [11] faz uso de uma tela touchscreen (sensível ao toque), sendo que o mesmo é um jogo de histórias interativas no qual, conforme a história vai sendo contada, o jogador pode interagir com a mesma selecionando objetos na tela por meio do toque.

Alguns artigos fazem uso do sensor de movimento Kinect, que permite identificar posição, movimento e profundidade de uma pessoa localizada à sua frente por meio de sinais infravermelho. Como a detecção de movimento é efetuada a partir da câmera do dispositivo, todos os movimentos do jogador também podem ser gravados. O jogo apresentado por Çahkuş et al. [12] faz uso do Kinect para identificar os movimentos do jogador para tocar uma bateria virtual com diferentes instrumentos e cores, melhorando o aprendizado de cores e treinando a coordenação motora do jogador. Akbulut [13] desenvolveu um jogo que consiste em apresentar imagens para crianças tecerem relações entre cores e objetos visando melhorar a aprendizagem. O jogo faz uso do Kinect para a seleção desses objetos por parte do jogador. Uzuegbunam et al. [14] fazem uso do sensor Kinect em seu jogo para obter respostas corporais do jogador, a fim de avaliar suas emoções frente aos estímulos gerados por um personagem virtual. O jogo apresentado por Roglić et al. [15] detecta gestos do jogador a partir do Kinect, para 5 jogos com funções diferentes: organização, matemática, preensão de objetos arremessados, imitação e busca de objetos. Também a partir do sensor são gravados todos os movimentos do jogador, criando uma base de dados para análises futuras.

Ainda na área de detecção de movimento, Silva et al. [16] fazem uso de um sistema motion capture, composto por sensores colocados no corpo do jogador, para detectar emoções a partir de respostas corporais durante sessões de um jogo disputado em rede entre dois computadores. Neste jogo, uma criança controla uma linha que pode ser movida dentro do quadrado do jogo. O objetivo é obter a linha mais longa ao tentar bloquear a linha do oponente. Quando um jogador bloqueia a linha do adversário, o comprimento de cada linha é medido e o jogador com a linha mais longa é declarado vencedor. Se uma criança tiver uma velocidade de linha móvel mais rápida, ela poderá obter uma linha mais longa com mais rapidez do que a outra criança. Portanto, ganhar depende da

velocidade da linha. Os resultados mostram uma taxa de reconhecimento de emoções de 79%. Da mesma forma, o jogo Astrojumper [17] faz uso de sensores de movimento para identificar os movimentos do jogador em uma sala que possui 3 telas estereoscópicas de 2,44m × 1,83m, tornando a experiência mais imersiva. O jogo consiste em mover-se ao longo do espaço, colidindo com os corpos celestes e demais elementos temáticos. O jogador usa óculos 3D para identificar as imagens estereoscópicas, sendo que neste dispositivo é instalado um dos sensores de movimento. Dois outros sensores são instalados nos punhos do jogador e um quarto sensor é instalado no fundo de uma mochila, a qual acopla todas as fiações a fim de manter liberdade de movimento ao jogador. O sistema conta ainda com um sensor que identifica o gasto energético (calorias) ao longo da sessão de jogo.

Outro sensor de movimento descrito na literatura é o Leap Motion. Trata-se de uma ferramenta interativa baseada em gestos que permite aos jogadores controlar os aplicativos de uma forma mais naturalista e sentirem-se intensamente imersos aos jogos [18]. Visando melhoria na coordenação motora de indivíduos com TEA, o jogo desenvolvido por Zhu et al. [18] consiste em mover bolas coloridas para seus respectivos recipientes de acordo com as suas cores. A mesma abordagem é adotada por Zhao et al. [19], fazendo uso de Leap Motion para capturar gestos em um jogo colaborativo de resolução de puzzles (quebra-cabeças) executado em rede, que tem por objetivo estimular a comunicação entre os jogadores.

Foram encontrados dois jogos que buscam melhorar a concentração dos jogadores. Mei et al. [20] desenvolveram um sistema de rastreamento dos olhos (Tobii EyeX) que verifica o nível de atenção do jogador quando estimulado por um instrutor virtual. O segundo jogo, desenvolvido por Rapela et al. [21], além do aumento da concentração, busca também melhorar a habilidade do jogador em visualizar pontos específicos. Para tanto, ele faz uso de um sistema de eletro-oculografia sem fio, que identifica para qual ponto da tela o jogador está olhando. No jogo, surge um personagem, aleatoriamente, em uma das 24 posições da tela, amigo ou inimigo, que pode ser morto a partir da fixação do olhar sobre ele. O sucesso está em eliminar o personagem inimigo, preservando os amigos.

No campo da detecção e trato de emoções, além dos jogos que usam sensores específicos mencionados anteriormente, foram identificados dois jogos que fazem uso das imagens obtidas por webcams para identificar emoções. Abirached et al. [22] apresentam um jogo que consiste em quatro fases: reconhecimento de expressões, construção de uma face com emoções, mímica e expressões em uma história. O processo de detecção facial é semiautomático, devendo antes efetuar marcações manuais de pontos chave das fotos do rosto do jogador.

Já em Marchi et al. [23], o reconhecimento facial é completamente automático, com vários jogos que despertam e testam emoções no jogador. Os jogos ainda

contam com sistema de detecção de respostas corporais e reconhecimento de voz.

Outros artigos selecionados nesta pesquisa fazem uso apenas do computador e mouse para melhorar habilidades dos indivíduos com TEA. Na área da aprendizagem, objetivos diversos são identificados. Hassan et al. [24] desenvolveram um jogo que visa ensinar pessoas com TEA a usar dinheiro. Kamaruzaman e Jomhari [25] criaram um jogo que auxilia crianças com TEA no estudo do Alcorão. Pistoljevic e Hulusic [26] desenvolveram um jogo no formato de e-book onde são efetuadas perguntas a respeito de uma determinada cena. São doze cenas com três perguntas cada, sendo duas com alternativas e uma de interação com a cena. Chakraborty et al. [27] trabalharam os conceitos do alfabeto e de matemática a partir de um jogo lúdico. Weilun et al. [28] desenvolveram alguns jogos de quiz (perguntas e respostas) que lidam com as necessidades dos indivíduos com TEA, como detecção de emoções, letras, números e imagens.

3.3. Jogos digitais desenvolvidos para plataforma tabletop

Tabletop é um dispositivo multi-touch em formato de mesa que permite a interação natural dos jogadores possibilitando a comunicação verbal e não verbal e também o compartilhamento de ações dentro do espaço de trabalho [29]. Os três artigos que fazem uso desta plataforma visam melhorar a comunicação de indivíduos com TEA. CPG

[30] é um jogo que consiste em solucionar puzzles de forma colaborativa fazendo uso de uma mesa DiamondTouch [31]. Weiss et al. [32] criaram dois jogos: o primeiro objetiva trabalhar coletivamente o uso de objetos em cenários colaborativos. O segundo, TalkAbout, incentiva as crianças a aprender e praticar os estágios da conversação social. Por fim, o jogo CoASD [33] apresenta atividades relacionadas à condução de um carro até sua garagem ao longo de três fases, nas quais são executadas atividades por dois jogadores, cada na sua vez em separado (turnos).

4. Discussão

Pelo processo de seleção de artigos, constatou-se que inúmeros estudos mencionam os termos “jogos digitais” ou “jogos sérios” para qualquer aplicação que faça uso de interface gráfica e interação de alguma forma com o usuário que a controla. Tais termos, quando tomam para si o papel de tecnologia assistiva, devem promover o treinamento do jogador em alguma habilidade específica [30]. Caso isto não ocorra, devem ser classificados como experiências interativas ou aplicações gamificadas. Assim sendo, todos os artigos selecionados nesta revisão visam melhorar alguma área deficitária dos indivíduos com TEA. Dentre os artigos selecionados identificou-se 22 artigos na área cognitiva (aprendizagem), 18 na área de comunicação e interação social, 16 na área de detecção e trato de emoções,

8 na área de coordenação motora e 1 com foco em melhorias na área da concentração. Esses números demonstram a preferência dos autores em criar ferramentas que permitam ensinar ações úteis aos indivíduos com TEA, que desenvolvam a área cognitiva, aqui denotada como área de aprendizagem, seja, por exemplo, aprender a pegar um ônibus [34], fazer uso correto do dinheiro [29] ou aprender a realizar corretamente tarefas do dia a dia [35].

No tocante aos dispositivos utilizados nos estudos selecionados é possível verificar características específicas próprias de cada tipo de dispositivo. Os artigos que possuem jogos voltados em plataformas móveis apresentam pouco uso de dispositivos externos, uma vez que os dispositivos móveis já são dotados de diversos recursos não existentes em computadores desktop: câmera frontal e traseira, vários tipos de sensores (acelerômetro, giroscópio, altímetro, entre outros), tela multi-touch e microfone interno. Outro ponto favorável ao uso de dispositivos móveis é a facilidade de transporte e distribuição da aplicação, o que muitas vezes pode ser complicado dependendo dos recursos utilizados no jogo. Por exemplo, o jogo descrito por Bernardes et al. [7] e o jogo Astrojumper [17] demandam a mesma imersão do jogador; porém, com recursos muito diferentes. Enquanto o primeiro usa óculos Rift para a imersão e os sensores do dispositivo, o segundo utiliza três telas estereoscópicas, quatro sensores de movimento e um aparato tecnológico de difícil transporte, que praticamente inviabiliza o uso fora de seu ambiente de testes.

Uma grande parte dos jogos consultados, desenvolvidos para plataforma desktop, fazem uso de dispositivos externos para poderem adquirir informações do jogador que não são possíveis com o conjunto básico de dispositivos de entrada: teclado e mouse. Muitas vezes, esses dispositivos de entrada apresentam-se até como fator de dificuldade nas interações com indivíduos com TEA. Porém, pelos dados resumidos nos gráficos ilustrados na Figura 3 e na Figura 4, é possível verificar que o desenvolvimento de jogos para plataforma desktop ainda é o mais adotado pelos pesquisadores nesta área, com 39 artigos selecionados frente a 20 artigos em mobile devices.

Os projetos de jogos que fazem uso de tabletop mostram a limitação que os dispositivos móveis ainda possuem na área de tecnologia assistiva: tamanho de tela. Os artigos para tabletop apresentam jogos colaborativos, que fazem uso de um mesmo dispositivo para melhorar habilidades de comunicação e interação social. A maior tela presente no mercado, atualmente, é a do tablet iPad Pro que em sua versão maior possui uma tela de 12,3”, a qual ainda é pequena para o uso conjunto de dois jogadores. Cabe ressaltar ainda que os tamanhos-padrão da maioria dos dispositivos móveis do mercado variam entre 7” e 10”.

Por fim, há consenso dos autores consultados de que o uso de jogos digitais no tratamento ou no treinamento de habilidades de indivíduos com TEA é efetivo. Todas as abordagens que apresentaram resultados quantitativos comparativos com métodos tradicionais relataram que há

em maior ou menor intensidade um ganho com o uso de jogos digitais como tecnologia assistiva para indivíduos com TEA. Da mesma forma, autores que relatam seus resultados a partir de avaliações qualitativas por meio de especialistas denotam também melhores resultados com o uso de jogos digitais em relação às abordagens tradicionais, como no caso dos jogos desenvolvidos por Tsangouri et al.

[8] e por Castillo et al. [36]. Além disso, vários autores mencionam que seus trabalhos podem ser expandidos ou que pretendem expandir seus estudos fazendo uso ainda dos jogos digitais, como no caso dos jogos desenvolvidos por Aburukba et al. [37], Weiss et al. [32], Kamaruzaman e Jomhari [25] e Weilun et al. [28].

Conclusões

A partir desta revisão, pode-se concluir que o uso de jogos digitais como tecnologia assistiva para pessoas com TEA mostra-se efetivo pelo número de estudos encontrados. A abordagem lúdica vem sendo aplicada de forma incremental cada vez mais ao longo do tempo. Os estudos fazem uso de diversas formas de obtenção de dados do jogador, sejam a partir de recursos dos próprios dispositivos (câmeras, sensores, microfones, entre outros), sejam com auxílio de recursos externos (sensores de movimento, rastreadores de olhos, detectores de gestos). Neste contexto, é relevante observar que o número de estudos fazendo uso de dispositivos móveis (smartphones e tablets) vêm crescendo gradativamente em função de um número grande de recursos que já se apresentam de forma embarcada nos mesmos. Entretanto, vários estudos ainda fazem uso de computadores em conjunto com dispositivos externos em função da maior capacidade de processamento apresentada, bem como uma maior facilidade de conexão de tais recursos, como, por exemplo, os sensores de movimento e os rastreadores de olhos, os quais são mais facilmente configuráveis em computadores do que em dispositivos móveis.

É importante destacar que dentre os estudos selecionados, nenhum faz menção negativa ao uso de jogos digitais como tecnologias assistivas para pessoas com TEA. Ao contrário, todos os artigos apresentam resultados positivos nos métodos utilizados, sempre apresentando uma melhora na área de habilidade proposta. Assim sendo, é possível encorajar novos estudos a serem realizados fazendo uso das tecnologias atuais aliadas ao uso dos jogos digitais com foco em tecnologias assistivas para pessoas que apresentam os transtornos do espectro do autismo.

Perspectivas Futuras

Até o presente momento, constatou-se uma grande quantidade de estudos focados no uso de jogos digitais como tecnologias assistivas para pessoas com TEA. Como mencionado, em função do maior poder de processamento e da maior facilidade de comunicação com dispositivos externos de aquisição de dados, muitos desses estudos ainda fazem uso de computadores como ferramenta

tecnológica, com foco na melhoria da qualidade de vida destes indivíduos. É possível vislumbrar que, com o aumento da capacidade dos dispositivos móveis, em conjunto com a evolução de seus sistemas operacionais, venham a ser mais utilizados neste tipo de aplicativos que os computadores.

É importante observar, também, que os dispositivos móveis fazem parte da vida das pessoas, independente de portarem ou não alguma necessidade especial. Assim sendo, quanto mais aplicativos forem desenvolvidos com foco nestes dispositivos fazendo uso de seus recursos internos para obtenção de dados do usuário mais fácil será de atingir os objetivos de melhorias das capacidades dessas pessoas. Neste mesmo enfoque, também é possível vislumbrar que os jogos desenvolvidos para pessoas com TEA devem cada vez mais se aproximar de jogos com características de entretenimento, uma vez que os mesmos tendem a conquistar mais a atenção dos usuários frente às atividades lúdicas mais simples.

Por fim, existe uma forte tendência ao crescimento da área de desenvolvimento de jogos digitais com características assistivas com foco em dispositivos móveis, sendo que os mesmos devem cada vez mais integrar-se às atividades cotidianas das pessoas com necessidades e habilidades especiais, em particular, as pessoas com TEA.

Referências

- [1] L. Kanner, "Autistic Disturbances of affective contact," *Nervous Child*, vol.2, pp. 217-250, 1943.
- [2] M. B. Marques and A. M. S. R. Mello, "TEACCH - Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children," in *Transtornos invasivos do desenvolvimento*, W. Camargos Jr. et al., Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos; Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 2005.
- [3] M. Elsabbagh, E. Mercure, K. Hudry, S. Chandler, G. Pasco, I. Charman, A. Pickles, S. Baron-Cohen, P. Bolton and M. H. Johnson, "Infant neural sensitivity to dynamic eye gaze is associated with later emerging autism," *Current Biology*, vol. 22, no. 4, pp. 338-342, 2012.
- [4] N. Balasubramanian and B. Wilson, "Games and Simulations," in *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, 2006, vol. 1.
- [5] O. Poobrasert, T. Mupattararot and L. Sae-ae, "Use of assistive technology to accommodate students with writing disabilities," 2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), Perth, WA, 2017, pp. 1-4.
- [6] N. Nasiri, S. Shirmohammadi and A. Rashed, "A serious game for children with speech disorders and hearing problems," in *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* Perth, WA, 2017, pp. 1-7, doi: 10.1109/SeGAH.2017.7939296.

- [7] M. Bernardes, F. Barros, M. Simoes and M. Castelo-Branco, "A serious game with virtual reality for travel training with Autism Spectrum Disorder," in *2015 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)*, Valencia, 2015, pp. 127-128.
- [8] C. Tsangouri, W. Li, Z. Zhu, F. Abtahi and T. Ro, "An interactive facial-expression training platform for individuals with autism spectrum disorder," in *2016 IEEE MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC)*, Cambridge, MA, 2016, pp. 1-3.
- [9] S. D. Silva, F. M. M. Neto, R. M. d. Lima, F. T. d. Macêdo, J. R. S. Santo and W. L. N. Silva, "Knowledgemon Hunter: A Serious Game with Geolocation to Support Learning of Children with Autism and Learning Difficulties," in *2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, Curitiba, 2017, pp. 293-296.
- [10] M. K. Belmonte, E. J. Weisblatt, A. Rybicki, B. Cook, C. S. Langensiepen, D. J. Brown, M. Dhariwal, T. Saxena-Chandhok and P. Karanth, "Can Computer-Assisted Training of Prerequisite Motor Skills Help Enable Communication in People with Autism?," in *2016 International Conference on Interactive Technologies and Games (ITAG)*, Nottingham, 2016, pp. 13-20.
- [11] M. Davis, N. Otero, K. Dautenhahn, C. L. Nehaniv and S. D. Powell, "Creating a software to promote understanding about narrative in children with autism: Reflecting on the design of feedback and opportunities to reason," in *2007 IEEE 6th International Conference on Development and Learning*, London, 2007, pp. 64-69.
- [12] E. Çahkuş, H. Köse and G. İnce, "Kinect interacted drum game for disabled children," in *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Trabzon, 2014, pp. 734-737.
- [13] A. Akbulut, "Computer aided autism threapy system design," in *2015 Medical Technologies National Conference (TIPTEKNO)*, Bodrum, 2015, pp. 1-4.
- [14] N. Uzuegbunam, Wing-Hang Wong, S. S. Cheung and L. Ruble, "MEBook: Kinect-based self-modeling intervention for children with autism," in *2015 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, Turin, 2015, pp. 1-6.
- [15] M. Roglić, V. Bobić, M. Djurić-Jovičić, M. Djordjević, N. Dragašević and B. Nikolić, "Serious gaming based on Kinect technology for autistic children in Serbia," in *2016 13th Symposium on Neural Networks and Applications (NEUREL)*, Belgrade, 2016, pp. 1-4.
- [16] P. R. De Silva, A. P. Madurapperuma, A. Marasinghe and M. Osano, "A Multi-agent Based Interactive System Towards Child's Emotion Performances Quantified Through Affective Body Gestures," in *18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06)*, Hong Kong, 2006, pp. 1236-1239.
- [17] S. L. Finkelstein, A. Nickel, T. Barnes and E. A. Suma, "Astrojumper: Designing a virtual reality exergame to motivate children with autism to exercise," in *2010 IEEE Virtual Reality Conference (VR)*, Waltham, MA, 2010, pp. 267-268.
- [18] G. Zhu, S. Cai, Y. Ma and E. Liu, "A Series of Leap Motion-Based Matching Games for Enhancing the Fine Motor Skills of Children with Autism," in *2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies*, Hualien, 2015, pp. 430-431.
- [19] H. Zhao, A. R. Swanson, A. S. Weitlauf, Z. E. Warren and N. Sarkar, "Hand-in-Hand: A Communication- Enhancement Collaborative Virtual Reality System for Promoting Social Interaction in Children With Autism Spectrum Disorders," *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 48, no. 2, pp. 136-148, April 2018.
- [20] C. Mei, B. T. Zahed, L. Mason and J. Ouarles, "Towards Joint Attention Training for Children with ASD - a VR Game Approach and Eye Gaze Exploration," in *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Reutlingen, 2018, pp. 289-296.
- [21] J. Rapela, T. Lin, M. Westerfield, T. Jung and J. Townsend, "Assisting autistic children with wireless EOG technology," in *2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, San Diego, CA, 2012, pp. 3504- 3506.
- [22] B. Abirached, Y. Zhang, J. K. Aggarwal, B. Tamersoy, T. Fernandes, J. C. Miranda and V. Orvalho, "Improving communication skills of children with ASDs through interaction with virtual characters," in *2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, Braga, 2011, pp. 1-4.
- [23] E. Marchi, B. Schuller, A. Baird, S. Baron-Cohen, A. Lassalle, H. O'Reilly, D. Pigat, P. Robinson, I. Davies, T. Baltrusaitis, A. Adams, M. Mahmoud, O. Golan, S. Fridenson-Hayo, S. Tal, S. Newman, N. Meir-Goren, A. Camurri, S. Piana, S. Bolte, M. Sezgin, N. Alyuz, A. Rynkiewicz and A. Baranger, "The ASC-Inclusion Perceptual Serious Gaming Platform for Autistic Children," *IEEE Transactions on Games*, vol. 11, no. 4, pp. 328-339, Dec. 2019, doi: 10.1109/TG.2018.2864640.
- [24] A. Z. Hassan, B. T. Zahed, F. T. Zohora, J. M. Moosa, T. Salam, M. M. Rahman, H. S. Ferdous and S. I. Ahmed, "Developing the Concept of Money by Interactive Computer Games for Autistic Children," in *2011 IEEE International Symposium on Multimedia*, Dana Point CA, 2011, pp. 559-564.
- [25] N. N. Kamaruzaman and N. Jomhari, "Digital Game-Based Learning for Low Functioning Autism Children in Learning Al-Quran," in *2013 Taibah University International Conference on Advances in Information Technology for the Holy Quran and Its Sciences*, Madinah, 2013, pp. 184-189.
- [26] N. Pistoljevic and V. Hulusic, "An interactive E-book with an educational game for children with developmental disorders: A pilot user study," in *2017 9th International*

Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), Athens, 2017, pp. 87-93.

[27] D. Chakraborty, R. Bannerjee, S. Das and A. Das, "Teaching aid software - Training autistic children through computers," in *2017 5th National Conference on E-Learning & E-Learning Technologies (ELELTECH)*, Hyderabad, 2017, pp. 1-6.

[28] L. Weilun, M. R. Elara and E. M. A. Garcia, "Virtual game approach for rehabilitation in autistic children," in *2011 8th International Conference on Information, Communications & Signal Processing, Singapore*, 2011, pp. 1-6.

[29] J. P. Hourcade, N. E. Bullock-Rest and T. E. Hansen, "Multitouch tablet applications and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders," *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 16, no. 2, pp. 157-168, Feb. 2012.

[30] A. Battocchi, F. Pianesi, P. Venuti, A. Ben-Sasson, E. Gal and P. L. Weiss, "Collaborative Puzzle Game: Fostering collaboration in children with autistic spectrum disorder (ASD) and with typical development," in *2009 Virtual Rehabilitation International Conference*, Haifa, 2009, pp. 204-204.

[31] P. H. Dietz and D. L. Leigh, "DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology" in *Proceedings of User Interface Software and Technology (UIST)*, Orlando, FL., 2001.

[32] P. L. Weiss, E. Gal, M. Zancanaro, L. Giusti, S. Cobb, L. Millen, T. Hawkins, T. Glover, D. Sanassy and S. Eden, "Usability of technology supported social competence training for children on the Autism Spectrum," in *2011 International Conference on Virtual Rehabilitation*, Zurich, Switzerland, 2011, pp. 1-8.

[33] G. F. M. Silva-Calpa, A. B. Raposo and M. Suplino, "CoASD: A tabletop game to support the collaborative work of users with autism spectrum disorder," in *2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, Vienna, 2018, pp. 1-8.

[34] A. O. Barajas, H. Al Osman and S. Shirmohammadi, "A Serious Game for children with Autism Spectrum Disorder as a tool for play therapy," in *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, Perth, WA, 2017, pp. 1-7.

[35] T. Rambhia, M. Dhodi, V. Patel and D. R. Kalbande, "Design of an intelligent system for autism," in *2018 International Conference on Communication information and Computing Technology (ICCICT)*, Mumbai, 2018, pp. 1-8.

[36] T. A. Castillo, C. P. de Celis, C. Lara, M. J. Somodevilla, I. H. Pineda, K. F. de Alba, E. Romero, "Authic: Computational tool for children with autistic spectrum disorder," in *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, Salamanca, 2016, pp. 1-6.

[37] R. Aburukba, F. Aloul, A. Mahmoud, K. Kamili and S. Ajmal, "AutiAid: A learning mobile application for autistic children," in *2017 IEEE 19th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, Dalian, 2017, pp. 1-6.

Información de Contacto de los Autores:

Maicris Fernandes

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde
PUCPR
Curitiba/PR
Brasil
maicris.fernandes@pucpr.br
<http://lattes.cnpq.br/8524109674722964>

Percy Nohama

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde
PUCPR
Curitiba/PR
Brasil
percy.nohama@pucpr.br
<http://lattes.cnpq.br/5055126579468463>

Maicris Fernandes

Professor em cursos de graduação, extensão e pós-graduação na PUCPR, engenheiro electricista e pós-graduado em desenvolvimento de jogos. Atua em desenvolvimento para dispositivos móveis e desenvolvimento de jogos.

Percy Nohama

Professor de eletrônica, filósofo e doutor em engenharia elétrica/biomédica. Atua em tecnologias assistivas voltadas à mobilidade e comunicação alternativa e ampliada.