

EL DORADO: JOGO SÉRIO DESENVOLVIDO PARA ESTIMULAÇÃO SENSORIAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

EL DORADO: SERIOUS GAME DEVELOPED FOR SENSORY STIMULATION IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER

Richard Ribeiro Brancato de Souza - <https://orcid.org/0000-0001-5240-7855>

Marcelo Bravin - <https://orcid.org/0000-0001-7582-8679>

Henrique da Costa Rodrigues - <https://orcid.org/0000-0002-8912-6026>

Silvia Cristina Martini Rodrigues - <https://orcid.org/0000-0002-0858-4050>

Márcia Aparecida Silva Bissaco - <https://orcid.org/0000-0002-3219-2567>

Universidade Mogi Das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes – SP, Brasil

Resumo

Muitas crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) apresentam como característica frequente alterações sensoriais, podendo estas serem perturbadoras, gerando ansiedade e comportamentos agressivos ou automutiladores. Como qualquer outra criança, independente do transtorno ou comorbidade, crianças com TEA podem se beneficiar de treinamentos baseados na interação com estímulos sensoriais. Porém, necessitam de uma atenção especial a respeito de como estes estímulos são apresentados. Nesta pesquisa, foi desenvolvido uma tecnologia digital voltada a área da saúde, El-Dorado que pode ser executado através de dispositivos móveis (Smartphone/Tablet), com objetivo de efetuar habituação aos estímulos sensoriais (visuais, auditivos e vibracionais) comumente apresentados em mídias digitais. Tornando-se inovador e extremamente útil, pois pode evitar ou diminuir a ocorrência da hipersensibilidade durante a execução de experimentos, jogos digitais, jogos sérios, vídeos, animações etc.

Palavras-Chave: Autismo, Jogo Digital, Sentidos, TEA, Estímulos Sensoriais.

Abstract

Many children with Autism Spectrum Disorder (ASD) have sensory alterations as a frequent characteristic, which may be disturbing, generating anxiety and aggressive or self-mutilating behaviors. Like any other child, regardless of the disorder or comorbidity, children with ASD can benefit from training based on interaction with sensory stimuli. However, they need special attention on how these stimuli are presented. In this research, a digital technology focused on the health area, El-Dorado, was developed that can be performed through mobile devices (Smartphone/Tablet), to make habituation to sensory stimuli (visual, auditory and vibrational) commonly presented in digital media. Becoming innovative and extremely useful, as it can prevent or decrease the occurrence of hypersensitivity while running experiments, digital games, serious games, videos, animations etc.

Keywords: Autism, Digital Game, Senses, ASD, Sensory Stimuli.

Introdução

A definição atualmente aceita e mundialmente difundida sobre o autismo é a definição apresentada no DSM-V, que descreve o TEA como um grupo de distúrbios do neurodesenvolvimento complexo e geneticamente heterogêneo, caracterizado por dificuldades em interação social, habilidade de comunicação e um padrão de comportamentos repetitivos e estereotipados, podendo apresentar níveis de gravidade distintos com apresentações e manifestações distintas, o que leva a denominar o quadro como espectral (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014).

Muitas crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) apresentam como característica frequente alterações sensoriais, podendo estas serem perturbadoras, gerando ansiedade e comportamentos agressivos ou automutiladores. Como qualquer outra criança, independente do transtorno ou comorbidade, crianças com TEA podem se beneficiar de treinamentos baseados na interação com estímulos sensoriais. Porém, necessitam de uma atenção especial a respeito de como estes estímulos são apresentados (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014; CHOI; LIM, 2010; CHUANG; KUO, 2016; POSAR; VISCONTI, 2018).

Pesquisadores da área da saúde, psicologia e pedagogia acreditam que o uso de métodos de ensino, em que ocorre a interação homem-máquina ao invés da interação social face a face ou trabalhos grupais, auxiliam no desenvolvimento destes indivíduos com a vantagem de gerar menos ansiedade e frustrações (CALDERÓN; RUIZ, 2015; CONNOLLY et al., 2012; RAJENDRAN, 2013; WAINER; INGERSOLL, 2011). Por este motivo, existem qualidades na utilização de jogos digitais para na terapia e educação de indivíduos com TEA, apresentando como vantagens: facilidade de acesso, mobilidade, possibilidade de efetuar feedback instantâneo ao jogador, ajuste às necessidades individuais, diversidade de estímulos sensoriais, possibilidade de agrupamento de indivíduos para realização de uma mesma tarefa, ajustar os níveis de dificuldade e possibilidade de repetibilidade da mesma ação diversas vezes (LANYI; BROWN, 2010; MEIRELLES, 2019).

Entretanto, muitos dos softwares desenvolvidos na atualidade para tratamento ou treinamento de diversos aspectos comportamentais apresentados por indivíduos com TEA, não se aprofundam ou ignoram a necessidade de se adaptar à habituação aos estímulos sensoriais destes indivíduos (ALMEIDA et al., 2019; ALONSO-FERNÁNDEZ et al., 2019; STURM; PEPPE; PLOOG, 2016; YAKKUNDI; DILLENBURGER; GOODMAN, 2018). Pois quando aplicado sem um devido cuidado ou uma pré-estimulação na qual habitue as crianças com TEA aos estímulos sensoriais apresentados através das mídias digitais, é possível gerar ansiedade e frustração, ativando os sistemas de hipersensibilidade destas crianças (BRANCATO et al., 2020; MAGRINI et al., 2019).

Além disto, as ferramentas digitais já existentes que contemplam o trabalho da integração sensorial de crianças com TEA, utilizam equipamento de alto custo, em sua maioria não possuem mobilidade e necessitam de atenção constante de um profissional habilitado para a execução do treinamento (BRANCATO, 2020; CHOI; LIM, 2010; RINGLAND et al., 2014)

Por conta da grande busca pelo desenvolvimento de novas tecnologias para treinamento e tratamento na área da saúde, em especial voltados a indivíduos com TEA, a necessidade de redução dos custos, amplificação do acesso em conjunto a apresentação da hipersensibilidade a estímulos digitais apresentados por indivíduos com TEA. Concluiu-se que seria de grande valia o desenvolvimento de um jogo sério que pode ser executado através de dispositivos móveis (Smartphone/Tablet), com objetivo de efetuar habituação aos estímulos sensoriais (visuais, auditivos e

vibracionais) comumente apresentados em mídias digitais. Inovadora e extremamente útil, pois pode evitar ou diminuir a ocorrência da hipersensibilidade durante a execução de experimentos, jogos digitais, jogos sérios, vídeos, animações etc.

Fundamentação teórica

Nesta seção, serão apresentadas informações sobre os trabalhos correlacionados e embasamento psicológico utilizado.

2.1. Trabalhos Correlacionados

Dentre os jogos que se assemelham ao El-Dorado, com objetivo de estimular determinados sentidos através de jogos sérios digitais para treinamento e tratamento de deficits na integração sensorial de indivíduos com TEA, estão os jogos listados abaixo:

Sistema de Terapia Integrativa (ITS) é um jogo sério baseado no design interativo para crianças com TEA, que usa para sua aplicação computador, projetor, tela, refletor infravermelho, câmera digital e objetos tangíveis como bastões, cama elástica e placa de rotação. Sua aplicação é sempre acompanhada de um profissional habilitado (CHOI; LIM, 2010).

Game-based learning (GBL) é baseada em jogos com sensores de movimento de webcam, computador e projetor para estimulação sensorial de estudantes com autismo. Todo o processo deve ser acompanhado por profissionais treinados e habilitados (LI et al., 2012).

SensoryPaint é composto por uma interface de usuário natural com capacidade para sobrepor a reflexão do usuário em uma superfície de projetor e pintar essa superfície com bolas de diferentes cores e texturas. Para aplicação da ferramenta são utilizados sensores de movimento, computador e projetor, todo o processo deve ser acompanhado por profissionais treinados e habilitados (RINGLAND et al., 2014).

Sistema Integrado de Escuta (iLS) combina a audição de músicas de baixa frequência processada acusticamente por via óssea e via aérea com equilíbrio de participação, atividades viso motoras e movimento. Sua aplicação é monitorada por um profissional habilitado utilizando somente um Apple iPod (SCHOEN; MILLER; SULLIVAN, 2015).

Secret Interstellar Treasure é um jogo sério baseado na tecnologia de sensores de movimento da Microsoft Kinect, que utiliza do envolvimento de pais ou cuidadores no processo de tratamento da disfunção da integração sensorial de crianças com TEA (CHUANG; KUO, 2016).

Biofeedback-based é um jogo de treinamento de equilíbrio para jovens com TEA com interface direta e biofeedback visual, instruções verbais mínimas e adaptação de dificuldade com base no equilíbrio inicial de cada indivíduo. O software foi desenvolvido para plataforma Windows, utilizando de uma câmera Microsoft Kinect e uma placa de equilíbrio do Nitendo Wii, também necessitando de acompanhamento integral e intervenções de um profissional habilitado (TRAVERS et al., 2018).

Sistema Expressivo Multicanal Interativo (SEMI) é uma realidade virtual que possui um conjunto de jogos interativos com níveis de dificuldade organizados com base no perfil sensorial da criança com TEA, necessitando de intervenções e acompanhamento de profissional habilitado e utiliza para sua aplicação um computador e um sensor de movimento Microsoft Kinect (MAGRINI et al., 2019).

SoundFiels é um jogo de realidade virtual com representações naturalistas de estímulos auditivos temidos, usando áudio espacial binaural, utilizando um computador ou notebook. Também necessita de acompanhamento integral em sua execução (JOHNSTON; EGERMANN; KEARNEY, 2020).

Em suma, as ferramentas empregadas para tratamento da disfunção da integração sensorial em crianças com TEA utilizam de equipamentos de alto custo, com baixa mobilidade e difícil acesso para o público brasileiro. Também necessitam de acompanhamento integral durante sua usabilidade, diminuindo a quantidade de acessos e repetição do processo de habituação aos estímulos sensoriais. Os resultados obtidos com as aplicações das ferramentas demonstram que a utilização de dispositivos digitais é apropriada para o tratamento/treinamento da integração sensorial. Porém estes trabalhos citados anteriormente, bem como outros trabalhos direcionados para treinamentos diversos com o público TEA (BONO et al., 2016; CASALE et al., 2015; CHOI; LIM, 2010; CHUANG; KUO, 2016; DAOUADJI AMINA; FATIMA, 2018; JOHNSTON; EGERMANN; KEARNEY, 2020; KHOWAJA; SALIM, 2018; LI et al., 2012; MAGRINI et al., 2019; RINGLAND et al., 2014; SCHOEN; MILLER; SULLIVAN, 2015; TRAVERS et al., 2018) partem de uma ideiação de que os indivíduos são habituados aos estímulos comumente apresentados por mídias digitais, o que pode ocasionar frustrações ou ansiedade ao utilizar a ferramenta.

2.2. Embasamento Psicológico

Com intuito de evitar ou diminuir frustrações e ansiedades nos indivíduos com TEA, bem como estipular uma base metodológica fidedigna que sustente todo o processo de desenvolvimento. O jogo El-Dorado foi embasado na técnica de Exposição e Prevenção de Respostas (EPR) (WOLPE, 1990) e nos princípios básicos da Análise do Comportamento (AC) (MOREIRA, M.B; MEDEIROS, 2007).

A técnica EPR foi desenvolvida pelo médico e behaviorista Joseph Wolpe (1990)(WOLPE, 1990). Consiste em apresentar gradualmente estímulos que podem ou não ser aversivos, ansiosos ou fóbicos desde níveis menos intensos até níveis mais intensos ao indivíduos, controlando o ambiente e as contingências para que não cause qualquer perigo. Isto ajuda na superação da ansiedade, do medo ou do receio, efetuando assim um processo de habituação para que os indivíduos se acostumem de forma natural a estes estímulos (MARKS; HODGSON; RACHMAN, 1975; RACHMAN; HODGSON; MARKS, 1971).

AC é uma abordagem psicológica que foca na compreensão do ser humano a partir da interação deste com o ambiente (MOREIRA, M.B; MEDEIROS, 2007). Moreira e Medeiros (2007) apresentaram de forma sistemática os conceitos e princípios dela, tais como: reflexo inato, reflexo aprendido, reforço, punição, entre outros.

Materiais e métodos

O jogo descrito a seguir foi denominado El-Dorado, em referência à lenda indígena sobre uma cidade perdida totalmente feita de ouro (PORTO EDITORA, 2021). O jogo foi projetado para efetuar a habituação a estímulos sensoriais (visuais, auditivos e vibracionais) comumente apresentados em mídias digitais, podendo ajudar crianças alfabetizadas ou não alfabetizadas com TEA, com idades entre 4 e 12 anos.

Em contato com toda a equipe desenvolvedora, foi estipulado que o jogo sério El-Dorado apresentaria um jogo de memória visual inspirado no jogo Simon, que foi criado em 1978 pela empresa Milton Brandley atual Hasbro, no qual o jogador repete constantemente a sequência de cores e sons apresentados de forma gradual e randômica. Neste jogo, a cada demonstração de cor era emitido um som polifônico equivalente à cor, desde uma cor até ocorrer um erro pelo jogador, quando as

sequências eram reiniciadas (ESTRELA, 2021). Porém, considerando o fato de que muitos indivíduos com TEA apresentam disfunções da integração sensorial, bem como reações atípicas a estímulos sensoriais (hiper/hiporreatividade) (ALLEN et al., 2013; AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014). No jogo El-Dorado foram realizadas modificações para acrescentar a técnica psicológica de Exposição e Prevenção de Respostas (EPR). Esta técnica se enquadra nas necessidades específicas da proposta de jogo via dispositivo móvel, como a exposição gradual, a adaptação as características individuais, a possibilidade de inserção em meio digital visto que não necessita de periféricos para a funcionalidade pretendida neste projeto. E os princípios básicos de análise do comportamento (AC) para exposição gradual a estímulos sensoriais de forma preventiva (MOREIRA, M.B; MEDEIROS, 2007; WOLPE, 1990).

Neste projeto foi utilizado dois conceitos da AC. O Reforço Positivo que é um tipo de consequência do comportamento com acréscimo de um estímulo positivo e que aumenta a probabilidade de ocorrência, manutenção e/ou repetição de um determinado comportamento. E as Leis da intensidade/magnitude que estabelecem que a intensidade do estímulo é uma medida diretamente proporcional à magnitude da resposta. Ou seja, quanto maior a intensidade do estímulo, maior é a magnitude da resposta (MOREIRA, M.B; MEDEIROS, 2007).

O conceito de Punição foi totalmente evitado, este é uma consequência do comportamento no qual é emitido algo aversivo para o indivíduo ou retirado algo reforçador do indivíduo, tendendo assim a controlar o comportamento. Este princípio pode desencadear comportamentos adversos, como angústias, frustrações e outros, que dificilmente são controlados em qualquer estudo (MOREIRA, M.B; MEDEIROS, 2007)

Foram considerados os procedimentos do Short Game Designe Document (SGDD) (MOTTA; JUNIOR, 2013), bem como os conceitos de qualidade internacionais de software, como a norma ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598, que abrange a qualidade do uso interno e externo do software e sua avaliação considerando as principais características do processo (reprodutibilidade, repetibilidade, imparcialidade e objetividade).

Desenvolvimento de software

Para o desenvolvimento do EI-Dorado foram executados levantamentos de análise e projeto, implementação e testes finais (BRANCATO, 2020; SOMMERVILLE, 2011) bem como também foi elaborado o GDD (Game Design Document).

Todos os requisitos foram organizados através de duas revisões sistemáticas e a ajuda de uma equipe multidisciplinar (psicólogos, especialistas em informática e engenheiros biomédicos)(BRANCATO et al., 2020; BRANCATO, 2020; SOMMERVILLE, 2011). Depois disto foram listados os requisitos funcionais e não funcionais, também foram desenvolvidos os protótipos, diagramas modelados na ferramenta Astah Community (ASTAH, 2020). As Figuras 1 e 2 demonstram o diagrama de caso de caso de uso (UC) e o diagrama de atividades do jogo EI-Dorado. Apresentando de forma estática e dinâmica as funções do jogo.

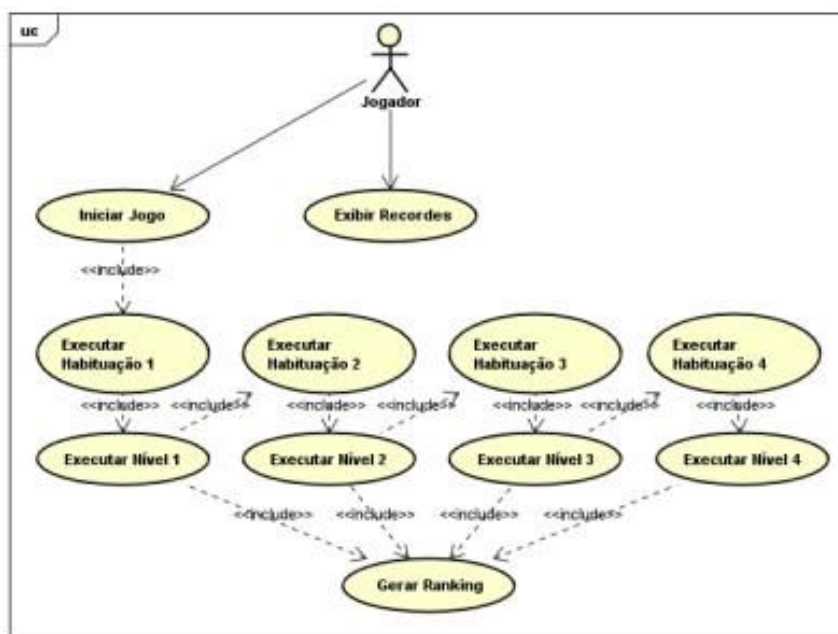


Fig. 1. Diagrama de Caso de Uso (UC)

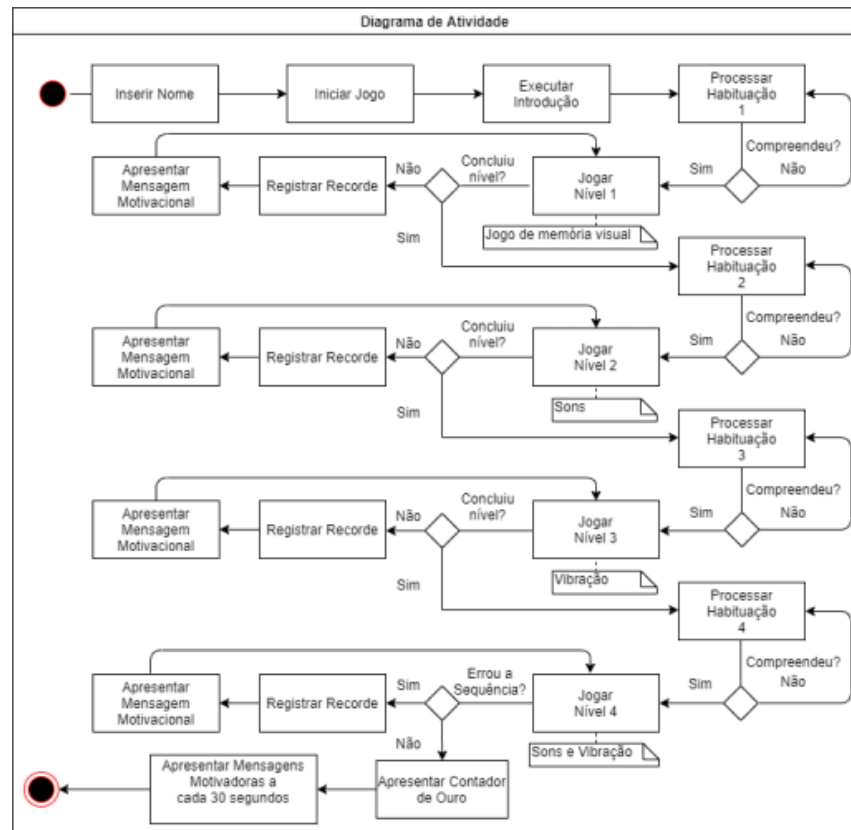


Fig. 2. Diagrama de Atividade

A modelagem dos personagens, cenários e objetos foi realizada usando as ferramentas Adobe Illustrator (ANDRADE, 2019); e Adobe Photoshop (BELGAL et al., 2006).

As animações e quaisquer elementos interativos do jogo foram desenvolvidos utilizando o Game Sprite, que é um conjunto de frames de animações as quais correspondem a cada ação do objeto (ANDRADE, 2019; BELGAL et al., 2006). A interatividade ocorrerá por pressões dos dedos na tela sensível Touch Screen do aparelho utilizado.

Para a criação do aplicativo para dispositivos móveis na versão Android 4.0.3 ou superior, foi usado o ambiente de desenvolvimento integrado/Integrated Development Environment (IDE) Android Studio e o software Android software (SDK) Flutter pertencente a Google, a linguagem de programação Java, Kotlin e a linguagem JSON (JavaScript Object Notation). Foram instalados frameworks do kit de desenvolvimento de software Maven.

O recurso de reprodução de áudio de frases para comunicação do NPC com o jogador, foi implementado através de gravações de voz em MP3. Os sons polifônicos

utilizados como distrativos nas fases jogáveis foram adquiridos em formato MP3 disponibilizado gratuitamente pela Google (VTRO STUDIO, 2020).

Avaliação do jogo

A consistência do jogo foi verificada através de testes de software executados pelos autores, observando-se usabilidade, funcionalidade, navegação e jogabilidade, também foi efetuada avaliação especializada.

Todos os procedimentos envolvendo os especialistas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Mogi das Cruzes (CAAE-34348620.0.0000.5497 / Número do Parecer: 4.144.313). Os especialistas convidados para avaliação do jogo sério assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram aplicados os testes Caixa Preta e Caixa Branca para verificação de erros na codificação e funcionamento do software. O teste caixa preta é usado para verificar as funcionalidades do sistema e a saída dos dados, enquanto o teste caixa branca permite verificar o código fonte, para analisar a estrutura do código e se são gerados quaisquer erros (DELAMARO; MALDONADO; JINO, 2007; BEINGOLEA et. al, 2021).

Também foi criado um roteiro de testes que abrange as funcionalidades de todo o jogo sério a fim de verificar se as sequencias de ações e os feedbacks estão ocorrendo conforme esperado, atentando-se a qualidade de uso do método implementado (BRANCATO, 2020). Os testes foram realizados de acordo com as normas ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e conforme solicita o Capability Maturity Model Integration (CMMI) (COUTO, 2007). Além disso, os especialistas também responderam ao questionário de Escala de Usabilidade do Sistema (SUS) (BROOKE, 1996).

A Escala de Usabilidade do Sistema (SUS) é um teste aplicado para avaliar produtos, serviços, hardwares, softwares, websites, aplicações ou qualquer tipo de interface, usando três critérios de avaliação: a efetividade, eficiência e satisfação (BROOKE, 1996).

Avaliação dos especialistas

Para determinar o número de especialistas que foram convidados para este estudo, foi levado em consideração a heurística de Nielsen, que determina que cinco

participantes são suficientes para detectar erros em um primeiro teste de usabilidade (NIELSEN; MOLICH, 1990). Foram consideradas, portanto, as opiniões de cinco especialistas em cada área do conhecimento que abrange o estudo, ou seja, cinco psicólogos, cinco psicopedagogos, cinco terapeutas ocupacionais e cinco especialistas em jogos, totalizando vinte especialistas. Eles foram convidados via redes sociais como o Facebook em páginas criadas para comunicação entre especialistas em cada área ou grupos de especialistas do WhatsApp. A participação deles se restringiu a execução do jogo sério El-Dorado, em data e local de preferência deles, levando em conta técnicas pertinentes a cada especialidade e responder dois questionários via Google Forms (BRANCATO, 2020). Um questionário elaborado observando a expertise de cada especialista, com base no questionário desenvolvido e validado por de Castro (2011) e a Escala de Usabilidade do Sistema (SUS) (BROOKE, 1996; DE CASTRO, 2011).

Análise dos dados

Os resultados qualitativos, obtidos a partir da avaliação realizada por especialistas, foram mensurados por meio de análise estatística descritiva, calculando-se a média das respostas dos especialistas analisando os componentes de qualidade. A escala Likert foi aplicada aos questionários com intuito de minimizar a subjetividade dos dados qualitativos.

Os dados do questionário SUS, foram avaliados somando-se as contribuições dos resultados de cada item. A escala SUS possui dez afirmações baseadas na escala de cinco pontos, para avaliar o nível de concordância dos voluntários com o jogo. As afirmações do questionário são divididas por igual, sendo metade redigida de forma positiva e a outra metade de forma negativa. Cada resposta corresponde a uma pontuação, sendo elas, 1 – Discordo totalmente, 2- Discordo, 3- Não concordo e nem discordo, 4- Concordo e 5- Concordo totalmente. O total de pontos deste questionário (SUS score) é obtido somando-se as contribuições de cada item com valores de 0 a 4. A contribuição das questões ímpares é calculada levando em conta a posição da escala menos 1, enquanto para as questões pares, calcula-se 5 menos o valor da posição da escala. A soma dos valores é multiplicada por 2,5, resultando no SUS score, a amplitude total varia de 0 a 100 (BROOKE, 1996).

Também é possível relacionar as perguntas à heurística de Nielsen, para uma avaliação mais estruturada, relacionando as perguntas a característica desejada: Facilidade de aprendizagem, questões 3, 4, 7 e 10; Eficiência, questões 5, 6 e 8; Facilidade de memorização, questão 2; Minimização dos erros, questão 6 e Satisfação, questões 1, 4 e 9.

Resultados

Os resultados adquiridos no processo de desenvolvimento do jogo, sua avaliação por especialistas e o teste de usabilidade são apresentados nos itens a seguir.

Jogo El-Dorado

O jogo sério El-Dorado foi desenvolvido com intuito de auxiliar crianças com TEA, habituando-as aos estímulos sensoriais (visuais, auditivos e vibracionais) comumente apresentados em mídias digitais, de modo a atuar como uma ferramenta complementar aos tratamentos tradicionais da integração sensorial. Possui como características principais sua mobilidade, não necessidade de acompanhamento profissional integral durante sua reprodução e não uso de equipamentos de difícil acesso para a população brasileira como, por exemplo, o Kinect, pois é necessário somente um Smartphone ou Tablet para sua execução.

Apresentando um jogo de memória visual, no qual o jogador deverá repetir constantemente as sequencias de cores apresentadas de forma gradual e randômica. Como distrativos foram usados os acréscimos graduais de estímulos sensoriais (visual/auditivo/vibracional) e efetuando o processo de habituação aos estímulos sensoriais, conforme seu embasamento na técnica de Exposição e Prevenção de Respostas (WOLPE, 1990). Também apresenta reforçamentos naturais e arbitrários embasados na Análise do Comportamento (MOREIRA, M.B; MEDEIROS, 2007).

El-Dorado inicia com uma história introdutória, para instigar o jogador e motivar durante a jogabilidade.



Fig. 3. Introdução

Foi desenvolvido um personagem não jogável (NPC) com finalidade de facilitar o processo de habituação, efetuar de forma lúdica os reforçamentos positivos, bem como gerar uma maior aproximação do jogador. No início de cada nível de dificuldade, esse NPC instrui como jogar, apresenta os estímulos sensoriais contidos no nível, efetuando assim o início do processo de habituação. Toda comunicação é apresentada tanto em áudio quanto em texto, facilitando assim a compreensão de crianças não alfabetizadas.

Cada nível se encerra quando o jogador cometer o primeiro erro após uma sequência igual ou superior a cinco acertos. Sempre que ocorrer o erro, antes da conclusão é apresentada uma mensagem motivacional, reforçando assim a continuidade na jogabilidade.



Fig. 4. Jogabilidade

O jogo é um puzzle de memória visual com acréscimos graduais de estímulos distrativos, o nível 1- não possui distrativo para que seja feita habituação ao estímulo visual, o nível 2- possui distrativo auditivo, para efetuar a habituação do estímulo auditivo, o nível 3- possui distrativo vibracional para efetuar a habituação do estímulo vibracional e o nível 4- possui distrativos auditivos e vibracionais, para efetuar a habituação conjunta de estímulos visuais, auditivos e vibracionais, bem como auxiliar na concentração e foco.

São registrados os acertos e recordes também com intuito de reforçar a jogabilidade e manter o interesse do jogador. O quarto e último nível não possui finalização, o intuito deste nível é reforçar a habituação aos estímulos apresentados, instruindo o jogador a bater os próprios recordes e manter a repetibilidade.

Avaliação especializada e teste de usabilidade

A seguir são apresentados os resultados de todas as avaliações feitas pelos especialistas.

- **Resultados das avaliações dos especialistas em psicologia**

Através das avaliações dos especialistas em psicologia, foi possível observar que (n=4) 80% deles confirmaram que o jogo El-Dorado não apresenta situações que possam expor as crianças com TEA a experiências aversivas, frustrantes ou ansiosas não controladas. Estes especialistas reforçaram a qualidade da ferramenta em apresentar os estímulos sensoriais de forma controlada e gradual em intensidade. Além disto, (n=3) 60% destes especialistas identificaram que o jogo se trata de progresso e não insere os jogadores em situações de ganhar ou perder, é ressaltado a forma lúdica e controlada e, principalmente, a não utilização de qualquer forma de punição. Em unanimidade, os especialistas concordaram que as contingências reforçadoras do comportamento de jogar são aplicadas corretamente. Todos os especialistas psicólogos identificaram que a ferramenta pode ser utilizada para efetuar a habituação a estímulos sensoriais e complementar no treinamento da integração sensorial de crianças com TEA. Em todas as categorias analisadas pelos especialistas em psicologia, o jogo sério digital El-Dorado foi aprovado.

- **Resultado das avaliações dos especialistas em psicopedagogia**

Com a avaliação qualitativa executada pelos especialistas em psicopedagogia, foi possível verificar que (n=4) 80% dos especialistas negaram a existência de características não controladas que possam expor a criança com TEA a situações que atrapalhem o processo de integração sensorial. Ressaltaram que o jogo apresenta potencial em contribuir no desenvolvimento de habilidades cognitivas, sensório-motoras, emocionais e sociais das crianças com TEA. Também foi indicado por (n=4) 80% dos avaliadores psicopedagogos que os elementos facilitadores da aprendizagem presentes no jogo El-Dorado são condizentes com as necessidades da população TEA. Estes especialistas reforçaram as características do jogo como conteúdos bem explicados, a utilização de repetição, frases motivadoras, exercícios de memorização, exercício que melhoram atenção e concentração e a não utilização de qualquer forma de punição. Sobre o uso do jogo El-Dorado como ferramenta complementar no processo de treinamento da integração sensorial de crianças com TEA, todos os especialistas (N=5) concordaram que este jogo possui potencial para este uso. Ressaltaram a qualidade de uso de meios digitais com o público TEA. Também confirmaram que a aplicação da progressão gradual tanto em dificuldade quanto em apresentação de estímulos, como meio de promover evolução de condutas reflexivas.

Em todos os comentários direcionadas ao jogo, a maioria (mais de 80%) dos avaliadores aprovaram os requisitos presentes no jogo desenvolvido.

- **Resultado das avaliações dos especialistas em terapia ocupacional**

A partir das avaliações executadas pelos especialistas em terapia ocupacional, observou-se que (n=4) 80% dos especialistas identificaram a presença dos estímulos sensoriais propostos no jogo El-Dorado. Também comentaram que o jogo apresenta informações relacionadas à atenção e concentração. Sobre o uso do jogo como ferramenta complementar no treinamento gradual da integração sensorial (n=3), 60% dos especialistas informam que esse jogo pode ser utilizado com esta finalidade. É especificando que o jogo pode ser utilizado para a habituação de informações específicas, que são necessárias para que a criança com TEA diminua a aversão aos estímulos sensoriais visuais, auditivos e táteis. Também comentaram que a apresentação dos estímulos sensoriais é dada de maneira protegida e cuidada, podendo ser empregada para o treinamento de foco, atenção e outras habilidades que são alteradas no TEA. Em seus comentários finais, os especialistas a qualidade de diversos usos da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa e a aceitação dela como uma proposta para acréscimo de estímulos sensoriais visuais, auditivos e táteis.

- **Resultados das avaliações dos especialistas em jogos**

Nas avaliações executadas pelos especialistas em jogos, foi possível observar que todos estes especialistas (n=5) avaliaram positivamente as cores utilizadas no jogo sério El-Dorado. Sobre o grau de usabilidade deste jogo, a maioria dos especialistas (n=4) classificou como “Excelente” e apenas um deles (n=1) classificou como “Bom”, indicando que o jogo é intuitivo. Considerando o padrão de gráficos 2D, (n=1) 20% dos especialistas indicaram que o jogo possui qualidade “Excelente”, (n=2) 40% avaliaram como “Ótima”, (n=1) 20% avaliou como “Boa” e (n=1) 20% avaliou como “Regular” a qualidade. Esta informação vai ao encontro dos requisitos não funcionais (cenários, imagens e objetos) e a satisfação dos usuários, conforme apresentado na avaliação da escala SUS.

A qualidade da interface gráfica torna o jogo intuitivo e autoexplicativo, (n=3) 60% dos especialistas informaram que a qualidade de informações necessárias para a

utilização do jogo estão presentes no próprio jogo, (n=1) 20% identificaram essa qualidade como ótima e (n=2) 20% identificaram como boa. Ainda analisando o quesito de interação com o jogo, os especialistas avaliaram como (n=2) 40% “Ótimo” e (n=3) 60% “Bom”, indicando boa qualidade, porém com potencial para melhorias.

Quanto aos elementos sonoros, (n=1) 20% dos especialistas avaliaram como “Excelente”, (n=1) 20% avaliaram como “Ótimo”, (n=2) 40% avaliaram como “Bom” e (n=1) 20% avaliaram como “Regular”. Quanto às estratégias utilizadas durante o jogo, (n=1) 20% dos especialistas avaliaram como “Excelente”, (n=3) 60% avaliaram como “Ótima” e (n=1) 20% avaliaram como “Bom”. Em seus comentários ressaltam a qualidade de treinamento de atenção, concentração e técnicas de memorização durante a jogabilidade.

A amplitude da avaliação executada por especialistas em jogos permite considerar que o jogo foi aprovado em todas as categorias analisadas, demonstrando qualidade de uso.

- **Resultados das avaliações do teste de usabilidade (SUS)**

Segundo Tenório et al. (2011), pode-se reconhecer os componentes de qualidade de software apresentados por Nielsen (2012) através do resultado da média de pontuação do questionário SUS (Tabela 1), a saber: Facilidade de aprendizado (questões 3, 4, 7, 10); Eficiência (questões 5, 6 e 8); Facilidade de memorização (questão 2); Minimização dos erros (questão 6) e Satisfação (questões 1, 4, 9) (BROOKE, 1996; TENÓRIO, 2011).

Componentes de qualidade de software	Escore SUS (0 à 100)
Facilidade de aprendizagem	90,31
Eficiência	81,87
Facilidade de memorização	88,75
Minimização de erros	78,75
Satisfação	82,08

Tab. 1. Médias de pontuação da escala SUS referentes aos componentes de qualidade de software do jogo El-Dorado.

Calculando a média geral das pontuações obtidas de cada componente de qualidade de software, obteve-se 84,35 pontos (na escala de 0 a 100). Segundo Bangor (2008) este resultado está acima da pontuação média e indica uma avaliação positiva relativa à qualidade e facilidade de uso do jogo digital EI-Dorado (BANGOR; KORTUM; MILLER, 2008).

Conclusão

No presente trabalho foi descrito o desenvolvimento de um jogo sério chamado EI-Dorado para estimulação sensorial de indivíduos com TEA. Esse jogo voltado à área da saúde pode ser usado como uma pré-estimulação em terapias, experimentos, jogos, atividades educacionais, entre outros, com intuito de gerar menos sensações aversivas durante a execução deles, melhorando assim os resultados obtidos com estas ferramentas, bem como uma ferramenta complementar aos tratamentos tradicionais de déficits na integração sensorial. Possui compatibilidade com dispositivos móveis (Smartphone/Tablet), o que torna o jogo acessível e nômade, podendo ser utilizado em diversos ambientes e sem o acompanhamento integral de um profissional qualificado.

A qualidade de sua história, personagem e reforçadores, tende a motivar o jogador enquanto efetua o processo de habituação aos estímulos sensoriais comumente apresentados por mídias digitais, demonstrando assim a qualidade de uso da ferramenta, métodos e técnicas psicológicas no desenvolvimento de software para indivíduos com TEA. Os especialistas afirmam que o jogo possui qualidades para diminuir a ocorrência da hipersensibilidade durante a execução de experimentos, jogos digitais, jogos sérios, vídeos, animações etc.

Os resultados obtidos nas avaliações Caixa Branca e Caixa Preta demonstram que o jogo não possui erros em seus códigos e possibilita a ampliação do mesmo. Todas as avaliações qualitativas e quantitativas realizadas pelos 20 especialistas demonstram a qualidade da ferramenta em seu uso e objetivo, bem como os resultados das avaliações da escala SUS, aprovam em todos os requisitos analisados.

Por causa da pandemia de COVID-19, a aplicação da ferramenta com o público-alvo TEA foi inviabilizado. Sendo assim, aguardaremos o retorno a normalidade para efetuar este processo sem colocar em risco os participantes da pesquisa.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Agradecemos a Universidade Mogi das Cruzes (UMC) e a todos os colaboradores que participaram efetivamente desta pesquisa.

Material suplementar

O jogo pode ser acessado no link: <http://markness.rf.gd/views/genius/>

Referências

ALLEN, K. L. et al. DSM--IV--TR and DSM-5 eating disorders in adolescents: Prevalence, stability, and psychosocial correlates in a population-based sample of male and female adolescents. *Journal of Abnormal Psychology*, v. 122, n. 3, p. 720, 2013.

Doi: <https://doi.org/10.1037/a0034004>.

ALMEIDA, L. M. et al. ALTRIRAS : A Computer Game for Training Children with Autism Spectrum Disorder in the Recognition of Basic Emotions. v. 2019, 2019. Doi:

<https://doi.org/10.1155/2019/4384896>.

ALONSO-FERNÁNDEZ, C. et al. Lessons learned applying learning analytics to assess serious games. *Computers in Human Behavior*, v. 99, n. May, p. 301–309, 2019. Doi:

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.036>.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Diagnostic And Statistical Manual Of Mental Disorders: DSM-5, Fifth Edition*. Arlington, VA: [s.n.]. v. 11

ANDRADE, M. S. DE. *Adobe Illustrator*. São Paulo: [s.n.]. Disponível em:<

https://www.adobe.com/br/products/illustrator/campaign/pricing.html?sdid=KQPNY&mv=search&ef_id=EAlalQobChMlvomOv7PZ9AIVQeWzCh10xQ3WEAAYASAAEgIHI_D_BwE:G:s&s_kwid=AL!3085!3!470955336924!e!!g!!adobe%20illustrator!188190582!110348310163&gclid=EAlalQobChMlvomOv7PZ9AIVQeWzCh10xQ3WEAAYASAAEgIHI_D_BwE>

Acesso em: 10 de dez. de 2021.

ASTAH. *Astah community*. Disponível em: <<https://astah.net/downloads/>>. Acesso em:

22 jul. 2021.

BANGOR, A.; KORTUM, P. T.; MILLER, J. T. An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 24, n. 6, p. 574–594, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>.

BELGAL, N. et al. *Ilustrações com Photoshop*. [s.l.] Bookeman, 2006.

Beingolea, J.R.; Ramos-Pires, D.; Rendulich, J.; Zegarra, M.; Borja-Murillo, J.; da Fonseca, S.A.S. LeafLive-DB: Classification and Data Storage of Botanical Studies. *Data* 2021, 6, 29. <https://doi.org/10.3390/data6030029>

BONO, V. et al. GOLIAH: A Gaming Platform for Home-Based Intervention in Autism – Principles and Design. *Frontiers in Psychiatry*, v. 7, n. April, p. 1–16, 28 abr. 2016. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2016.00070>.

BRANCATO, R. et al. Embasamento Psicológico Comportamental No Desenvolvimento De Jogos Com Transtorno Do Espectro Autista : Revisão Sistemática. *Humanidades e Inovação*, v. 7, n. 6, p. 251–263, 2020. Disponível em:< <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2681>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

BRANCATO, R. R. *Jogo Sério Via Mobile Para Auxiliar na Integração Sensorial de Crianças com Transtorno do Espectro Autista*. [s.l.] Universidade Mogi das Cruzes, 2020.

BROOKE, J. SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Eval Ind.*, 1996. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

CALDERÓN, A.; RUIZ, M. A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management. *Computers & Education*, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.011>.

CASALE, M. B. et al. One Size Does Not Fit All: A Smarter Way to Develop Computer Assisted Interventions for Children with ASD. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SERIOUS GAMES*, 2015. Doi: <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i2.63>.

CHOI, M. Y.; LIM, C. Y. Interactive therapy system design for children with autistic spectrum disorders. *International Conference On Kansei Engineering And Emotion Research (KEER 2010)*, p. 164, 2010. Disponível em:< <https://pdfcoffee.com/keer-2010-pdf-free.html>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

CHUANG, T.; KUO, M. A Motion-Sensing Game-Based Therapy to Foster the Learning of Children with Sensory Integration Dysfunction. *Educational Technology & Society*, n.

- January, 2016. Disponível em:< <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11423-016-9505-y>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.
- CONNOLLY, T. M. et al. Computers & Education A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>.
- COUTO, A. CMMI Integração dos Modelos de Capacitação e Maturidade de Sistemas. 1. ed. São Paulo: Ciência Moderna, 2007.
- DAOUADJI AMINA, K.; FATIMA, B. MEDIUS: A Serious Game for Autistic Children Based on Decision System. *Simulation & Gaming*, v. 49, n. 4, p. 423–440, 28 ago. 2018. Doi: <https://doi.org/10.1177/1046878118773891>.
- DE CASTRO, M. V. AMBIENTE VIRTUAL PARA AUXILIAR CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA. [s.l.] Universidade Mogi das Cruzes, 2011. Disponível em:< <http://pergamumweb.umc.br/pergamumweb/vinculos/000000/0000002a.pdf>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.
- DELAMARO, M. E.; MALDONADO, J. C.; JINO, M. Introdução ao teste de software. [s.l.] Elsevier, 2007. Disponível em:< <https://repositorio.usp.br/item/001726007>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.
- ESTRELA. Página Institucional. Disponível em: <<https://www.estrela.com.br>>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- JOHNSTON, D.; EGERMANN, H.; KEARNEY, G. SoundFields: A virtual reality game designed to address auditory hypersensitivity in individuals with autism spectrum disorder. *Applied Sciences (Switzerland)*, v. 10, n. 9, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/app10092996>.
- KHOWAJA, K.; SALIM, S. S. Serious Game for Children with Autism to Learn Vocabulary : An Experimental Evaluation Serious Game for Children with Autism to Learn Vocabulary : An Experimental. *International Journal of Human–Computer Interaction*, v. 00, n. 00, p. 1–26, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1420006>.
- LANYI, C. S.; BROWN, D. J. Design of serious games for students with intellectual disability. *IHCI*, v. 10, p. 44–54, 2010. Disponível em:< <https://www.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.14236/ewic/IHCI2010.6>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.
- LI, K. H. et al. The effects of applying game-based learning to webcam motion sensor

games for autistic students' sensory integration training. Turkish Online Journal of Educational Technology, v. 11, n. 4, p. 451–459, 2012. Disponível em: <

<https://eric.ed.gov/?id=EJ989340>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

MAGRINI, M. et al. Augmented interaction systems for supporting autistic children. Evolution of a multichannel expressive tool: The semi project feasibility study. Applied Sciences (Switzerland), v. 9, n. 15, 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/app9153081>.

MARKS, I. M.; HODGSON, R.; RACHMAN, S. Treatment of chronic obsessive-compulsive neurosis by in-vivo exposure. A two-year follow-up and issues in treatment. The British journal of psychiatry : the journal of mental science, v. 127, p. 349–364, out. 1975. Doi: [10.1192/bjp.127.4.349](https://doi.org/10.1192/bjp.127.4.349).

MEIRELLES, F. S. Resumo de Notícias : 30a Pesquisa Anual do FGVcia da FGV / EAESP , 2019 Mercado Brasileiro de TI e Uso nas Empresas. São Paulo: [s.n.].

Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/producao-intelectual/pesquisa-anual-uso-ti>>.

Acesso em: 10 de dez. de 2021.

MOREIRA, M.B; MEDEIROS, C. A. D. E. Princípios Básicos de Análise do comportamento. Porto Alegre: Artmed, 2007.

MOTTA, R. L.; JUNIOR, J. T. Short game design document (SGDD). SBGames 2013, p. 115–121, 2013. Disponível em:<

http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/15-dt-paper_SGDD.pdf>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. HEURISTIC EVALUATION OF USER INTERFACES.

Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems Empowering People - CHI '90, n. April, p. 249–256, 1990. Disponível em:<

<https://concreta.com.uy/wp-content/uploads/nielsenheuristicsCHI.pdf>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

PORTO EDITORA. O Eldorado. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/\\$o-eldorado](https://www.infopedia.pt/$o-eldorado)>. Acesso em: 27 jul. 2021.

POSAR, A.; VISCONTI, P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder &. Jornal de Pediatria, v. 94, n. 4, p. 342–350, 2018. Disponível em:<

<https://www.scielo.br/j/jped/a/hGVMqzMtDYtgtGKsC68M7dR/?lang=pt&format=pdf>>.

Acesso em: 10 de dez. de 2021.

RACHMAN, S.; HODGSON, R.; MARKS, I. M. The treatment of chronic obsessive-compulsive neurosis. Behaviour research and therapy, v. 9, n. 3, p. 237–247, ago.

1971. Doi: [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(71\)90009-X](https://doi.org/10.1016/0005-7967(71)90009-X).

RAJENDRAN, G. Virtual environments and autism: A developmental psychopathological approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 29, n. 4, p. 334–347, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1111/jcal.12006>.

RINGLAND, K. E. et al. SensoryPaint: A multimodal sensory intervention for children with neurodevelopmental disorders. *UbiComp 2014 - Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, n. May 2015, p. 873–884, 2014. Doi: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2632048.2632065>.

SCHOEN, S. A.; MILLER, L. J.; SULLIVAN, J. A Pilot Study of Integrated Listening Systems for Children With Sensory Processing Problems. *Journal of Occupational Therapy, Schools, and Early Intervention*, v. 8, n. 3, p. 256–276, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1080/19411243.2015.1055418>.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2011.

STURM, D.; PEPPE, E.; PLOOG, B. EMot-iCan: Design of an assessment game for emotion recognition in players with Autism. *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health, SeGAH 2016*, n. Alankus, 2016. Doi: [10.1109/SeGAH.2016.7586228](https://doi.org/10.1109/SeGAH.2016.7586228).

TENÓRIO, J. M. Aplicação de técnicas de inteligência artificial ao desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para doença celíaca. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/8958>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

TRIVERS, B. G. et al. Biofeedback-Based, Videogame Balance Training in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 48, n. 1, p. 163–175, 2018. Doi: [10.1007/s10803-017-3310-2](https://doi.org/10.1007/s10803-017-3310-2).

VTRO STUDIO. Editor de Ringtone & Ringtone clássico. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vtrostudio.classical_ringtone&hl=pt_BR>. Acesso em: 28 jun. 2020.

WAINER, A. L.; INGERSOLL, B. R. Research in Autism Spectrum Disorders The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders. *ScienceDirect Research*, v. 5, p. 96–107, 2011. Disponível em: <[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1806711](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1806711)>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.

WOLPE, J. *The Practice of Behavior Therapy*. [s.l.] Pergamon Press, 1990.

YAKKUNDI, A.; DILLENBURGER, K.; GOODMAN, L. An inclusive reading programme for individuals with autism and intellectual disability using multi-media: Application of behaviour analysis and Headsprout early reading programme. Proceedings of the 2017 23rd International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2017, v. 2018- Janua, p. 1–5, 2018. Doi: [10.1109/VSMM.2017.8346291](https://doi.org/10.1109/VSMM.2017.8346291).