



## Jogo SériO para Estímulo Sensorial de Crianças com Transtorno do Espectro Autista

Gabriel Brunelli Pereira<sup>1</sup>, André Bonetto Trindade<sup>2</sup>, Marlow Rodrigo Becker Dickel<sup>1</sup>, Marcelo da Silva Hounsell<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory for Research on Visual Applications (LARVA) - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Joinville, SC, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Elétrica - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Joinville, SC, Brasil

andre.bonetto@gmail.com, ga\_gbp@hotmail.com, profmarlow@gmail.com, marcelo.hounsell@udesc.br

**Abstract.** *Despite promising works showing the advantages of using exergames to stimulate people with Autistic Spectrum Disorder (ASD), there are few works in the area. This article presents KarTEA, a Serious Exergame for Interactive Floor aimed at developing motor and cognitive skills in people with ASD. The processes and methodologies used in the game design with 21 specialists; its mechanics and technologies are presented and discussed. An assessment carried out with 59 experts have shown that the game would be considered useful by players (score 3.97 from 1 to 5) and by practitioners (score 4.29 from 1 to 5) and thus, have potential to achieve positive results in stimulating the ASD public.*

**Resumo.** *Apesar de trabalhos promissores mostrarem as vantagens do uso de exergames no estímulo de pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA), há poucos trabalhos na área. O presente artigo apresenta o KarTEA, um Exergame SériO para Chão Interativo voltado ao desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas em pessoas com TEA. São apresentados e discutidos os processos e metodologias utilizadas na idealização do jogo com 21 especialistas e suas mecânicas e tecnologias. Uma avaliação realizada com 59 especialistas mostrou que o jogo seria considerado útil por jogadores (pontuando 3,97 de 1 a 5) e por profissionais (pontuando 4,29 de 1 a 5) e assim, tem potencial para atingir resultados positivos no estímulo do público TEA.*

### 1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) engloba diferentes perturbações do desenvolvimento neurológico que podem se manifestar em conjunto ou isoladamente [Souza, Goncalves, Cunha 2019]. Segundo [Carvalho *et al.* 2013], o TEA pode afetar diferentes graus de comprometimento nas seguintes áreas do desenvolvimento: habilidades de interação social recíproca, habilidades de comunicação, comportamento, interesses e atividades. Uma pessoa com TEA pode apresentar padrões repetitivos e restritos de comportamento, interesses ou atividades que podem persistir ao longo da vida [Baio *et al.* 2018]. No Brasil, ainda não se tem dados oficiais sobre a prevalência

do TEA [Marques 2022], mas o *Center of Diseases Control and Prevention (CDC)* mostra prevalência em 2,8% das crianças de 8 anos nos EUA [CDC 2023].

Um método que tem se mostrado eficaz no estímulo ao público TEA em diversas pesquisas [Antão *et al.* 2020; Agati *et al.* 2017; Bonetto, Pereira, Hounsell 2022; Dantas *et al.* 2019; Grimes, Santos, Hounsell 2018; Paiva, Queiroz 2022; Valenza, Gasparini, Hounsell 2019] é o uso de Jogos Digitais Sérios (JS), indicando que podem ser usados de forma terapêutica na melhoria da qualidade de vida do indivíduo com TEA, uma vez que o transtorno não tem cura, por não se tratar de uma doença e sim de uma diferença no neurodesenvolvimento [Meneses e Silva 2020].

Os *exergames*, ou Jogos Ativos, são jogos onde o jogador precisa realizar movimentações físicas. Apesar de apresentarem resultados positivos em outras dificuldades, como em vítimas de AVC (Acidente Vascular Cerebral) [Bruckheimer, Hounsell, Kemczinski, 2010], crianças com síndrome de Down [Farias *et al.* 2013; Carvalho 2017], e idosos frágeis [Soares 2022], sua utilização no estímulo ao indivíduo com TEA ainda é escassa. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar um jogo digital ativo (*exergame*) na forma de Chão Interativo para desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas para estímulo ao público TEA.

## 2. Trabalhos relacionados

Takahashi *et al.* (2018) apresentaram o FutureGym, um sistema de projeção de Chão Interativo voltado a auxiliar crianças com distúrbio no desenvolvimento neural, especialmente o TEA, a desenvolver habilidades de limpeza através de atividades interativas. O sistema possui 2 *exergames*: MopGame, envolvendo limpeza em grupo, e MopGuide, cujo objetivo é treinar crianças que possuem dificuldades de usar um esfregão e de realizar a limpeza de uma área definida. FutureGym foi testado com 24 alunos do ensino médio com pequeno/médio grau de TEA com idade entre 15 e 18 anos em um curso de qualificação profissional, visando treinar a habilidade de trabalho cooperativo para a vida adulta. Segundo relatos, houve uma ótima recepção dos jogos e grande engajamento das crianças.

Antão *et al.* (2020) realizaram a aplicação em pessoas com TEA do jogo MoviLetrando, um *exergame* com objetivo de apoiar o letramento, que usa o conceito de Realidade Aumentada baseada em projeção com uma *webcam*, criando imagens espelhadas, e fazendo com que os jogadores se vejam na tela, enquanto nela surgem letras e números, que devem ser “capturados” pelo jogador com as mãos. O uso do jogo mostrou benefícios no desempenho motor e em testes de tempo de reação, e os autores concluem que jogos como este contribuem no desenvolvimento de pessoas com TEA.

O RepeTEA [Bonetto, Pereira, Hounsell 2022] é um *exergame* criado para o público TEA. O jogo foi desenvolvido juntamente a uma plataforma especial chamada T-TEA (Torre para TEA), pensada para a criação de jogos de Chão Interativo que desenvolvam habilidades no público TEA. Ela consiste em uma torre de suporte onde são colocados um projetor, apontado para o chão, e uma *webcam*, conectados a um computador que executa os *softwares* da plataforma e dos seus jogos. A Figura 1 mostra o protótipo da plataforma.



**Figura 1. Modelo de suporte da plataforma T-TEA. (A)Projektor, (B)Webcam, (C)Computador e (D)Suporte [Bonetto, Pereira, Hounsell 2022].**

Quanto ao jogo sério RepeTEA, seus objetivos são treinar atenção, memória de curto prazo e cinestesia. Sua mecânica exige do jogador a memorização de uma sequência aleatória de acendimento de blocos lógicos (quadrado, círculo, retângulo e triângulo) projetados no chão e a movimentação sobre a área de projeção na sequência dada pelo jogo. Durante seu uso, o jogo coleta dados sobre a sessão, que podem ser acessados posteriormente por um profissional para avaliar o desempenho do jogador. Os autores fizeram uma avaliação da plataforma e do jogo com especialistas, e os resultados sugerem que ambos foram bem aceitos e poderão ser utilizados como ferramenta auxiliar para profissionais na área de TEA. A Figura 2 mostra o jogo, ressaltando onde o jogador deve ficar até que seja sua vez de jogar.



**Figura 2. RepeTEA [Bonetto, Pereira, Hounsell 2022]**

### **3. O KarTEA**

O KarTEA é um Jogo Sério Ativo (*exergame*) cujo objetivo é auxiliar no desenvolvimento da integração multissensorial, através da estimulação da concentração, atenção, coordenação motora e lateralidade do jogador. O jogo utiliza o conceito da plataforma T-TEA, mencionada anteriormente, sendo assim, um jogo de Chão Interativo.

A metodologia Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio (PEED) [Rutes, Oliveira, Hounsell 2015] foi utilizada para conduzir um processo de *design* participativo a interação entre especialistas, público-alvo e desenvolvedores na criação deste jogo sério, através de 6 etapas.

O uso da metodologia PEED permitiu o levantamento de ideias de jogos propostas pelos especialistas e seu refinamento através de 8 reuniões realizadas entre 2020 e 2021, envolvendo 21 especialistas e incluindo uma reunião com participação de 4 pessoas do público-alvo, ou seja, portadores do TEA. A Tabela 1 apresenta os requisitos e restrições levantados nas reuniões do PEED.

**Tabela 1. Requisitos e restrições derivados do PEED**

Reunião	Data	Requisito/Restrição
1	09/06/20	Criar <i>exergame</i> de corrida de carro, onde o jogador é representado pelo carro e deve coletar alvos e desviar de obstáculos
2	23/06/20	Não possuir fundo sonoro
3	29/10/20	Utilizar um ambiente limpo (para não atrapalhar a concentração)
		Possibilitar habilitar e desabilitar feedbacks sonoros
		Apresentar um objeto (alvo e obstáculo) por vez
4	03/11/20	Usar apenas uma imagem para cada tipo de objeto
		Público-alvo na faixa etária dos 10 anos
5	18/12/20	Adicionar velocidade do carro como variável de dificuldade
6	21/12/20	Possibilitar habilitar e desabilitar distrações no ambiente
7	09/02/21	Possibilitar habilitar e desabilitar informações em tela
		Mostrar <i>feedbacks</i> visuais na parte superior da tela
8	02/03/21	Sem mais sugestões (fim do processo PEED)

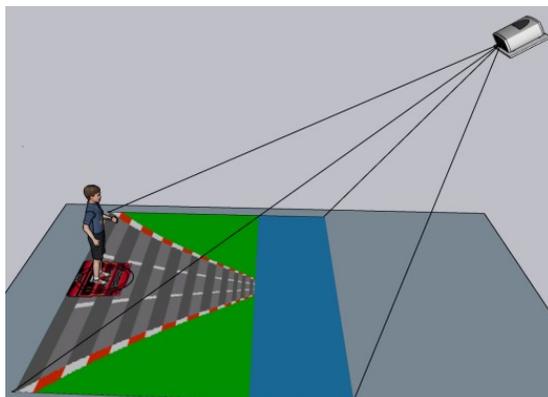
Durante as reuniões do PEED, foi sendo trabalhado o GDD (*Game Design Document*), documento guia do processo de desenvolvimento de um jogo, dependente do contexto de cada projeto, e apresentado na Tabela 2. Por ter sido gerado a partir das discussões e com a aprovação dos especialistas, pode-se entender que os elementos do GDD auxiliam no desenvolvimento das habilidades motoras e cognitivas mencionadas.

**Tabela 2. GDD do KarTEA**

Critério	Elemento
Fantasia	Corrida de Carros
Localização	Estrada virtual com 3 pistas
Enredo/Narrativa	Não há
Peças/Personagens	Carro, obstáculos, alvos
<i>Heads Up Display</i> (HUD)	Informação de fase e nível, tempo, pontos e objetos de recompensa
Mistérios/Surpresas	Não há
Jogabilidade	Controle com os movimentos corporais
Ações/Reações	Posição dos pés na mesma posição que objeto virtual (carro)
Painel de controle/ <i>hot keys</i>	Parar, sair, ligar/desligar som, ligar/desligar HUD, avançar/retroceder nível
Dados capturados	Pontos ganhos, objetos tocados de forma correta e incorreta, tempo da sessão e níveis avançados/retrocedidos
Desafios	Coletar os alvos corretos e desviar de obstáculos
Conflito/Esforço	A ação deve ser realizada no tempo determinado
Fases e Níveis	Tipos dos elementos, quantidade de elementos
Progressão/Transição	Em função do desempenho
<i>Feedbacks</i>	Visual: Emoji feliz para acerto, emoji de dúvida para repetir e emoji triste para erro Sonoro: sons de acerto e erro
<i>Debriefing</i> de Fase/Nível	Ao final de cada fase/nível é exibido <i>feedback</i> conforme desempenho do jogador
Pontuação	Baseada no protocolo ABA
Navegabilidade	Tela inicial, cadastro, tela de calibração e jogo
Relatórios	Detalhados por jogador
Mecânicas	O objeto alvo ou obstáculo aparece em uma posição aleatória entre as pistas, para que então seja capturado ou desviado
Segurança	Não utilizar calçados que possam causar que o jogador acabe escorregando
Dinâmicas	Memorizar alvos e obstáculos e planejar o movimento para capturar/desviar deles

Um requisito não mencionado anteriormente mas importante para o processo de uso do jogo é que o seu uso deve ser acompanhado por um profissional especializado em atender pessoas com TEA, pois seu intuito terapêutico só se dará por completo com o apoio e acompanhamento de um profissional que possa analisar e ajudar o jogador durante o processo. Com estas definições, foi realizada a definição das dinâmicas e

visual básicos. O ambiente básico do jogo é exibido na Figura 3, enquanto a Figura 4 mostra o jogo em execução.



**Figura 3. Modelo de ambiente do jogo**

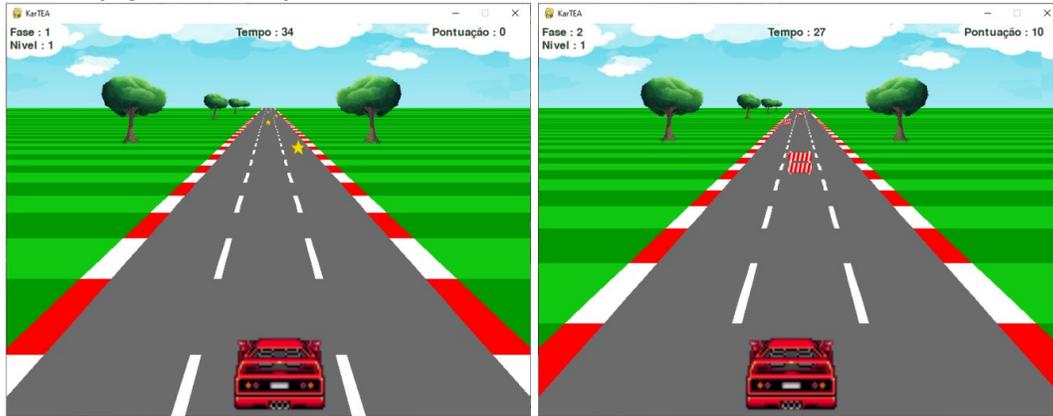


**Figura 4. Jogo em execução**

Como visto na Figura 3, a projeção do jogo é feita no chão, ambientando o jogador em uma estrada com 3 pistas, e colocando-o no controle de um carro através da movimentação lateral de seu corpo. A movimentação da tela acontece em um efeito “esteira”, inibindo movimentação não lateral do jogador. Os alvos e obstáculos surgem, assim, no topo da tela, e se aproximam do jogador que deve, respectivamente, coletar/desviar dos mesmos, como mostra a Figura 4, que apresenta um alvo prestes a ser coletado pelo jogador.

Para o *Level Design*, aplicou-se a metodologia MOLDE (*Measure-Oriented Level DEsign*), uma metodologia iterativa [Farias *et al.* 2014] que objetiva traduzir as funcionalidades esperadas pelos profissionais que utilizarão o *exergame*, em variáveis para controlar a progressão da dificuldade do jogo. Ela propõe dois tipos de variáveis: as de Fases, que representam progressões significativas de dificuldade, e as de Níveis, que buscam manter o foco através da diversão do jogo. Além disso, a metodologia propõe: que o jogo se adapte a cada tipo de jogador tornando o processo de tradução personalizado, aspecto este trabalhado com o controle automático do progresso do jogador pelos níveis/fases baseado em seu desempenho; e que, conforme surjam novas funcionalidades, novas variáveis sejam testadas em uma versão do protótipo de jogo.

O KarTEA apresenta três Fases: a primeira com apenas alvos (estrelas), que o jogador deve coletar; a segunda possui apenas obstáculos (barreiras), dos quais o jogador deverá desviar; e a terceira mescla alvos e obstáculos. A Figura 5 mostra duas telas de jogo com os objetos.



(a) (b)  
**Figura 5. Telas do jogo com alvo (a) e obstáculo (b)**

É possível ver também na parte superior da Figura 5 o HUD (*Heads Up Display*) com alguns dados, sendo eles: Fase e Nível atuais, Tempo restante e a Pontuação. Cada Fase, por sua vez, é composta por 6 níveis, que dinamizam a aparição dos objetos em 2 aspectos. O primeiro é o Tempo de Intervalo (TI), que é o tempo levado para um novo objeto aparecer, e pode mudar de acordo com a população que está utilizando o jogo, tendo como valores iniciais 8 segundos para Grande, 4 segundos para Médio e 2 segundos para Pequeno. O segundo é a Distância Máxima (DM), que é a quantidade máxima de movimentos que o jogador precisa fazer para chegar ao próximo objeto, ou seja, caso o jogador se encontre na pista da esquerda e DM seja 1, o objetivo se encontrará no máximo na pista do meio, porém caso DM seja 2, poderá estar na pista da direita, exigindo assim um esforço maior. O fim de cada nível é retratado por uma linha de chegada, e é dado com o término do tempo estipulado para o Nível, sendo inicialmente 2 minutos. Além disso, toda ação que o jogador realizar em relação aos objetos apresentados na pista gera *feedbacks* visuais e sonoros, sendo positivos em caso de sucesso ou negativos em caso de falha. Como elemento visual para os *feedbacks*, foram utilizados *emojis* que transmitem as sensações de felicidade e tristeza, já para *feedback* sonoro, o jogo emite som de buzina em caso de acerto e som de derrapada em caso de erro. Os *feedbacks* sonoros estão sujeitos a mudanças e podem ser desabilitados.

A pontuação é calculada por Nível, iniciando com zero pontos, e aumentando em 2 pontos a cada troca de pista e em 10 pontos a cada objetivo completado (coleta de alvo ou desvio de obstáculo), sendo que o jogador nunca perde pontos, para não desvalorizar os esforços anteriores. A transição de Níveis é realizada de acordo com o desempenho do jogador, e calculada a cada término de Nível através de uma equação que calcula a pontuação máxima atingível usando os seguintes valores: o número de objetos (N) gerados, que é igual ao tempo do Nível (T) dividido pela variável TI, o valor da variável DM do Nível, a duração do Nível (T), e as pontuações por troca de pista (TP) e por objetivo completado (OC). Caso o jogador alcance 75% da pontuação

máxima ou mais, há o avanço automático de Nível, porém caso não atinja pelo menos 25%, ele regride ao Nível anterior (exceto, obviamente, no primeiro Nível).

O profissional que acompanha o jogador possui ainda controle de certas ações sobre o jogo, como cadastrar jogadores, selecionar a Fase e o Nível de jogo, pausar o jogo caso sinta necessidade, e ainda habilitar ou desabilitar os elementos do HUD e os *feedbacks* sonoros, tendo assim maior controle do que acontece durante o uso do jogo.

Assim como no jogo RepeTEA, a cada sessão de jogo são armazenados dados em dois arquivos de Planilhas Eletrônicas: um com dados gerais, como Fase e Nível alcançados e configurações de jogo, e outro com dados detalhados, armazenados a cada ação do jogador (como coleta/desvio de objetos) e do profissional que o acompanha (como ativação de alguma opção), ou do próprio jogo (como a geração de um novo objeto). Esses arquivos servem, além de histórico, para que o profissional possa analisar estes dados e extrair informações que auxiliem no processo terapêutico.

Considerando as tecnologias utilizadas, para o desenvolvimento do jogo, foi utilizada a linguagem de programação Python. O ambiente virtual é criado através da biblioteca PyGame e toda a lógica do jogo é desenvolvida em Python. Por se tratar de um sistema de Chão Interativo baseado em visão, faz-se necessária a projeção do ambiente virtual com um projetor, bem como a captação das imagens do ambiente físico através da *webcam*, que obtém a posição do jogador em relação a projeção. Uma vez capturadas, as imagens são tratadas pelo jogo com o auxílio da biblioteca OpenCV, amplamente utilizada para processamento de imagens em diversas linguagens de programação e *opensource*, possuindo assim documentação, fóruns e outros conteúdos alimentados pelos próprios usuários na Internet. Para a geração dos arquivos em formato CSV, é usada a biblioteca Pandas da linguagem de programação Python.

#### **4. Avaliação**

Após o projeto estar funcionalmente desenvolvido, foi aplicado o *Serious Exergames Utility - Questionnaire* (SEU-Q) [Grimes, Schroeder, Hounsell 2019], que tem o objetivo de avaliar a utilidade de um *exergame* sobre quanto o jogo poderá atender às expectativas dos usuários, tanto jogadores quanto profissionais, sobre o uso do jogo como instrumento de auxílio à atividade profissional; seja ela terapêutica ou educacional. Ele possui 58 questões, que abordam alguns dados sobre o respondente e os projetos envolvidos, teve sua aplicação aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da UDESC, número de processo CAAE: 56503122.3.0000.0118 e parecer 5.447.588, e alcançou 60 respostas anônimas, mas 1 delas em branco. A seguir, são abordadas as questões sobre o respondente e sobre o jogo KarTEA.

Sobre os respondentes, a maior parte trabalha na área da educação, seguida pela área da saúde, tecnologia e, por fim, pais de autistas (também considerados especialistas pelo seu envolvimento direto com o público-alvo), e possui entre 5 a 15 anos de experiência, seguido de 15 a 20, 0 a 5 e alguns com mais de 25 anos de experiência, com valores entre 0 e 38 anos. Considerando uma escala de 0 a 10, em valores inteiros, a maior parte dos respondentes julga ter um nível de conhecimento sobre TEA acima de 6, com maior concentração em 8, e média de 6,75. Na mesma escala, a maior parte dos respondentes julga ter um nível de conhecimento sobre Jogos Sérios acima de 7, com maior concentração entre 7 e 9 e média de 6,64. Ainda na mesma escala, o nível de conhecimento sobre Jogos Digitais declarado é acima de 4 (exceto apenas uma resposta

0), com maior concentração acima de 8 e média de 7,34. 62% dos respondentes eram do sexo feminino. A idade esteve entre 21 e 62 anos, com maior concentração entre 40 e 45 anos e média de 39,41 anos. Sobre a escolaridade, 34% possui mestrado, 26% possui pós-graduação *lato sensu*, 20% concluiu o ensino superior e 16% fez doutorado.

No aspecto do jogo, considerou-se 2 grupos de questões: sobre visão empática aos jogadores com TEA e sobre visão dos profissionais.

Nas questões sobre visão empática aos jogadores com TEA, o respondente deve tomar uma visão empática em relação aos jogadores (pela dificuldade dos mesmos em responder ao questionário) e classificar algumas características do KarTEA com valores de 1 a 5 (Discordo Totalmente a Concordo Totalmente). Na Tabela 3 são exibidos média, moda e desvio padrão (DP) por questão, e a média de cada grupo em relação ao número de respostas obtidas (N). Destacou-se em verde a maior média e o menor desvio padrão e em vermelho a menor média e maior desvio padrão. O número de respostas (N) nem sempre é igual, pois nenhuma questão era obrigatória.

Nas questões sobre visão dos profissionais, o respondente deve avaliar algumas características do jogo KarTEA com visão empática aos profissionais que vão utilizá-lo como ferramenta e classificá-las de 1 a 5 (Discordo Totalmente a Concordo Totalmente). Os dados são apresentados na Tabela 4, e destacados da mesma forma que feito na Tabela 3.

**Tabela 3. Análise dos resultados do SEU-Q numa visão empática aos jogadores**

		Média	Moda	DP	N
Interação	01) Entender desafios	3,87	4,00	0,92	57
	02) Realizar os desafios	3,89	4,00	0,84	58
	03) Utilizar com facilidade	4,12	4,00	0,63	57
	Geral Interação	3,96	4,00	0,80	
Feedback	04) Efeitos sonoros	3,59	4,00	1,02	58
	05) Gostar do cenário	4,12	4,00	0,62	58
	06) Perceber os objetos e suas ações	4,00	4,00	0,93	58
	Geral Feedback	3,90	4,00	0,86	
Motivação	07) O benefício e a relação	3,43	4,00	1,04	58
	08) Interessados	4,28	4,00	0,70	58
	09) Divertido e/ou engajante	4,19	4,00	0,77	58
	Geral Motivação	3,97	4,00	0,84	

**Tabela 4. Análise dos resultados do SEU-Q na visão dos profissionais**

		Média	Moda	DP	N
Terapêutica	01) Utilidade do jogo	4,63	5,00	0,70	58
	02) Utilidade dos Dados	4,60	5,00	0,75	59
	03) Utilidade dos Controles	4,52	5,00	0,57	59
	Geral Terapêutica	4,58	5,00	0,67	
Aceitação	04) Dos UFAs	4,12	4,00	0,70	59
	05) No ambiente profissional	3,84	4,00	1,01	59
	06) Segurança	4,39	5,00	0,65	59
	Geral Aceitação	4,12	4,00	0,79	
Motivação	07) Objetivo claro	4,46	5,00	0,73	59
	08) Adoção do jogo	3,94	4,00	0,91	59
	09) Benefícios	4,46	5,00	0,71	59
	Geral Motivação	4,29	5,00	0,78	

#### 4. Discussão

Nos primeiros testes, realizados com pares, foi levantado que os desafios (alvos e obstáculos) aparentavam diminuir sua velocidade ao se aproximar do jogador, graças ao fundo ser estático, e ao algoritmo que movimentava os desafios não levar em consideração a perspectiva utilizada pelo ambiente. Isto foi resolvido ao utilizar a técnica de Pseudo3D [Gorenfeld 2013], onde é utilizada a trigonometria de projeção em perspectiva 3D para traduzir as coordenadas de um ambiente 3D para que elas caibam em uma superfície 2D. Também foi levantado que o som de *feedback* negativo estava mais atraente do que o positivo, o que pode motivar o jogador a errar apenas para escutar o som mais chamativo, portanto os sons foram alterados.

Sobre o desenvolvimento do projeto, ao analisar o GDD apresentado na Tabela 2, dos 22 critérios, apenas 2 não foram realizados completamente: o Enredo/Narrativa, o qual foi realizado parcialmente, pois possui o enredo simples de uma corrida de carro onde deve-se coletar estrelas e desviar de obstáculos; e Mistérios/Surpresas, o qual foi definido que poderia causar problemas devido ao perfil do público-alvo.

Em relação à avaliação, O SEU-Q foi enviado pela *internet* para 450 pessoas, sendo educadores e terapeutas que trabalham com pessoas com TEA, responsáveis por eventos relacionados com TEA, e a partir de eventos realizados pelo grupo de pesquisa LARVA. A taxa de obtenção de respostas dos interessados foi de 13,3%. Esta baixa taxa de participação já era esperada, devido ao questionário possuir 58 questões, 3 vídeos de 7 minutos cada e levar cerca de 40 minutos para responder.

Entre os respondentes, houve grande parte relacionada com as áreas da Saúde (43,3%) e Educação (35%), diretamente ligados à área que este trabalho é direcionado, e 78,9% possuem algum tipo de pós-graduação. Em média, 53,3% dos respondentes possuem entre 5 e 20 anos de experiência, 63,8% são do sexo feminino e 75% possuem entre 25 e 45 anos de idade.

Nas respostas sobre o jogo KarTEA, um ponto observado após sua aplicação foi a possível adição de um campo opcional para justificativa das respostas objetivas, para compreender a razão de respostas extremas como "Discordo Totalmente".

Considerando as questões sobre visão empática aos jogadores com TEA, cuja análise é feita na Tabela 3, é possível concluir sobre a interação dos jogadores que, em alguns casos, as crianças com TEA poderão ter dificuldades para entender os desafios, mas que o jogador terá facilidade em utilizar o jogo segundo os respondentes. As questões que buscam analisar as impressões do jogador em relação ao jogo, levam a concluir que em alguns casos as crianças com TEA poderão vir a ter problemas com os efeitos sonoros do jogo, algo já levantado nas reuniões PEED e que motivou o controle que permite habilitar e desabilitar os efeitos sonoros e que o cenário consegue atrair a atenção do jogador. Já nas questões relacionadas à motivação do jogador, notou-se que as crianças com TEA poderão ter dificuldades em perceber os benefícios de utilizar o jogo, o que pode ser facilitado pelo profissional que o acompanhar durante o jogo, mas que o jogo vai gerar o interesse dos jogadores e mantê-los entretidos. E ao analisar o geral por categoria, é possível ver que a moda foi constante nas 3 categorias, que a categoria de interação obteve o melhor consenso entre os respondentes e a categoria da motivação obteve a maior média, já a categoria de *feedback* obteve a menor média e o menor consenso.

Quanto às questões sobre visão dos profissionais, analisadas na Tabela 4, nas questões sobre se o profissional percebe a utilidade do jogo e seus elementos, nota-se que o jogo realmente pode ser útil como uma ferramenta terapêutica e que o profissional vê que os controles do jogo são úteis. Sobre a aceitação do jogo no ambiente profissional e se é seguro para usar, é possível concluir que o profissional poderá apresentar dificuldade em adaptar seu ambiente para inserir o KarTEA como ferramenta, mas que o profissional percebe que é seguro fazer o uso do KarTEA. Considerando a motivação do profissional em relação a adotar o jogo e perceber seus benefícios, nota-se uma possível dificuldade, mas o profissional consegue ver os benefícios que o jogo KarTEA traria. Ao analisar o geral por categoria, é possível ver que a categoria de terapêutica obteve as maiores média, consenso e moda, e a de aceitação obteve os menores valores nos mesmos aspectos.

#### **4. Conclusão**

Identificada a carência de JS voltados para crianças com TEA, é necessário considerar tanto os aspectos específicos ao desenvolvimento de JS quanto os fatores relacionados ao público-alvo para que supram esta necessidade do ponto de vista terapêutico. Neste artigo, descreveu-se o desenvolvimento e avaliação de um *exergame* usando a tecnologia de Chão Interativo, com resultado favorável por especialistas. A proposta do jogo KarTEA está de acordo com as requisições dos especialistas levantadas durante as reuniões PEED e ao analisar as respostas obtidas pela análise de utilidade (Tabelas 3 e 4) observa-se que o jogo KarTEA obteve avaliação geral 4,14 (em escala de 1 a 5), o que sugere que é possível utilizar o jogo como ferramenta para terapeutas que atendem crianças com TEA.

Entre os trabalhos futuros possíveis, o principal é realizar testes com especialistas e crianças com TEA e coletar o *feedback* do uso do jogo, para assim avaliar a efetividade do uso do jogo como ferramenta por terapeutas, além de coletar possíveis problemas que possam surgir no jogo para serem corrigidos. Também é possível adicionar algumas funcionalidades como: botões de controle para aumentar e diminuir o tempo de duração do nível, adicionar paletas de cores do ambiente, customização das imagens de alvos, obstáculos, carro e *feedback* visual, bem como do *feedback* sonoro, para que seja mais atrativo para cada jogador e, por fim, gravar vídeos ou imagens da sessão para permitir futuras análises dos terapeutas. Possíveis desdobramentos deste trabalho seriam a produção de novos jogos que trabalhem outras necessidades de crianças com TEA, sendo uma das sugestões adaptar o jogo KarTEA como um jogo de ritmo, e/ou para outros públicos-alvo (como idosos, por exemplo).

#### **Agradecimentos**

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Mestrado, Código de Financiamento 001, ao Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade DT2, processo 306613/2022-0, e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo financiamento parcial ao laboratório LARVA (*Laboratory for Research on Visual Applications*), T.O. No.: 2023TR284.

## Referências

- Agati, Salvador Sergi *et al.* (2017). “Um jogo sério educativo para prevenção à obesidade na adolescência: Trabalhando múltiplas dimensões do problema”. In XVI Simpósio Brasileiro De Jogos E Entretenimento Digital (SBGames), p. 105–114.
- Antão, Jennifer Yohanna Ferreira de Lima *et al.* (2020). “Use of augmented reality with a motion-controlled game utilizing alphabet letters and numbers to improve performance and reaction time skills for people with autism spectrum disorder”. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(1), p. 16–22.
- Baio, Jon *et al.* (2018). “Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014”. *MMWR Surveillance Summaries*, 67(6), p. 1-23.
- Bonetto, A., Pereira, G., Hounsell, M. da S. (2022). “Chão Interativo e Jogos Sérios Ativos para Autistas: A Plataforma T-TEA e o Jogo RepeTEA”. In XXI Simpósio Brasileiro De Jogos E Entretenimento Digital (SBGames), p. 512-521.
- Bruckheimer, A., Hounsell, M. da S., Kenczinski, A. (2010). “Dance2rehab: Um jogo para reabilitação virtual adaptativa”. In IX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), p. 68–76.
- Carvalho, Felipe Aleckmin *et al.* (2013). “Rastreamento de sinais precoces de transtorno do espectro do autismo em crianças de creches de um município de São Paulo”. *Psicologia: teoria e prática*, 15(2), p. 144–154.
- Carvalho, Mayco Farias de. (2017). “Move4Math: Jogos Sérios para Alfabetização Matemática”. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. Universidade do Estado de Santa Catarina.
- CDC. Data and Statistics on ASD. (2023). Disponível em: <https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html>. Acesso em: Agosto 2023.
- Dantas, Adilmar Coelho *et al.* (2019). “Michelzinho: Jogo sério para o ensino de habilidades emocionais em pessoas com autismo ou deficiência intelectual”. In XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), p. 644-653.
- Farias, Emanuel Henrique *et al.* (2013). “Moviletrando: Jogo de movimentos para alfabetizar crianças com down.” In XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), p. 316-325.
- Farias, Emanuel Henrique *et al.* (2014). “MOLDE: a methodology for serious games measure-oriented level design”. In XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), p. 29–38.
- Gorenfeld, Louis. Lou’s Pseudo 3d Page. (2013). Disponível em: <http://www.extentofthejam.com/pseudo/>. Acesso em: Junho 2023.
- Grimes, R. H., Santos, A. M. dos, Hounsell, M. da S. (2018). “O processo de design de um sistema biomédico com jogo sério e dispositivo especial para reabilitação respiratória”. In XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), p. 215–224.
- Grimes, R. H., Schroeder, R. B., Hounsell, M da S. (2019). “Potencial de Utilidade de Jogos Sérios: Melhorando um Instrumento de Avaliação”. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/330812148\\_Grimes\\_Schroeder\\_e\\_Hounsell\\_2019\\_-\\_SEUQ2\\_Avalia\\_Utilidade\\_de\\_SG](https://www.researchgate.net/publication/330812148_Grimes_Schroeder_e_Hounsell_2019_-_SEUQ2_Avalia_Utilidade_de_SG). Acesso em: Agosto 2023.

- Marques, Isabela. (2022). “Qual a prevalência do autismo no Brasil?”. Disponível em: <https://genialcare.com.br/blog/prevalencia-do-autismo-no-brasil/>. Acesso em: Junho 2023.
- Meneses e Silva, E. A. (2020). “Transtorno do Espectro Autista (TEA) e a linguagem: a importância de desenvolver a comunicação”. *Revista Psicologia & Saberes*, 9(18), p. 174–188.
- Paiva, P., Queiroz, F. (2022). “TrATAR: Jogos com Realidade Aumentada utilizados como incentivo no desenvolvimento das capacidades comunicativa, cognitiva e espacial de crianças autistas”. In XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), p. 463-472.
- Rutes, W.D.F., Oliveira, H.C. de, Hounsell, M. da S. (2015). “PEED: Uma metodologia para promoção do envolvimento de especialistas de domínio em projetos acadêmicos de jogos sérios”. In XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), p. 447-454.
- Soares, Antonio Vinicius *et al.* (2022). “New Technology for Physical Therapy: The Serious Games”, Synapse Editora.
- Souza, A., Goncalves, D., Cunha, D. (2019). “Transtorno do espectro autista: Uma introdução”. In Seminário Científico e Cultural da AJES, 2, p. 1-4.
- Takahashi, Issey *et al.* (2018). “Designing interactive visual supports for children with special needs in a school setting”. In Designing Interactive Systems Conference, p. 265–275.
- Valenza, M. V., Gasparini, I., Hounsell, M da S. (2019). "Serious Game Design for Children: A Set of Guidelines and Their Validation". *Educational Technology & Society*, 22(3), p. 19-31.