

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ÍBIS ARIANA PEÑA DE MORAES

Análise de desempenho motor entre ambientes real e virtual em pessoas com transtorno do espectro autista: estudo longitudinal crossover

São Paulo

2022

ÍBIS ARIANA PEÑA DE MORAES

Análise de desempenho motor entre ambientes real e virtual em pessoas com transtorno do espectro autista: estudo longitudinal crossover

Versão Original

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa de Ciências da Reabilitação
Orientador: Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

São Paulo

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Moraes, Íbis Ariana Peña de
Análise de desempenho motor entre ambientes real
e virtual em pessoas com transtorno do espectro
autista : estudo longitudinal crossover / Íbis
Ariana Peña de Moraes. -- São Paulo, 2022.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.
Orientador: Carlos Bandeira de Mello Monteiro.

Descritores: 1.Transtorno do espectro autista
2.Realidade virtual 3.Exercício físico 4.Destreza
motora 5.Frequência cardíaca 6.Prazer

USP/FM/DBD-403/22

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Nome: MORAES, Íbis Ariana Peña de

Título: Análise de desempenho motor entre ambientes real e virtual em pessoas com transtorno do espectro autista: estudo longitudinal crossover

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Doutora em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. (a) Dr. (a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. (a) Dr. (a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. (a) Dr. (a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Virginia Luisa Peña de Moraes e Aparecido de Moraes, pelo apoio, pelos sacrifícios, pela criação, pelo amor e pela coragem.

À Universidade de São Paulo pela possibilidade da realização de um sonho.

Ao Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro, pela oportunidade, por acreditar, por ouvir, pela amizade, pelo amparo, pela confiança, pela ajuda em todos os momentos, e por compartilhar a felicidade de todas as minhas conquistas, que só foram possíveis devido ao seu apoio.

À Profa. Dra. Helen Dawes por toda confiança depositada em mim, e por ter me proporcionado uma experiência única durante meu doutorado sanduiche.

À Douglas Marques da Silva, por ser meu melhor amigo, meu porto seguro, meu apoio, minha dupla, por abrir mão de muita coisa pelos meus sonhos, e se fazer presente em todos os momentos importantes da minha vida.

Aos meus irmãos, Olinda Suely Peña de Moraes, Agnes Aparecida Peña de Moraes e Aires Tiago Peña de Moraes, por compreenderem as minhas ausências, e me apoiarem em todas minhas decisões.

À minhas amigas de grupo, que fazem também parte da minha vida: Talita Dias da Silva, Lilian Del Ciello de Menezes, Giovanna Vidigal, Amanda Simcsik, Nadja Moreira, Ana Clara Silveira, Joyce Alves, Denise Papa, e tantos outros que sabem que fizeram e fazem parte desse momento.

À Augusto de Mello Monteiro, pelo acolhimento e amizade durante o meu período de doutorado sanduiche.

Às secretárias Ana Maria, Ana Lucia e Audrey, que desempenham um papel tão importante na pós-graduação, e mesmo com todos os empecilhos causados pela pandemia, nunca deixaram de auxiliar os alunos, e se preocupar com a nossa situação, à vocês todo meu carinho.

À escola GAPI, e principalmente à Gilda Pena de Rezende, por ceder o ambiente para as minhas coletas e realização do protocolo, aos professores desta instituição que foram de fundamental importância, aos alunos, e à todos os amigos adquiridos neste processo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

MORAES ÍAP. Análise de desempenho motor entre ambientes real e virtual em pessoas com transtorno do espectro autista: estudo longitudinal crossover [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2022.

Introdução: Pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) apresentam dificuldade em realizar habilidades motoras e geralmente apresentam declínio no nível de atividade física (AF), devido aos déficits sociais, comportamentais e motores, e relacionados a fatores como falta de motivação, baixo interesse e baixo prazer em realizar AF. **Objetivo:** Objetivou-se avaliar se a prática longitudinal de uma atividade em ambientes virtual e real melhoraria o desempenho motor e transferiria essa melhora para a prática subsequente alterando o ambiente, promoveria a atividade física alterando a frequência cardíaca, além de proporcionar prazer. **Métodos:** Pessoas com TEA, com idade entre 10 e 16 anos. Os participantes elegíveis foram distribuídos aleatoriamente em 2 sequências opostas, na proporção de 1:1. Realizaram um protocolo de 10 sessões de 12 minutos cada, duas vezes por semana, utilizando uma atividade de realidade virtual, 5 sessões praticando em cada ambiente (virtual ou real), seguindo a sequência randomizada: Sequência A: Início da intervenção realizando a tarefa virtual, seguido pela tarefa real. Sequência B: Início da execução realizando a tarefa real, seguida da tarefa virtual. Todos os participantes utilizaram uma cinta torácica para medição da frequência cardíaca durante todos os dias de atividade e uma escala de divertimento foi aplicada após o término de cada dia de intervenção. **Resultados:** 22 participantes concluíram o protocolo (11 participantes cada sequência). Considerando a acurácia e a precisão, os participantes que realizaram a Sequência A (iniciando em ambiente virtual), apresentaram melhora após a mudança para o ambiente real (transferência), o que pode ser confirmado ao comparar com a mesma interface na sequência inversa (6º dia da sequência A com 1º dia da sequência B), representando transferência de desempenho do ambiente virtual para o real, a sequência inversa não resultou em transferência de desempenho. Considerando a atividade física, a Sequência A (virtual-real) atingiu um maior % da frequência cardíaca de reserva (%FCR) do que a Sequência B (real-virtual), mas ambas as sequências tiveram maior %FCR na segunda prática, mostrando benefício a longo prazo da atividade proposta. Em ambas as sequências o escore de divertimento manteve-se em maior percentual nos níveis "divertido" e "muito divertido"

durante todos os dias de intervenção. Conclusão: A atividade de realidade virtual utilizada em nosso estudo apresentou maior grau de dificuldade, com maiores ganhos em termos de transferência para o ambiente real, os participantes com TEA melhoraram seu desempenho principalmente no ambiente virtual, em termos de atividade física nossa tarefa proporcionou atividade muito leve à leve avaliada por meio da alteração do %FCR, e a maioria dos participantes se divertiu com a tarefa.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista, Realidade Virtual, Exercício Físico, Destreza Motora, Frequência Cardíaca, Prazer.

ABSTRACT

MORAES IAP. Analysis of motor performance between real and virtual environments in people with autism spectrum disorder: a longitudinal crossover study [thesis]. São Paulo: Faculty of Medicine, University of São Paulo; 2022.

Background: People with ASD show difficulty performing motor skills and usually show a decline in physical activity (PA) level, due to the social, behavioral and motor deficits, and related to factors such as lack of motivation, low interest and low enjoyment of PA. **Objective:** We aimed to evaluate if a longitudinal practice of an activity in virtual and real environments would improve motor performance and transfer this improvement to the subsequent practice changing the environment, promote physical activity by altering the heart rate, and provide enjoyment. **Methods:** People with ASD, aged between 10 and 16 years old. The eligible participants were distributed randomly in 2 opposite sequences, with a ratio 1:1. They carried out a 10 sections protocol, twice a week, 12 minutes per session using a virtual reality activity, 5 sessions practicing on each environment (virtual or real), following the randomized sequence: **Sequence A:** Beginning of the intervention performing a virtual task, followed by a real task. **Sequence B:** Beginning performing a real task, followed by a virtual task. All participants used a chest strap for heart rate measurement during all the days of activity and an enjoyment scale was applied after the end of every day of intervention. **Results:** 22 participants concluded the protocol (11 participants each sequence). Considering both accuracy and precision, the participants who performed Sequence A (starting in virtual environment), presented an improvement after changing to the real environment (transfer), it can be confirmed when comparing to the same interface on the inverse sequence (6th day sequence A with 1st day sequence B), representing performance transfer from virtual to real environment, the inverse sequence did not result in transfer of performance. Considering physical activity, Sequence A (virtual-real) had a greater % of heart rate reserve (%HRR) than Sequence B (real-virtual), but both groups had a higher %HRR in the second practice, showing long-term benefit of the proposed activity. On both sequences the enjoyment score remained at a higher percentage in the "fun" and "great fun" levels during all the intervention days. **Conclusion:** The virtual reality activity used in our study had a higher level of difficulty, with greater gains in terms of transference to the real environment, the participants with ASD improved their performance

mainly on the virtual environment, in terms of physical activity our task provided light to very light activity assessed by changing the heart rate, and most participants enjoyed the task.

Keywords: Autism Spectrum Disorder, Virtual Reality, Exercise, Motor Skills, Heart Rate, Pleasure.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. <i>OBJETIVO GERAL</i>	13
2.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	13
3. MÉTODOS	14
3.1. <i>DESENHO E LOCAL DO ESTUDO</i>	14
3.2. <i>PARTICIPANTES</i>	14
3.3. <i>CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO</i>	14
3.4. <i>CLASSIFICAÇÃO DA AMOSTRA</i>	15
3.4.1. <i>Quociente de inteligência (QI)</i>	15
3.4.2. <i>Escala de Avaliação do Autismo na Infância (CARS)</i>	16
3.4.3. <i>Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI)</i>	16
3.5. <i>ATIVIDADE EM REALIDADE VIRTUAL (RV)</i>	16
3.5.1. <i>Software MoveHero</i>	17
3.6. <i>ATIVIDADE FÍSICA POR MEIO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA</i>	19
3.7. <i>ESCALA DE DIVERTIMENTO</i>	19
3.8. <i>RANDOMIZAÇÃO</i>	19
3.9. <i>ANÁLISE ESTATÍSTICA</i>	21
4. RESULTADOS	22
4.1. <i>ATIVIDADE NO SOFTWARE MOVEHERO</i>	23
4.1.1. <i>Erro Absoluto / Acurácia (EA)</i>	23
4.1.2. <i>Erro Variável / Precisão (EV)</i>	24
4.1.3. <i>Quantidade de acertos</i>	26
4.2. <i>% FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA (%FCR)</i>	26
4.3. <i>ESCALA DE DIVERTIMENTO</i>	27
5. DISCUSSÃO	29
5.1. <i>DESEMPENHO MOTOR E TRANSFERÊNCIA PARA A PRÁTICA SUBSEQUENTE</i>	29
5.1.1. <i>Ambiente de Realidade Virtual</i>	30
5.1.2. <i>Feedback</i>	31
5.1.3. <i>Música</i>	31
5.2. <i>ATIVIDADE FÍSICA POR MEIO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA</i>	32
5.3. <i>DIVERTIMENTO</i>	33

6. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	43
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
ANEXO C – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	54

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) está entre as deficiências de desenvolvimento mais comuns (De Luca et al., 2021). Cerca de 1 em cada 44 crianças tem TEA de acordo com estimativas do Centro de Controle e Prevenção de Doenças associado à Rede de Monitoramento de Deficiências do Desenvolvimento (Maenner et al., 2021). O TEA é caracterizado por um déficit qualitativo na comunicação e na interação social, além de uma série de comportamentos e interesses restritos estereotipados e repetitivos (American Psychiatric Association, 2014). O diagnóstico é mais frequente em meninos do que em meninas, com a proporção 4: 1 (Rynkiewicz et al., 2016).

Existe uma heterogeneidade significativa entre as pessoas com TEA, com relação à etiologia dos sintomas, sendo assim, há um grande grau de variabilidade interindividual na gravidade e no perfil dos sintomas expressos por pessoas com TEA (Ecker, 2017). Esse tipo de sintomatologia, segundo o DSM-5, é constituído por hiper ou hipo reatividade a estímulos sensoriais ou interesse incomum por aspectos sensoriais do ambiente (Volkmar; Reichow, 2013). Nesse sentido, têm sido sugerido que a integração multissensorial é impactada no TEA (Kawakami et al., 2020; Siemann; Veenstra-Vanderweele; Wallace, 2020). As anormalidades sensoriais podem impactar negativamente na vida desses indivíduos e de seus familiares e principalmente no funcionamento sensório-motor (Posar; Visconti, 2018), gerando incapacidade na aquisição de modelos internos (Gidley Larson; Mostofsky, 2008; Mostofsky; Ewen, 2011; Marko et al., 2015; Moraes et al., 2017).

De acordo com uma revisão sistemática recente, a dificuldade em realizar habilidades motoras adequadas à idade atinge até 83% das crianças com TEA (Ruggeri et al., 2020), além disso, esses indivíduos apresentam prejuízos significativos na imitação motora, função visomotora e atividades motoras manuais (Gidley Larson et al., 2008; Dowell; Mahone; Mostofsky, 2009; De Luca et al., 2021). Até agora, a maioria dos tratamentos para pessoas com TEA tem sido focada nos déficits de âmbito social e de comunicação, com poucos estudos e intervenções visando a melhora das habilidades motoras (Ketcheson; Hauck; Ulrich, 2017), adicionalmente, as pessoas com TEA costumam apresentar um declínio no nível de atividade física (AF), devido a todos os

déficits mencionados (social, comportamental e motor) (Huang et al., 2020), e relacionado a fatores como falta de motivação (Stanish et al. 2015), baixo interesse (Obrusnikova; Cavalier 2011; Arnell; Jerlinder; Lundqvist, 2018) e baixo prazer em realizar AF (Eversole et al. 2016).

Atualmente as atividades de promoção da saúde estão focadas na busca de ferramentas que popularizem a atividade física moderna e a tornem atrativa para as pessoas (Debska et al., 2019). Pesquisas mostram que a Realidade Virtual (RV) tem sido usada como ferramenta para combater a hipocinesia, eliminando períodos de falta de AF (Gough, 2017) e reduzindo sensações negativas associadas à AF (Matsangidou et al., 2019). O uso da tecnologia de RV em programas de treinamento pode ser um fator que aumenta a motivação para AF (Banos et al., 2016), bem como atividades de RV mais prazerosas e envolventes podem evitar comportamentos sedentários em crianças e adolescentes, o que leva a doenças cardiovasculares em adultos (Lyons et al., 2014; Lewis et al., 2016).

O uso da RV permite que os terapeutas ofereçam uma plataforma segura, que pode ser usada para implementar movimentos corporais, realizados em diversos ambientes interessantes com e sem contato físico para interagir com a tarefa, proporcionando um melhor aprendizado de habilidades motoras às pessoas com TEA (Newbutt et al., 2016). O uso de RV também aumenta a probabilidade de essas habilidades adquiridas serem transferidas para o ambiente real (Sveistrup, 2004; Wang; Reid, 2011; Monteiro et al., 2014), como demonstrado por Moraes et al. (2020) que utilizaram um protocolo transversal e concluíram que as pessoas com TEA foram capazes de transferir as melhorias obtidas com a prática em um ambiente virtual para um ambiente real.

Até o momento nenhum trabalho foi feito considerando a transferência de habilidades motoras em ambientes virtuais e reais com uma intervenção prolongada. No presente estudo testamos a hipótese de que a prática longitudinal de uma atividade em ambientes virtuais e reais promoveria: 1) melhora do desempenho motor e transferência dessa melhora para a prática subsequente alterando o ambiente, 2) atividade física por meio de alteração da frequência cardíaca, 3) divertimento.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Verificar se uma atividade praticada em ambiente virtual permite melhora de desempenho quando comparado à mesma prática em ambiente real, e se ocorre transferência de desempenho entre esses ambientes utilizando um protocolo longitudinal em pessoas com transtorno do espectro autista.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Verificar o desempenho motor em tarefa de realidade virtual realizada no computador nos diferentes ambientes: virtual (*WebCam*) e real (*Touch Screen*).
- B. Verificar se existe transferência de desempenho entre a prática de tarefa similar nos ambientes real e virtual.
- C. Analisar se ocorre promoção de atividade física por meio alteração da frequência cardíaca durante as tarefas realizadas.
- D. Verificar se as tarefas em ambos ambientes promovem divertimento.

3. MÉTODOS

3.1. DESENHO E LOCAL DO ESTUDO

Ensaio clínico longitudinal prospectivo randomizado cruzado controlado. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de São Paulo (CAAE: 79411217.3.0000.0065) e registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) com número identificador: RBR-6c36pg. O estudo foi realizado na escola GAPI (Grupo Integrado de Atendimento Psicopedagógico) de Educação Especial de São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil - instituição especializada em crianças e adolescentes com transtornos do desenvolvimento. O período de intervenção do estudo foi entre janeiro de 2018 e janeiro de 2019. Este estudo segue as diretrizes e recomendações da diretriz Consolidated Standards of Reporting Trials 2010 - CONSORT 10 (Moher et al., 2012; Turner et al., 2012).

3.2. PARTICIPANTES

Participaram do estudo voluntários com diagnóstico de TEA previamente confirmado por médico neurologista e equipe multidisciplinar da instituição por meio de histórico, avaliação psicológica, avaliação de comunicação e avaliação psiquiátrica, com idade entre 7 e 16 anos. Todos os participantes selecionados para participar do estudo assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido (TALE - ANEXO A), e os responsáveis por todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE – ANEXO B), previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (ANEXO C).

3.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Como critérios de inclusão, consideramos: (1) a assinatura do termo de assentimento livre e esclarecido pelos menores, e do termo de consentimento livre e

esclarecido pelos pais ou responsáveis pelos menores; (2) crianças e adolescentes com TEA grau leve e moderado, para que houvesse participantes que pudessem compreender as tarefas propostas; (3) sem comorbidades como Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade e Síndrome de Down; (4) que não fizessem uso de medicamentos que pudessem interferir nas variáveis estudadas, , como betabloqueadores cardíacos.

Como critérios de exclusão, considerou-se: (1) Não compreensão da tarefa, avaliada por meio da capacidade do participante de realizar a tarefa corretamente após realizar três tentativas com explicação e demonstração do avaliador – 1 exclusão (2) quem desistiu durante o estudo – 1 exclusão.

3.4. CLASSIFICAÇÃO DA AMOSTRA

A avaliação inicial para classificação da amostra foi realizada dois dias antes do início do protocolo de intervenção (D0).

3.4.1. Quociente de inteligência (QI)

É considerado um índice de funcionamento cognitivo global e tradicionalmente usado como medida crucial em estudos de caso-controle em transtornos do desenvolvimento neurológico (Rao; Raman; Mysore, 2015). Para avaliar o QI, utilizou-se a versão abreviada da escala de inteligência de Wechsler (WISC III), que foi aplicada por uma psicóloga da instituição (Campbell, 1998). A classificação de QI é deficiência intelectual leve de 55 a 70, inteligência limítrofe de 70 a 85, inteligência normal de 85 a 114, inteligência acima da média de 115 a 129 e inteligência superior de 130 ou acima (Yu et al., 2018).

3.4.2. Escala de Avaliação do Autismo na Infância (CARS)

A Escala de Avaliação do Autismo na Infância (Childhood Autism Rating Scale - CARS), é uma escala comportamental de 15 itens desenvolvida para diagnosticar autismo em combinação com julgamento clínico, e avaliar a gravidade da doença. Os itens incluídos nesta escala são: relações pessoais; imitação; resposta emocional; uso corporal; uso de objetos; resposta à mudanças; resposta visual; resposta auditiva; resposta e uso do paladar, olfato e tato; medo ou nervosismo; comunicação verbal; comunicação não-verbal; nível de atividade; nível e consistência da resposta intelectual e impressões gerais. Cada item é pontuado de 1 (sem patologia) a 4 (patologia grave). As pontuações totais são calculadas como "pontuações brutas" e a gravidade é classificada de acordo com o seguinte: uma pontuação total de 15 à 29 é considerada não autista, uma pontuação de 30 à 36, é considerada autismo leve a moderado e uma pontuação de 37 à 60 é considerado autismo grave (Pereira; Riesgo; Wagner, 2008; Al Backer, 2016).

3.4.3. Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI)

Por fim, foi aplicado o Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (Pediatric Evaluation of Disability Inventory - PEDI), para obter uma descrição detalhada do desempenho funcional da criança, documentando sua capacidade e desempenho em dois domínios: 1. Habilidades funcionais e 2. Assistência do cuidador, divididos em três áreas distintas: auto-cuidado, mobilidade e função social. É um questionário aplicado por meio de entrevista com o cuidador, pelo julgamento clínico de alguns terapeutas ou educadores que estejam familiarizados com a criança ou através de observação direta durante a execução das tarefas (Berg et al., 2004; Mancini, 2005).

3.5. ATIVIDADE EM REALIDADE VIRTUAL (RV)

Os participantes foram posicionados confortavelmente em uma cadeira ajustada de acordo com o tamanho e necessidades. Antes de iniciar a tarefa, a realização do jogo

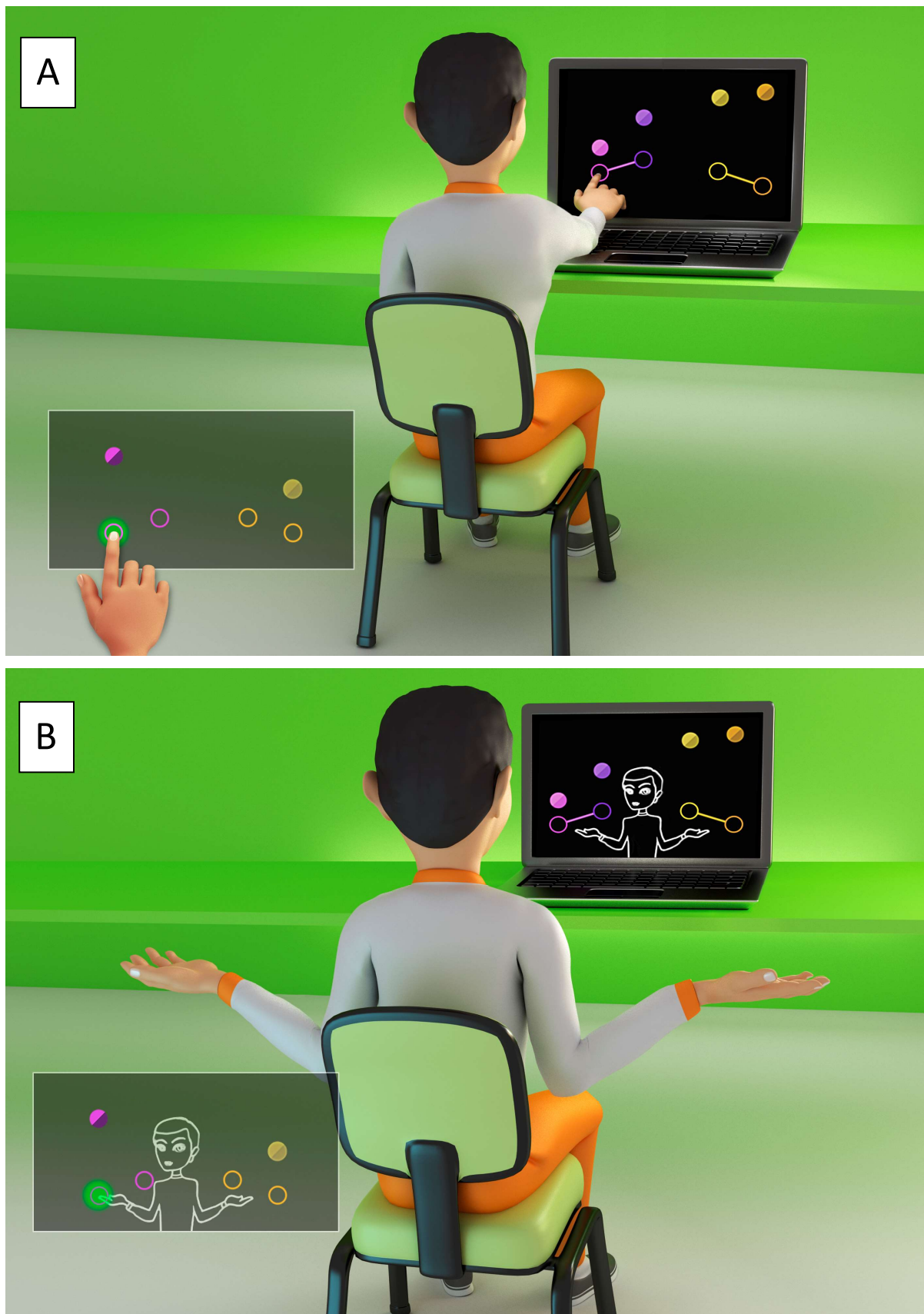
foi explicada verbalmente e uma demonstração foi oferecida pelo examinador. Os pesquisadores envolvidos na aplicação do protocolo de intervenção não participaram das etapas de recrutamento, avaliação inicial (classificação da amostra) e randomização.

3.5.1. *Software MoveHero*

Desenvolvido na Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. O jogo apresenta bolas que caem, em quatro colunas imaginárias na tela do computador, no ritmo de uma música escolhida pelo pesquisador (Martins et al., 2019). A tarefa consiste em não deixar as bolas caírem (Figura 1). Portanto, as bolas só podem ser tocadas quando as mesmas alcançarem quatro círculos colocados de forma paralela (em dois níveis de altura), duas à esquerda e duas à direita do participante, denominados alvos (total de 4). Este software é uma melhoria de um anterior que foi utilizado em outros protocolos focados na melhoria do desempenho motor em TEA (Moraes et al., 2020) e em outras deficiências do desenvolvimento e fornece dados gerados pelo software para avaliação do desempenho motor (Monteiro et al., 2017; Crocetta et al., 2018; Leal et al., 2020).

O jogo capta os movimentos do participante no ambiente virtual por meio de uma *WebCam*, não necessitando de contato físico para realização da tarefa, portanto o participante deve movimentar os braços, a uma distância de um metro e meio da tela do computador, ou no ambiente real, por meio do *Touch Screen* que necessita de contato na tela do computador no espaço interno dos círculos alvos. O participante deve aguardar a queda das bolas, até que elas comecem a sobrepor um dos círculos alvo. O jogo oferece *feedback* de acerto por meio de uma numeração (+1) que aparece ao lado da esfera que for atingida com sucesso dentro do alvo, além disso, a pontuação total é visível no canto superior esquerdo da tela, marcando 10 pontos para cada acerto.

Figura 1. Desenho representativo da realização da tarefa do software MoveHero na utilização da (A) interface Touch Screen – ambiente real e (B) interface WebCam – ambiente virtual.



Fonte: a autora (2022).

3.6. ATIVIDADE FÍSICA POR MEIO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA

Todos os participantes utilizaram uma cinta torácica para medição da frequência cardíaca (FC), e a FC foi registrada com o aparelho de medição Polar V800 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia), para captação da frequência cardíaca batimento a batimento (Roos et al., 2017). Os dados coletados foram FC de repouso (FCr) e FC máxima alcançada durante a atividade de RV (FCrv). Usamos a fórmula conveniente baseada na idade da pessoa para estimar a frequência cardíaca máxima (FCmax= 220-idade) (Karvonen; Kentala; Mustala, 1957), a diferença entre a FCrv e a FCr, é a frequência cardíaca de reserva (FCR). Para estimar o %FCR alcançado durante a atividade de RV e, em seguida, estimar a intensidade da atividade, consideramos a seguinte fórmula (ACSM, 2013; Naugle; Naugle; Wikstrom, 2014; SHE et al., 2015; Evans 2021):

$$\%FCR = (FCrv - FCr/FCR) \times 100$$

3.7. ESCALA DE DIVERTIMENTO

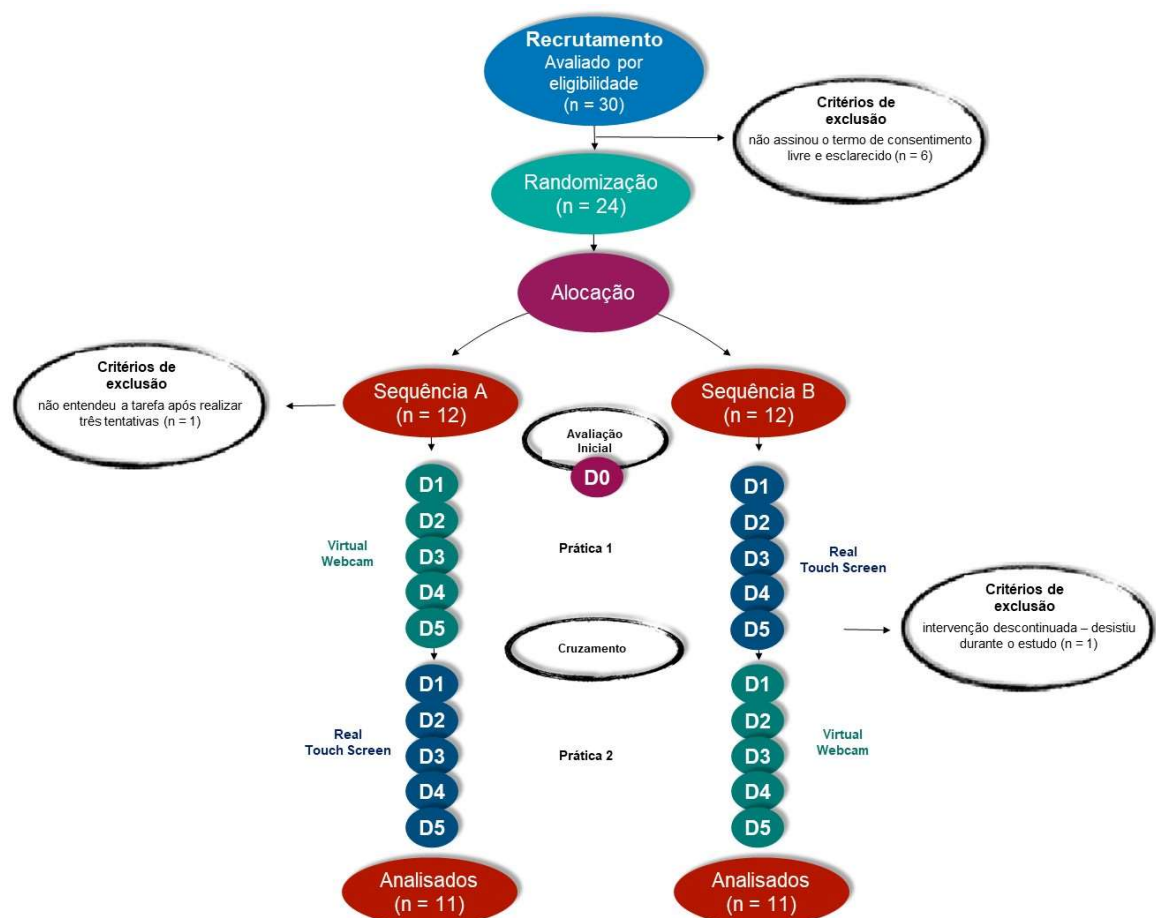
Uma escala de divertimento usando carinhas sorridentes (0 é “nada divertido”, 1 é “chato”, 2 é “um pouco divertido”; 3 é “divertido” e 4 é “muito divertido”) foi aplicada após o término de cada dia de atividade de RV, para verificar o nível de diversão do participante dentro da atividade. Esta escala foi desenvolvida por Jelsma et al. (2014) para avaliar como as pessoas se sentem ao interagir com jogos de RV não imersivos propostos, e foi utilizado anteriormente em outros estudos com diferentes jogos (Farhat et al., 2016; Smits-Engelsman; Jelsma; Ferguson, 2017; Silva et al., 2020 e 2021).

3.8. RANDOMIZAÇÃO

Dois dias após a triagem do processo de recrutamento e avaliação inicial (pelo mesmo pesquisador – D0), foi feita uma randomização simples, utilizando o site: randomization.com, por um pesquisador independente, que não esteve envolvido no

recrutamento dos participantes ou na avaliação. A Figura 2 mostra o desenho do estudo e todas as fases do protocolo. As crianças ou adolescentes elegíveis para participar da pesquisa foram distribuídos aleatoriamente em 2 sequências opostas, na proporção 1:1. Eles realizaram um protocolo de 10 sessões, duas vezes por semana de 12 minutos por sessão, 5 sessões praticando em cada interface. Os participantes foram envolvidos por um total de seis semanas (avaliação pré-intervenção D0, seguida de 10 sessões). As sequências de intervenção foram: a) Sequência A: Início da intervenção realizando a tarefa no ambiente virtual, utilizando a interface Webcam. Seguido pela tarefa no ambiente real, usando a interface Touch Screen; b) Sequência B: Início da intervenção realizando a tarefa no ambiente real, utilizando a interface Touch Screen. Seguido pela tarefa no ambiente virtual, usando a interface da Webcam.

Figura 2. Desenho do estudo.



3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as variáveis independentes dos participantes, foi utilizado o teste T de Student, para comparar a Sequência A e a Sequência B. Como variáveis dependentes, para o 1. MoveHero, foram consideradas medidas de erro, definidas como a diferença entre o momento em que a esfera atingiu o alvo (tempo de chegada) e o tempo em que o toque ou gesto foi registrado em milissegundos, sendo as medidas: Erro Absoluto (EA) que demonstra a acurácia do movimento; e Erro Variável (EV) que identifica a precisão do movimento (Guth, 1990; Kim et al., 2000). A quantidade de acertos (bolas acertadas no alvo) durante o jogo também foi considerada como variável dependente. 2. Para determinar a intensidade da atividade estimamos a %FCR durante a atividade de RV em cada dia de intervenção.

As variáveis dependentes foram apresentadas como média e desvio padrão e foram submetidas à MANOVA com 2 (Sequência: A virtual-real e B real-virtual) por 2 (Prática: Primeira e Segunda) por 5 (Dias de treinamento em cada prática: D1 a D5) com medidas repetidas nos dois últimos fatores, como teste post-hoc utilizou-se o Diferença Mínima Significativa (LSD). As variáveis categóricas da Escala de Satisfação foram submetidas ao teste qui-quadrado.

Por fim, uma análise de regressão foi realizada para determinar se as variáveis independentes [Idade, Altura, Peso, Índice de Massa Corporal (IMC), Quociente de Inteligência (QI), Escala de Avaliação de Autismo Infantil (CARS) e Inventário de Avaliação de Incapacidade Pediátrica (PEDI)] influenciou a melhora do desempenho, sendo a variável dependente a diferença do EA entre o quinto dia e o primeiro dia de ambas as práticas ($\Delta D5 - D1$). Os dados do gráfico são representados em média e erro padrão.

O Eta quadrado parcial (η_p^2) foi relatado para medir o tamanho do efeito e interpretado como pequeno (tamanho do efeito > 0,01), médio (tamanho do efeito > 0,06) ou grande (tamanho do efeito > 0,14) (Lakens, 2013). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS, versão 26.0, foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Foram convidados a participar do estudo 30 crianças e adolescentes com TEA, porém 6 não assinaram o TCLE, então foram incluídos no protocolo 24 participantes do sexo masculino, 1 participante foi excluído por não compreender a tarefa e 1 desistiu durante o estudo, não completando os dias de treinamento, finalizando com uma amostra de 22 participantes, randomizados em duas Sequências, iniciando no Virtual (WebCam – Sequência A) ou Real (Touch Screen – Sequência B). A Tabela 1 mostra os valores médios das variáveis independentes, bem como seus valores de dispersão, demonstrando que os participantes nas duas Sequências foram homogêneos.

Tabela 1. Comparação das variáveis de caracterização entre as sequências A (virtual - real) e B (real - virtual).

	Sequência A Média ± DP IC [LI, LS)	Sequência B Média ± DP IC [LI, LS)	p
Idade – anos	14.1 ± 1.7 [12, 15]	13.9 ± 1.9 [12, 15]	0.822
Altura - metros	1.65 ± 0.13 [1,57, 1,73]	1.67 ± 0.11 [1,59, 1,75]	0.693
Peso - quilogramas	61.9 ± 14.8 [51, 72]	63.0 ± 18.8 [52, 73]	0.877
Índice de Massa Corporal	22.0 ± 4.0 [19, 25]	22.0 ± 6.0 [19, 25]	0.899
Quociente de Inteligência	87.6 ± 11.3 [79, 95]	83.13 ± 13.6 [75, 91]	0.412
CARS	34.3 ± 1.3 [33, 35]	33.7 ± 1.7 [32, 34]	0.348
PEDI - HF	89.6 ± 11.3 [82, 96]	91.8 ± 10.1 [85, 98]	0.648
PEDI – HF	66.3 ± 7.7 [62, 69]	67.7 ± 1.6 [64, 71]	0.586
Mobilidade	77.5 ± 9.8 [71, 83]	77.8 ± 9.9 [71, 84]	0.947
Função Social	94.2 ± 9.0 [89, 99]	97.0 ± 6.7 [92, 102]	0.419
Auto-cuidado	92.4 ± 15.0 [85, 99]	96.8 ± 5.7 [89, 103]	0.377
PEDI –AC	88.0 ± 11.5 [80, 95]	87.1 ± 12.8 [79, 94]	0.867
Mobilidade			
PEDI - AC			
Função Social			

DP: Desvio padrão; IC: Intervalo de Confiança; LI: Limite Inferior; LS: Limite Superior; CARS: *Childhood Autism Rating Scale*; PEDI: *Pediatric Disability Assessment Inventory*; HF: Habilidade funcionais; AC: Assistência do cuidador.

4.1. ATIVIDADE NO SOFTWARE MOVEHERO

A MANOVA revelou efeito significativo para o fator Dias ($F_{12, 09} = 7,62$; $p = 0,002$, $\eta_p^2 = 0,91$; Wilks' $\lambda = 0,581$), também foi encontrada interação entre Sequência e Prática ($F_{3, 18} = 77,7$; $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,92$; Wilks' $\lambda = 0,072$), e entre Sequência, Dias e Prática ($F_{12, 09} = 9,41$; $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,92$; Wilks' $\lambda = 0,343$). ANOVAs para medidas repetidas do EA, EV e quantidade de acertos são relatadas nos parágrafos abaixo.

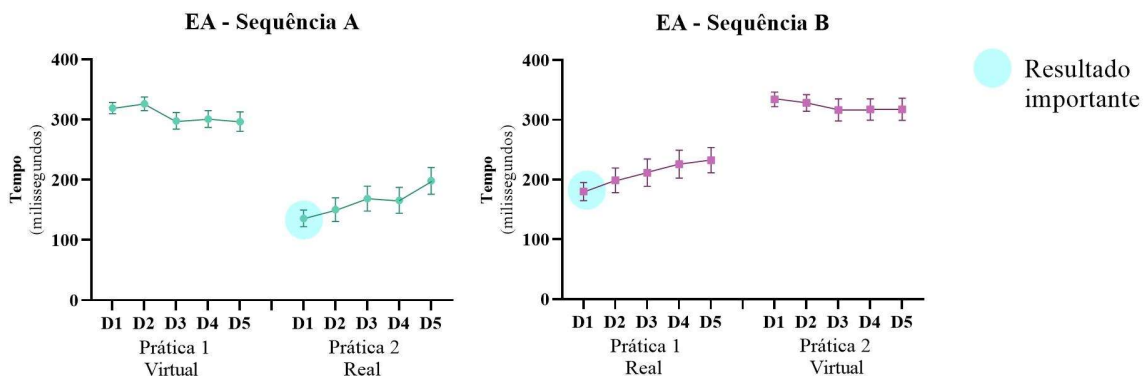
4.1.1. Erro Absoluto / Acurácia (EA)

Para o EA, ANOVA não revelou efeito principal para os fatores, porém foi encontrada interação entre os fatores Prática e Sequência ($F_{1, 20} = 96.4$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.83$) e os fatores Sequência, Dias e Prática ($F_{4, 80} = 16.4$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.45$). O teste post-hoc mostrou que houve uma piora entre o primeiro e o quinto dia de intervenção na Sequência B (que iniciou a intervenção no ambiente Real - Touch Screen), os participantes que realizaram a Sequência A (iniciando no ambiente Virtual - WebCam) não apresentaram diferença significativa no EA (Figura 3).

Adicionalmente, foi realizada uma análise entre as interfaces em cada Prática, para verificar se houve influência da primeira prática no resultado da segunda prática, optamos por comparar as mesmas interfaces nas diferentes Sequências (WebCam/virtual: primeira prática na Sequência A x segunda prática na Sequência B; Touch Screen/real: primeira prática na Sequência B x segunda prática na Sequência A). Para a interface Touch Screen (ver importante resultado Figura 3), foi encontrada diferença significativa no D1 ($p = 0,044$), ou seja, na Sequência A quando os participantes realizaram a prática na interface real (Touch Screen) no primeiro dia após o cruzamento (Segunda prática), apresentaram um EA menor ($M = 135$ ms) que a Sequência B ($M = 180$ ms), que não havia realizado prática prévia. Por sua vez, para a interface WebCam (virtual), não houve diferença, ou seja, a prática anterior não influenciou o desempenho nesta interface. A

análise de regressão não mostrou significância. Esse resultado demonstra que as variáveis independentes não tiveram influência na melhora do desempenho.

Figura 3. Representação de média e erro padrão do Erro Absoluto (EA) de ambas as sequências (A: virtual - real e B: real - virtual) durante os 10 dias de intervenção.



D1-D5: Dias de Intervenção; ● Resultado importante: Os participantes que praticaram primeiro no ambiente virtual (Sequência A) tiveram melhor desempenho quando realizaram a transferência na segunda prática com o ambiente real e esta sequência (A) apresentou melhor resultado que a inversa (Sequência B). Isso pode ser reforçado pela diferença estatística na comparação entre o primeiro dia após o cruzamento na Sequência A (Real) com o primeiro dia da primeira prática na Sequência B (marcado com a esfera azul).

Fonte: a autora (2022).

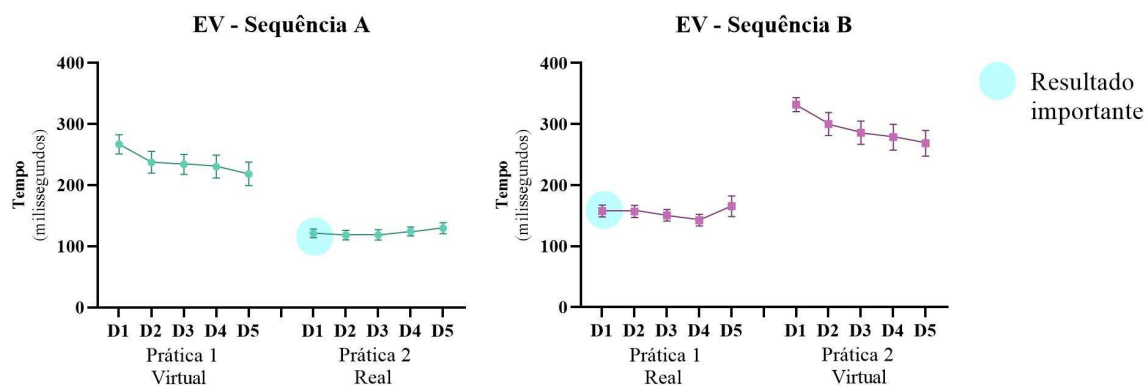
4.1.2. Erro Variável / Precisão (EV)

A ANOVA revelou efeito significativo para o fator Sequência ($F_{4, 80} = 7.20$; $p = 0.014$; $\eta_p^2 = 0.26$) e para o fator Dias ($F_{4, 80} = 8.16$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.29$), e Interação entre Sequência e Prática ($F_{1, 20} = 192.8$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.90$) e entre Sequência, Dias e Prática ($F_{4, 80} = 12.7$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.38$). O teste post-hoc mostrou que a Sequência A teve um EV menor ($M = 179\text{ms}$) que a Sequência B ($M = 223\text{ms}$), o que significa uma melhor precisão na Sequência A, e houve melhora entre o primeiro ($M = 219\text{ms}$) e quinto dia ($M = 195\text{ms}$) de intervenção em todos os participantes apenas durante a prática no ambiente virtual (WebCam).

Para EV foi feita a mesma comparação que no EA, para verificar se houve influência da primeira prática no resultado da segunda prática (WebCam/virtual: primeira

prática na Sequência A x segunda prática na Sequência B; Touch Screen/real: primeira prática na Sequência B x segunda prática na Sequência A). Para a interface Touch Screen, foi encontrada diferença significativa nos dias 1 ($p = 0,007$), 2 ($p = 0,006$) e 3 ($p = 0,021$). Esses resultados mostram que na Sequência A que havia realizado inicialmente a Prática na interface virtual (WebCam), os participantes melhoraram o desempenho, e quando os participantes realizaram a Prática na interface real (Touch Screen) no primeiro dia após o cruzamento, apresentaram menor EV ($M = 120$ ms) do que a mesma Prática na Sequência B ($M = 157$ ms), essas diferenças se mantiveram até os dois dias seguintes. Para a interface WebCam, foi encontrada diferença significativa entre os dias 1 ($p = 0,003$) e 2 ($p = 0,025$), esses resultados mostram que a Sequência B que realizou inicialmente a Prática na interface real (Touch Screen) não apresentou melhora, e quando os participantes realizaram a Prática na interface virtual (WebCam) no primeiro dia após o cruzamento, apresentaram maior EV ($M = 331$ ms) do que a mesma Prática na Sequência A ($M = 266$ ms), essas diferenças permaneceram no segundo dia (Figura 4).

Figura 4. Representação de média e erro padrão do Erro Variável (EV) de ambas as sequências (A: virtual - real e B: real - virtual) durante os 10 dias de intervenção.



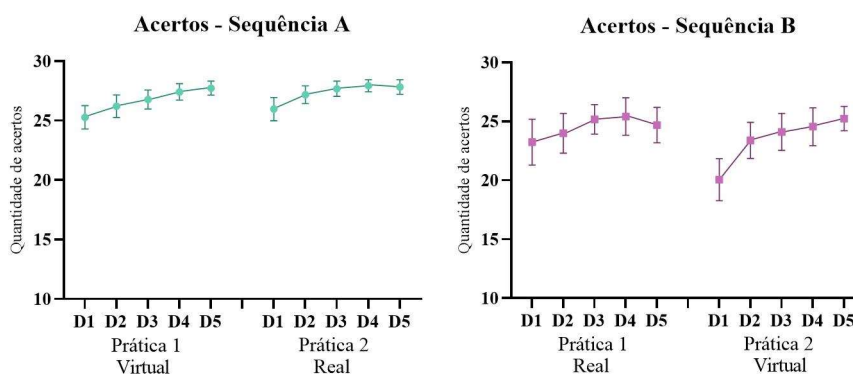
D1-D5: Dias de Intervenção; ● Resultado importante: Os participantes que praticaram primeiro no ambiente virtual (Sequência A) tiveram melhor desempenho quando realizaram a transferência na segunda prática com o ambiente real e esta sequência (A) apresentou melhor resultado que a inversa (Sequência B). Isso pode ser reforçado pela diferença estatística na comparação entre o primeiro dia após o cruzamento na Sequência A (Real) com o primeiro dia da primeira prática na Sequência B (marcado com a esfera azul).

Fonte: a autora (2022).

4.1.3. Quantidade de acertos

A ANOVA revelou efeito significativo para o fator Sequência ($F_{1, 20} = 3.75$; $p = 0.067$; $\eta_p^2 = 0.15$) e para o fator Dias ($F_{4, 80} = 17.13$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.46$), e Interação entre Sequência, Dias e Prática ($F_{4, 80} = 3.47$; $p = 0.016$; $\eta_p^2 = 0.14$). As comparações post-hoc mostraram que em ambas as Sequências, os participantes aumentaram a quantidade de acertos do primeiro ($M = 23,6$) para o quinto dia ($M = 26,3$), e a Sequência A teve maior quantidade de acertos ($M = 26,9$) do que a Sequência B ($M = 23,9$), esse resultado foi mantido em ambas as sequências durante todos os dias de prática (Figura 5).

Figura 5. Representação de média e erro padrão da quantidade de acertos de ambas as sequências (A: virtual - real e B: real - virtual) durante os 10 dias de intervenção.



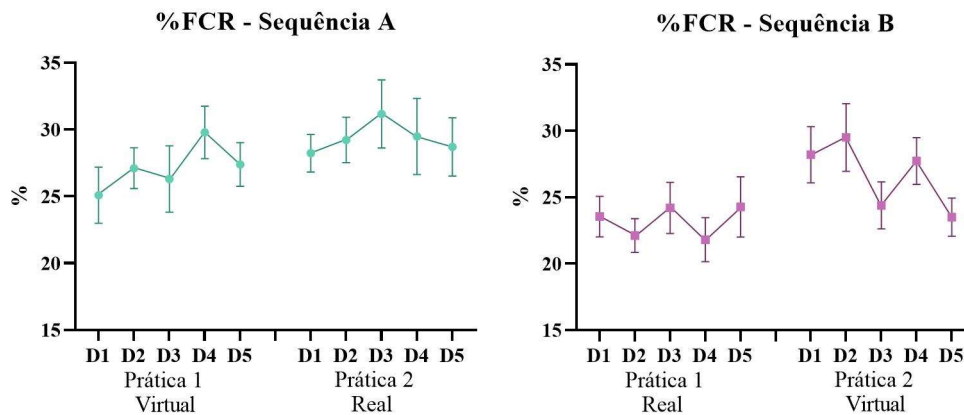
Fonte: a autora (2022).

4.2. % FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA (%FCR)

Considerando o %FCR alcançado durante a atividade de RV, foi encontrado um efeito principal para a Sequência ($F_{1, 20} = 5.16$; $p = 0.034$; $\eta_p^2 = 0.20$), um efeito marginal para a Prática ($F_{1, 20} = 3.65$; $p = 0.070$; $\eta_p^2 = 0.15$), e interação entre Sequência, Prática e Dias ($F_{4, 80} = 2.94$; $p = 0.034$; $\eta_p^2 = 0.12$). Isso significa que a Sequência A teve uma %FCR maior ($M = 28,3\%$) do que a Sequência B ($M = 24,9\%$), e ambas as sequências apresentaram maior %FCR na segunda prática. As comparações post-hoc mostraram que

a Sequência A teve a maior %FCR em 4 dias, foram D2 ($p = 0,021$) e D4 ($p = 0,006$) da primeira prática e D3 ($p = 0,040$) da segunda prática (Figura 6).

Figura 6. Representação gráfica do %Frequência Cardíaca de Reserva (%FCR) alcançada durante as atividades nas Sequências A (virtual - real) e B (real - virtual).

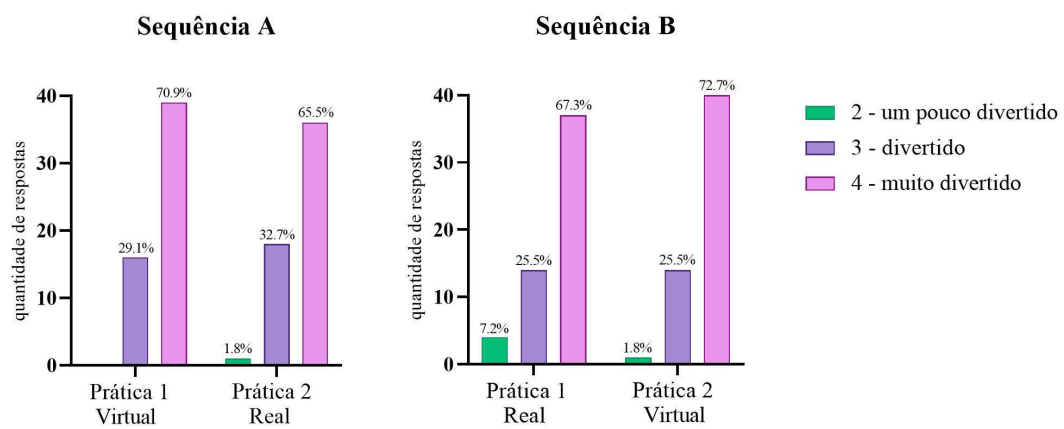


Fonte: a autora (2022).

4.3. ESCALA DE DIVERTIMENTO

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as Sequências para a escala de diversão, a maioria das respostas foi "muito divertido" em ambas as Sequências, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7. Representação gráfica das frequências de cada pontuação de divertimento nas Sequências A (virtual - real) e B (real - virtual).



Fonte: a autora (2022).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a influência da prática de tarefas em ambiente real (interface *Touch Screen*) e virtual (interface *WebCam*) em crianças e adolescentes com TEA, em um protocolo longitudinal de 10 intervenções. Nossos achados reforçam que uma prática em ambiente virtual é mais difícil, mas promove uma estratégia diferente que permite a melhora do desempenho na transferência do desempenho motor para o ambiente real quanto à acurácia e precisão do movimento (erros absoluto e variável). Além disso, todos os participantes apresentaram aumento da frequência cardíaca durante as intervenções, o que representa uma intensidade muito leve à leve (< 39% FCR), e a maioria dos participantes teve alto divertimento em ambas as sequências. Esse resultado concorda parcialmente com nossa hipótese, e discutimos nossos dados a seguir.

5.1. DESEMPENHO MOTOR E TRANSFERÊNCIA PARA A PRÁTICA SUBSEQUENTE.

Considerando tanto a acurácia quanto a precisão (erro absoluto e variável), os participantes que realizaram a Sequência A (iniciando em ambiente virtual), apresentaram melhora após a mudança para o ambiente real (transferência), pode-se confirmar ao comparar a mesma interface na sequência inversa (6º dia na sequência A com 1º dia na sequência B), representando transferência de desempenho do ambiente virtual para o real, a sequência inversa (B) não resultou em transferência de desempenho. Na precisão (erro variável), os participantes de ambas as sequências melhoraram o desempenho apenas no ambiente virtual (*WebCam*), por outro lado, na acurácia (erro absoluto) ambas as sequências apresentaram piora no ambiente real (*Touch Screen*). Por fim, ambas as sequências aumentaram a quantidade de acertos durante as práticas, mas a sequência A (virtual-real) teve maior quantidade de acertos do que a sequência B (real-virtual). Esses resultados podem ser justificados por 3 motivos específicos que examinaremos a seguir:

5.1.1. *Ambiente de Realidade Virtual*

A RV pode proporcionar aprendizado em um ambiente controlado e seguro para pessoas com TEA, melhorando a adesão e motivação (Mineo et al., 2009) e também pode melhorar a transferência para atividades diárias na vida real (Cox et al., 2017; Patrick et al., 2018; Ross et al., 2018; Saiano et al., 2015). Corroborando com os resultados do nosso estudo, Herrero et al. (2015), também identificaram que pessoas com TEA, ao realizarem uma atividade motora em um ambiente virtual, podem melhorar seu desempenho em uma tarefa real (tarefa de tempo de reação simples). De acordo com Bölte et al. (2010) a realidade virtual é uma ferramenta poderosa para otimizar a transferência de habilidades adquiridas após o treinamento com tarefas computacionais para o ambiente real, isso acontece porque em tarefas virtuais, o objetivo do movimento é abstrato e direcionado a objetos intangíveis, que podem influenciar diretamente no desempenho, uma vez que essas tarefas requerem adaptação motora, os indivíduos não aprendem simplesmente os movimentos específicos que precisam ser executados durante o treinamento, mas adquirem uma habilidade perceptuomotora que pode ser generalizada para outras situações. Em outras palavras, eles podem transferir sua nova habilidade aprendida para uma situação diferente daquela em que antes treinavam (Seidler, 2007; Monteiro et al., 2014; Lejeune et al., 2016).

Nossos resultados também concordam com Moraes et al. (2020), que encontraram uma importante melhora no tempo de erro, quando os participantes após a prática, transferiram do ambiente virtual para o real em um protocolo transversal, o que indica que ambientes virtuais podem melhorar o aprendizado de movimento neste grupo, mostrando também que a prática de repetição de sequência promove uma resposta motora mais rápida. De forma semelhante, Saiano et al. (2015) também observaram que o treinamento de habilidades de pedestres em ambiente virtual teve melhora na transferência para comportamentos da vida real e promoveu melhor envolvimento e motivação. Por fim, os participantes tiveram desempenho pior no ambiente virtual quando comparado ao ambiente real, isso pode ser justificado pelo trade-off velocidade-precisão, que propõe que quanto mais difícil a tarefa, maior o tempo para concluí-la (Heitz; Schall, 2012; Heitz, 2014; Fernani et al., 2017).

5.1.2. *Feedback*

Pessoas com TEA têm dificuldade de processamento sensorial (incluindo tátil) reconhecida há muito tempo quando comparadas a crianças tipicamente desenvolvidas (Rogers; Ozonoff, 2005). A representação sensório-motora pode ter um papel na função motora quando o indivíduo está aprendendo novos movimentos (Sharer et al., 2016). Hipotetizamos que os múltiplos feedbacks dados pelo jogo MoveHero, levaram a um melhor desempenho. Considerando que o sistema visual, auditivo e somatossensorial são importantes para manter a atenção e é um guia adaptativo aos ambientes virtuais, o jogo fornece feedback visual e auditivo, quando os jogadores perdem a bola ou acertam corretamente. Esses feedbacks múltiplos têm se mostrado bastante úteis por terem um benefício adaptativo e, quando combinados, parecem promover no indivíduo uma resposta mais rápida a um estímulo, quando comparados ao feedback sensorial único em pessoas com TEA (Arnoni et al., 2019; Baum; Stevenson; Wallace, 2015). Além disso, Gidley Larson e Mostofsky (2008), Haswell et al. (2009); Izawa et al. (2012), Marko et al. (2015) e Sharer et al. (2016) sugeriram aprendizado importante e necessidade de erros proprioceptivos para finalizar uma tarefa em crianças com TEA. O menor feedback tátil (Ropar et al., 2018) e a demanda de movimento do ambiente virtual, possivelmente também aumentou o nível de dificuldade na tarefa. Assim, como hipotetizamos, a tarefa no ambiente virtual parece ser mais difícil, porém todas essas características do ambiente sem contato promoveram melhor transferência da tarefa, conforme discutido anteriormente.

5.1.3. *Música*

Embora o estímulo da música não tenha sido um dos nossos objetivos, o jogo MoveHero toca uma música durante toda a prática, o que pode ter sido uma contribuição para o aumento do desempenho durante a tarefa virtual em pessoas com TEA. Há evidências crescentes de que a música é um dos pontos fortes das pessoas com TEA, pois pode ativar circuitos neurais de recompensa (Heaton; Hermelin; Pring, 1999; Quintin, 2019). Alguns pesquisadores atuais descobriram que a prática de ouvir música pode possivelmente melhorar a atenção em pessoas com TEA, e também pode ser um sinal

para a melhora da integração sensorial e do funcionamento sensório-motor (Bharathi et al., 2019). Em uma revisão recente de Quintin et al. (2019) concluíram que a música é uma poderosa ferramenta terapêutica para pessoas com TEA, e é um campo a ser explorado, pois promove muitos benefícios a eles, como ativação de circuitos neurais associados a emoções, e que pode ser promissor e útil para entender mais sobre déficits de TEA. Sharda et al. (2018) trouxeram as primeiras evidências de que intervenções musicais de 8-12 semanas aumentam a conectividade entre o córtex auditivo primário bilateral e as regiões subcorticais e motoras, que são regiões geralmente afetadas no TEA, e foram relatadas melhoras na comunicação das crianças após esta intervenção.

5.2. ATIVIDADE FÍSICA POR MEIO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA

Considerando a atividade física, a Sequência A (virtual-real) teve maior % de reserva de frequência cardíaca (%FCR) do que a Sequência B (real-virtual), mas ambas as sequências tiveram maior %FCR na segunda prática, mostrando benefício a longo prazo da atividade proposta. O MoveHero é um jogo que pode promover diversos benefícios, como melhora do aprendizado motor e aumento dos níveis de atividade física (Martins et al., 2019). Considerando o %FCR alcançado durante a atividade de RV, podemos afirmar que a atividade em ambas as Sequências teve uma intensidade muito leve à leve (< 39%) de acordo com a orientação do American College of Sports Medicine para prescrição de exercícios (Garber et al., 2011; ACSM, 2013).

Uma revisão sistemática teve como objetivo examinar os efeitos do exercício baseado em RV em diferentes resultados e em várias populações, eles sugeriram que o exercício de RV tem o potencial de exercer um impacto positivo nos resultados fisiológicos, psicológicos e de reabilitação do indivíduo em comparação com os exercícios tradicionais (Qian; McDonough; Gao, 2020). Por sua vez, Eichhorn et al. (2013) utilizando uma tarefa de movimento de membros superiores semelhante ao nosso estudo, realizaram um estudo piloto em estudantes saudáveis, que tentou obter alterações na frequência cardíaca por meio do movimento dos membros superiores. A meta de frequência cardíaca para usuários individuais foi atingida, confirmando o potencial da RV nos aspectos de entretenimento e esforço físico. Naugle et al. (2019) encontraram resultados semelhantes usando jogos de Wii em sessões de 10 minutos, em uma

intensidade auto-selecionada que variou de “muito leve” ao jogar tênis no Wii a “um pouco difícil” ao jogar boxe no Wii, ambas pareceram ser atividades insuficientes para manter ou melhorar a aptidão cardiovascular. Nossa tarefa durou apenas 12 minutos, e podemos observar um leve aumento da frequência cardíaca, então sugerimos que maior tempo de intervenção, com maior amplitude de movimento talvez possa gerar alterações compatíveis com atividade física moderada ou intensa, mostrando assim o potencial de a atividade em realidade virtual.

5.3.DIVERTIMENTO

Em ambas as sequências o escore de divertimento se manteve em maior percentual nos níveis "divertido" e "muito divertido" durante todos os dias de intervenção, não houve diferença entre as sequências, mas podemos observar que na sequência A (virtual-real), a pontuação "pouco divertido" apareceu apenas uma vez, então podemos especular que a manutenção do nível de prazer na sequência em que a intervenção foi iniciada pelo ambiente virtual pode ter sido um dos fatores que contribuíram para o bom desempenho, além disso, esse escore apareceu exatamente no primeiro dia de intervenção no ambiente real, o que pode representar que a tarefa real não foi interessante para os participantes, também foi na tarefa real que ocorreu uma piora no desempenho motor. Uma revisão realizado por Wang et al. (2019) mostrou que a motivação é um dos principais fatores que promovem um melhor desempenho na terapia de RV.

Promover um ambiente divertido e lúdico para a população de TEA é um grande desafio, eles têm muitos interesses fixos, e têm dificuldade em se envolver em uma brincadeira de faz de conta, podendo se irritar ou se frustrar com alguns tipos de jogos ou atividades (Román-Oyola et al., 2018). Quando não sentem restrições na brincadeira, ela tende a ser mais efetiva (Skard; Bundy, 2008). Talvez se tivéssemos um protocolo mais flexível no qual eles pudessem escolher o jogo, ou a música, os participantes provavelmente poderiam se envolver mais. Resultados de muitos estudos mostraram que o prazer é um preditor significativo da participação na AF, independentemente da idade dos participantes (Lewis et al., 2016). Dębska et al. (2019) encontrou alto índice de prazer durante AF em RV. Considerando a participação diária de AF em adolescentes com

deficiência, Jin et al. (2018) verificaram que os que praticavam AF, tinham mais participação, e os que passavam mais dias sendo fisicamente ativos eram mais saudáveis do que os seus pares, destacando que para a promoção da sua saúde as atividades precisam ser agradáveis.

Por fim, sugerimos que as equipes de reabilitação possam organizar programas de intervenção utilizando tecnologia e ambientes virtuais para potencializar o aprendizado em pessoas com TEA, facilitando a transferência do desempenho motor para o ambiente real, mantendo o prazer e gerando atividade física leve em um ambiente controlado e seguro. As limitações deste estudo incluem o fato de não podermos fazer uma análise da variabilidade da frequência cardíaca que forneceria alguns dados mais extensos (Moraes et al., 2019; Dias et al., 2021; Silveira et al., 2022). Além disso, não incluímos participantes do sexo feminino, portanto, não podemos generalizar nossos dados para essa população, estudos com um grande grupo feminino podem trazer resultados importantes. O mesmo para os participantes com autismo severo, pois o ponto principal foi a compreensão da tarefa, portanto, o uso de um ambiente virtual pode não ser útil para essa população, uma vez que eles podem não conseguir realizar a tarefa, o que não representaria sua capacidade aprender. Por fim, sugerimos que estudos futuros, com maior tempo de atividade e movimentos mais amplos, possam avaliar a possibilidade de oferecer uma atividade física mais intensa.

6. CONCLUSÃO

A atividade de realidade virtual utilizada em nosso estudo apresentou maior grau de dificuldade, mas proporcionou transferência para o ambiente real. Os participantes com TEA melhoraram seu desempenho principalmente no ambiente virtual. Em termos de atividade física nossa tarefa proporcionou atividade física muito leve a leve avaliada pela alteração da frequência cardíaca, e a maioria dos participantes se divertiu realizando a tarefa.

REFERÊNCIAS¹

- Al Backer NB. Correlation between Autism Treatment Evaluation Checklist (ATEC) and Childhood Autism Rating Scale (CARS) in the evaluation of autism spectrum disorder. *Sudanese journal of paediatrics*. 2016;16(1):17-22.
- American College of Sports Medicine, ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott williams & wilkins, 2013.
- American Psychiatric Association, APA. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). 2013.
- Arnell S, Jerlinder K, Lundqvist LO. Perceptions of physical activity participation among adolescents with autism spectrum disorders: A conceptual model of conditional participation. *Journal of autism and developmental disorders*. 2018;48(5):1792-1802.
- Arnoni JLB, et al. Effects of virtual reality in body oscillation and motor performance of children with cerebral palsy: A preliminary randomized controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2019;35:189-194.
- Banos RM, et al. Using virtual reality to distract overweight children from bodily sensations during exercise. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2016;19(2):115-119.
- Baum SH, Stevenson RA, Wallace MT. Behavioral, perceptual, and neural alterations in sensory and multisensory function in autism spectrum disorder. *Progress in Neurobiology*. 2015;134:140-160.
- Berg M, et al. Reliability of the pediatric evaluation of disability inventory (PEDI). *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*. 2004;24(3):61-77.
- Bharathi G, et al. The potential role of rhythmic entrainment and music therapy intervention for individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2019;15(2):180-186.
- Bölte S, et al. Editorial: What can innovative technologies do for autism spectrum disorders? *Autism*. 2010;14(3):155-159.
- Campbell JM. Internal and external validity of seven wechsler intelligence scale for children-third edition short forms in a sample of psychiatric inpatients. *Psychological Assessment*. 1998; 10(4):431-434.
- Cox DJ, et al. Can Youth with Autism Spectrum Disorder Use Virtual Reality Driving Simulation Training to Evaluate and Improve Driving Performance? An Exploratory Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2017;47(8):2544-2555.
- Crocetta TB, et al. Virtual reality software package for implementing motor learning and rehabilitation experiments. *Virtual Reality*. 2018;22(3):199-209.
- De Luca R, et al. Innovative use of virtual reality in autism spectrum disorder: A case-study. *Applied Neuropsychology: Child*. 2021;10(1):90-100.
- Dębska M, et al. Enjoyment and intensity of physical activity in immersive virtual reality performed on innovative training devices in compliance with recommendations for

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

- health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(19):3673.
- Dias RM, et al. Influence of Chronic Exposure to Exercise on Heart Rate Variability in Children and Adolescents Affected by Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(21):11065.
- Dowell LR, Mahone EM, Mostofsky SH. Associations of Postural Knowledge and Basic Motor Skill With Dyspraxia in Autism: Implication for Abnormalities in Distributed Connectivity and Motor Learning. *Neuropsychology*. 2009;23(5):563-570.
- Ecker C. The neuroanatomy of autism spectrum disorder: An overview of structural neuroimaging findings and their translatability to the clinical setting. *Autism*. 2017;21(1):18-28.
- Eichhorn S, et al. Development of an Exergame for individual rehabilitation of patients with cardiovascular diseases. *Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine*. 2013;36(4):441-447.
- Evans E, et al. Physical Activity Intensity, Perceived Exertion, and Enjoyment During Head-Mounted Display Virtual Reality Games. *Games for Health Journal*. 2021;10(5):314-320.
- Eversole M, et al. Leisure activity enjoyment of children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*. 2016;46(1):10-20.
- Farhat F, et al. The effect of a motor skills training program in the improvement of practiced and non-practiced tasks performance in children with developmental coordination disorder (DCD). *Human Movement Science*. 2016;46:10-22.
- Fernani DCGL, et al. Evaluation of speed-accuracy trade-off in a computer task in individuals with cerebral palsy: A cross-sectional study. *BMC Neurology*. 2017;17(1):1-9.
- Garber CE, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(7):1334-1359.
- Gidley Larson JC, et al. Acquisition of internal models of motor tasks in children with autism. *Brain*. 2008;131(11):2894-2903.
- Gidley Larson JC, Mostofsky SH. Evidence that the pattern of visuomotor sequence learning is altered in children with autism. *Autism Research*. 2008;1(6):341-353.
- Gough C. Distribution of Video Gamers Worldwide in 2017, by Age Group and Gender. Available online: <https://www.statista.com/statistics/722259/world-gamers-by-age-and-gender/> accessed on 10 August 2021).
- Guth D. Space Saving Statistics: An Introduction to Constant Error, Variable Error, and Absolute Error. *Peabody Journal of Education*. 1990;67(2):110-120.
- Haswell CC, et al. Representation of internal models of action in the autistic brain. *Nature Neuroscience*. 2009;12(8):970-972.

- Heaton P, Hermelin B, Pring L. Can children with autistic spectrum disorders perceive affect in music? An experimental investigation. *Psychological Medicine*. 1999;29(6):1405-1410.
- Heitz RP, Schall JD. Neural Mechanisms of Speed-Accuracy Tradeoff. *Neuron*. 2012;76(3):616-628.
- Heitz RP. The speed-accuracy tradeoff: History, physiology, methodology, and behavior. *Frontiers in Neuroscience*. 2014;8(150):1-19.
- Herrero D, et al. Total Reaction Time Performance of Individuals with Autism after a Virtual Reality Task. *International Journal of Neurorehabilitation*. 2015;2(5):1-5.
- Huang J, et al. Meta-analysis on intervention effects of physical activities on children and adolescents with autism. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(6):1950.
- Izawa J, et al. Motor learning relies on integrated sensory inputs in ADHD, but over-selectively on proprioception in autism spectrum conditions. *Autism Research*. 2012;5(2):124-136.
- Jelsma D, et al. The impact of Wii Fit intervention on dynamic balance control in children with probable Developmental Coordination Disorder and balance problems. *Human Movement Science*. 2014;33(1):404-418.
- Jin J, et al. Impact of enjoyment on physical activity and health among children with disabilities in schools. *Disability and health journal*. 2018;11(1):14-19.
- Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae*. 1957;35(3):307-315.
- Kawakami S, et al. Atypical Multisensory Integration and the Temporal Binding Window in Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2020;50(11):3944-3956.
- Ketcheson L, Hauck J, Ulrich D. The effects of an early motor skill intervention on motor skills, levels of physical activity, and socialization in young children with autism spectrum disorder: A pilot study. *Autism*. 2017;21(4):481-492.
- Kim J, et al. Minimizing error in measurement of error: A proposed method for calculation of error in a two-dimensional motor task. *Perceptual and Motor Skills*. 2000;90(1):253-261.
- Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*. 2013;4:863.
- Leal AF, et al. The use of a task through virtual reality in cerebral palsy using two different interaction devices (concrete and abstract)—a cross-sectional randomized study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2020;17(1):1-10.
- Lejeune C. et al. Procedural learning, consolidation, and transfer of a new skill in Developmental Coordination Disorder. *Child Neuropsychology*. 2016;22(2):143-154.
- Lewis BA, et al. Self-efficacy versus perceived enjoyment as predictors of physical activity behaviour. *Psychology & health*. 2016;31(4):456-469.
- Lyons EJ, et al. Engagement, enjoyment, and energy expenditure during active video game play. *Health Psychology*. 2014;33(2):174.

- Maenner MJ, et al. Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2018. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries* (Washington, D.C. : 2002). 2021;70(11):1-16.
- Mancini MC. *Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI) - manual da versão brasileira adaptada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- Marko MK, et al. Behavioural and neural basis of anomalous motor learning in children with autism. *Brain*. 2015;138(3):784-797.
- Martins FPA, et al. Analysis of motor performance in individuals with cerebral palsy using a non-immersive virtual reality task – A pilot study. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2019;15:417-428.
- Matsangidou M, et al. Is your virtual self as sensational as your real? Virtual Reality: The effect of body consciousness on the experience of exercise sensations. *Psychology of sport and exercise*. 2019;41:218-224.
- Mineo BA, et al. Engagement with electronic screen media among students with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2009;39(1):172-187.
- Moher D, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *International Journal of Surgery*. 2012;10(1):28-55.
- Monteiro CBM, et al. Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2014;35(10):2430-2437.
- Monteiro CBM, et al. Short-term motor learning through non-immersive virtual reality task in individuals with down syndrome. *Bmc Neurology*. 2017;17(1):1-8.
- Moraes ÍAP, et al. Motor learning characterization in people with autism spectrum disorder: A systematic review. *Dementia & neuropsychologia*. 2017;11(3):276-286.
- Moraes ÍAP, et al. Fractal correlations and linear analyses of heart rate variability in healthy young people with different levels of physical activity. *Cardiology in the Young*. 2019;29(10):1236-1242.
- Moraes ÍAP, et al. Motor learning and transfer between real and virtual environments in young people with autism spectrum disorder: A prospective randomized cross over controlled trial. *Autism Research*. 2020;13(2):307-319.
- Mostofsky SH, Ewen JB. Altered connectivity and action model formation in autism is autism. *Neuroscientist*. 2011;17(4):437-448.
- Naugle KE, Naugle KM, Wikstrom EA. Cardiovascular and affective outcomes of active gaming: using the nintendo wii as a cardiovascular training tool. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*. 2014;28(2):443.
- Naugle KE, et al. Improving active gaming's energy expenditure in healthy adults using structured playing Instructions for the Nintendo Wii and XBOX Kinect. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(2):549-558.

- Newbutt N, et al. Brief Report: A Pilot Study of the Use of a Virtual Reality Headset in Autism Populations. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2016;46(9):3166-3176.
- Obrusnikova I, Cavalier AR. Perceived barriers and facilitators of participation in after-school physical activity by children with autism spectrum disorders. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*. 2011;23(3):195-211.
- Patrick KE, et al. Driving comparisons between young adults with autism spectrum disorder and typical development. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*. 2018;39(6):451-460.
- Pereira AM, Riesgo RS, Wagner MB. Childhood autism: Translation and validation of the Childhood Autism Rating Scale for use in Brazil. *Jornal de Pediatria*. 2008;84(6):487-494.
- Posar A, Visconti P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. *Jornal de Pediatria*. 2018;94(4):342-350.
- Qian J, McDonough DJ, Gao Z. The effectiveness of virtual reality exercise on individual's physiological, psychological and rehabilitative outcomes: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(11):4133.
- Quintin EM. Music-Evoked Reward and Emotion: Relative Strengths and Response to Intervention of People With ASD. *Frontiers in Neural Circuits*. 2019;13:49.
- Rao V, Raman V, Mysore AV. Issues related to obtaining intelligence quotient-matched controls in autism research. *Indian Journal of Psychological Medicine*. 2015;37(2):149-153.
- Rogers SJ, Ozonoff S. Annotation: what do we know about sensory dysfunction in autism? A critical review of the empirical evidence. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. 2005;46(12):1255-1268.
- Román-Oyola R, et al. Play, playfulness, and self-efficacy: Parental experiences with children on the autism spectrum. *Occupational Therapy International*. 2018:4636780.
- Roos L, et al. Validity of sports watches when estimating energy expenditure during running. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2017;9(1):22.
- Ropar D, et al. Body representation difficulties in children and adolescents with autism may be due to delayed development of visuo-tactile temporal binding. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2018;29:78-85.
- Ross V, et al. Measuring the attitudes of novice drivers with autism spectrum disorder as an indication of apprehensive driving: Going beyond basic abilities. *Autism*. 2018;22(1):62-69.
- Ruggeri A, et al. The effect of motor and physical activity intervention on motor outcomes of children with autism spectrum disorder: A systematic review. *Autism*. 2020;24(3):544-568.
- Rynkiewicz A, et al. An investigation of the "female camouflage effect" in autism using a computerized ADOS-2 and a test of sex/gender differences. *Molecular Autism*. 2016;7(1):10.

- Saiano M, et al. Effect of interface type in the VR-based acquisition of pedestrian skills in persons with ASD. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*. 2015;5728-5731.
- Seidler RD. Aging affects motor learning but not savings at transfer of learning. *Learning and Memory*. 2007;14(1):17-21.
- Sharda M, et al. Music improves social communication and auditory–motor connectivity in children with autism. *Translational Psychiatry*. 2018;8(1):231.
- Sharer EA, et al. Isolating Visual and Proprioceptive Components of Motor Sequence Learning in ASD. *Autism Research*. 2016;9(5):563-569.
- She J, et al. Selection of suitable maximum-heart-rate formulas for use with Karvonen formula to calculate exercise intensity. *International Journal of Automation and Computing*. 2015;12(1):62-69.
- Siemann JK, Veenstra-Vanderweele J, Wallace MT. Approaches to Understanding Multisensory Dysfunction in Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*. 2020;13(9):1430-1449.
- Silva TD, et al. Effect of Combined Therapy of Virtual Reality and Transcranial Direct Current Stimulation in Children and Adolescents With Cerebral Palsy: A Study Protocol for a Triple-Blinded Randomized Controlled Crossover Trial. *Frontiers in neurology*. 2020;11:953.
- Silva TD, et al. Comparison Between Conventional Intervention and Non-immersive Virtual Reality in the Rehabilitation of Individuals in an Inpatient Unit for the Treatment of COVID-19: A Study Protocol for a Randomized Controlled Crossover Trial. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:622618.
- Silveira AC, et al. Cardiac Autonomic Modulation in Subjects with Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) during an Upper Limb Virtual Reality Task: A Prospective Control Trial. *BioMed Research International*, 2022:4439681.
- Skard G, Bundy AC. Test of playfulness. In: *Play in Occupational Therapy for Children* 2008.
- Smits-Engelsman BCM, Jelsma LD, Ferguson GD. The effect of exergames on functional strength, anaerobic fitness, balance and agility in children with and without motor coordination difficulties living in low-income communities. *Human Movement Science*. 2017;55:327-337.
- Stanish H, et al. Enjoyment, barriers, and beliefs about physical activity in adolescents with and without autism spectrum disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 2015;32(4):302-317.
- Sveistrup H. Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2004;1(1):10.
- Turner L, et al. Consolidated standards of reporting trials (CONSORT) and the completeness of reporting of randomised controlled trials (RCTs) published in medical journals. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012;11(11):MR000030.
- Volkmar FR, Reichow B. Autism in DSM-5: Progress and challenges. *Molecular Autism*. 2013;14(1):13.

Wang B, et al. Effect of virtual reality on balance and gait ability in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2019;33(7):1130-1138.

Wang M, Reid D. Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: Attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. *Neuroepidemiology*. 2011;36(1):2-18.

Yu TY, et al. IQ discrepancy differentiates levels of fine motor skills and their relationship in children with autism spectrum disorders. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2018;14:597-605.

ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

1

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa - **Análise de desempenho motor entre ambientes real e virtual em pessoas com transtorno do espectro autista: estudo longitudinal crossover.**

Pesquisador principal - **Carlos Bandeira de Mello Monteiro**

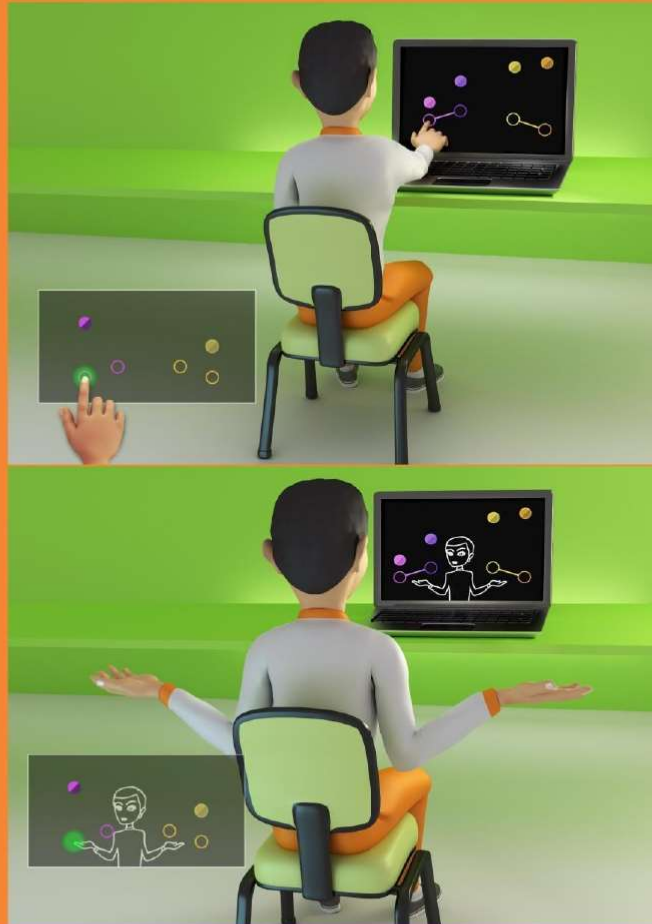
Departamento/Instituto - **Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional – FOFITO/USP**



Nome resumido do projeto:	Confidencial
Termo de Assentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de ---de ----	
Nome do pesquisador: Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina Da USP	
	Rubrica do Participante da Pesquisa/Rrepresentante legal Rubrica do Investigador Responsável

Atualizado-dezembro 2019

Você irá jogar usando o Touch Screen, tocando na tela, ou a WebCam do computador fazendo um movimento com as suas mãos. Não se preocupe nós ensinaremos você a jogar.



Estes jogos podem demorar 30 minutos, vamos jogar durante 12 dias, duas vezes por semana.

Nome resumido do projeto:	Confidencial
Termo de Assentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de ---- de ----	
Nome do pesquisador: Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina Da USP	
	Rubrica do Participante da Pesquisa/Rrepresentante legal Rubrica do Investigador Responsável Atualizado-dezembro 2019



Os jogos são
divertidos e
desafiadores.
Você vai se
divertir!

Nada acontecerá de errado.

Mas se algo acontecer, você será ajudado por mim.

Você pode pedir para parar a qualquer momento.

Você não precisará gastar nenhum dinheiro.

Nós vamos até a sua escola para você jogar.

Nome resumido do projeto:	Confidencial	
Termo de Assentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de ---de ----		
Nome do pesquisador: Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina Da USP	Rubrica do Participante da Pesquisa/Rrepresentante legal	Rubrica do Investigador Responsável
		Atualizado-dezembro 2019

Estou à disposição para tirar qualquer dúvida sua, meu telefone é (11) 3091-7453 e e-mail é carlosmonteiro@usp.br



Eu _____ aceito participar da pesquisa “Análise de desempenho motor entre ambientes real e virtual em pessoas com transtorno do espectro autista: estudo longitudinal crossover”. Entendi as coisas ruins e boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com meus responsáveis. Recebi uma via deste Termo de Assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

São Paulo, ____ de _____ de _____.

Assinatura do (a) participante

Assinatura do(a) pesquisador

Nome resumido do projeto:	Confidencial
Termo de Assentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de --- de ----	
Nome do pesquisador: Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina Da USP	_____ Rubrica do Participante da Pesquisa/Rrepresentante legal
	_____ Rubrica do Investigador Responsável

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa caso você queira perguntar alguma coisa. O principal investigador é o Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro que pode ser encontrado no endereço Rua Cipotânea, 51 – Butantã - Telefone(s) (11) 3091-7453, e-mail carlosmonteiro@usp.br. Se você tiver alguma consideração ou pergunta sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549, das 7 às 16h de segunda a sexta feira ou por e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br.

Nome por extenso do participante

____/____/____
Data

Assinatura do participante

Nome do pai/mãe/representante legal

Assinatura

Assinatura do responsável pelo estudo

____/____/____
Data

Nome resumido do projeto:	Confidencial
Termo de Assentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de ---de ---	
Nome do pesquisador: Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina Da USP	_____ Rubrica do Participante da Pesquisa/Representante legal
	_____ Rubrica do Investigador Responsável

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

	FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
---	---

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **ANÁLISE DE DESEMPENHO MOTOR ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL EM PESSOAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ESTUDO LONGITUDINAL CROSSOVER**

Prezado (a) Senhor (a), o (a) menor _____, pelo (a) qual o (a) Senhor (a) é responsável, está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que visa verificar se uma tarefa motora realizada por meio de interfaces virtuais possibilita maior desempenho em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista. Os resultados serão importantes para verificar a aplicabilidade da realidade aumentada, nos indivíduos com Transtorno do Espectro Autista, além de validar jogos sérios com uso de realidade virtual, criados pelo *Laboratório de Sistemas da Informação da Universidade de São Paulo*, uma plataforma que contém jogos sérios especialmente desenvolvidos para apoiar a reabilitação dos membros superiores que envolve braços e mãos.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os *games* reconhecem os movimentos dos participantes, transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras. O movimento para atingir o objetivo de cada jogo exige certa habilidade e velocidade de movimento de nossos membros, a fim de executar e controlar as tarefas da maneira como as desejamos. Mensurar o tempo para reagir aos estímulos que estão a nossa volta, a velocidade com que conseguimos alcançar os objetos que desejamos, nos permite avaliar tanto as habilidades cognitivas quanto motoras.

A participação dele (a) irá contribuir com informações que nos permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de acordo com a característica de seus pacientes.

As medidas serão analisadas na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP. Os dados obtidos nesta pesquisa serão publicados no meio acadêmico e científico e os jogos estarão disponíveis para novas pesquisas e para intervenções de profissionais da saúde na reabilitação de seus pacientes.

A coleta das informações será feita por meio do preenchimento de um questionário e a utilização dos jogos sérios executados em computador com dispositivos para registro do movimento executado pelo participante. O uso do computador e seus acessórios não requer nenhum conhecimento prévio e os jogos propostos são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 45 minutos.

Ele (a) não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. A participação dele (a) na pesquisa é voluntária.

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se ele (a) sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Os dados serão tratados com total sigilo. Sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. O que nos importa são as respostas dos participantes, e não quem as forneceu.

Ele (a) poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, basta informar aos pesquisadores.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados para a produção de artigos técnicos e científicos. Solicitamos também sua autorização para utilizarmos uma filmadora durante a execução dos jogos sérios. Sua privacidade será mantida através da não-identificação do nome do participante. As imagens servirão apenas para divulgação do projeto e todos os cuidados para não identificação do participante será prioridade.

Agradecemos sua compreensão e colaboração.

Íbis Ariana Peña de Moraes

Fone: (11) 95559-4329

E-mail: ibisariana@usp.br

Endereço: Rua Cipotânea, 51 - CEP: 05360-160

Cidade Universitária

Informações: (11) 3091-8403

Eu, _____, portador do documento de identificação número _____, responsável legal de _____, e tendo sido ele (a) convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa **ANÁLISE DE DESEMPENHO MOTOR ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL EM PESSOAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ESTUDO LONGITUDINAL CROSSOVER**, recebi da fisioterapeuta **Íbis Ariana Peña de Moraes**, discente da

Universidade de São Paulo, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que a pesquisa se destina a validar jogos sérios com recursos da Realidade Virtual para avaliação do controle motor e seu auxílio na aprendizagem motora e reabilitação dos membros superiores, que envolve principalmente os braços e as mãos.

Que a importância desta pesquisa é que ela estará colaborando no teste de jogos sérios com uso de recursos de realidade virtual em computador. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora.

Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: O uso repetido dos jogos sérios com realidade virtual pode influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que possuam alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.

Que esta pesquisa começará em março de 2018 e terminará em novembro de 2019.

Que a pesquisa será feita da seguinte maneira: os jogos serão praticados em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador. O (A) menor será acomodado (a) confortavelmente em uma cadeira com ajuste de altura ou permanecerá em sua cadeira adaptada ou sua cadeira de rodas, se isto for mais aconselhável para ele (a). A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que ele (a) se familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Se ele (a) for convidado (a) a participar em mais de um jogo, ou usar mais de um dispositivo para captura de meus movimentos, a ordem será definida de forma aleatória com o uso de uma moeda. Sei que o tempo para completar um jogo não será menor que 15 minutos e não mais do que 45 minutos.

Que ele (a) poderá participar de mais de uma etapa, podendo ser convidado (a) a jogar mais de uma vez ou então em mais de um tipo de jogo.

Que os incômodos que poderá sentir são os seguintes: Ficar cansado (a), ficar enjoado (a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se ele (a) sentir qualquer tipo de desconforto, sei que poderá avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo.

Que os possíveis riscos à saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoado (a) ou cansado (a). Também pode se sentir constrangido (a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que ele (a) pode pedir para parar a qualquer momento, bastando avisar o pesquisador da sua vontade.

Que os benefícios que poderei esperar com a participação, mesmo que não diretamente são: A validação científica de atividades propostas nos jogos sérios com realidade virtual que irão auxiliar diversas pessoas com deficiências ou dificuldades no movimento das mãos e/ou braços. Identificar quais os jogos que trarão maior benefícios às pessoas que desejarem e/ou precisarem usar estes jogos.

Que a participação dele (a) será acompanhada por pelo menos um pesquisador, devidamente treinado e qualificado para acompanhar a participação, principalmente por Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Doutorandos e Mestrandos da USP.

Que, sempre que eu ou ele (a) desejarmos, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.

Que, a qualquer momento, ele (a) poderá se recusar a continuar participando da pesquisa e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso nos traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Que as informações conseguidas através da minha participação e do (a) menor sob minha responsabilidade não permitirão a identificação da nossa pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

Que as imagens gravadas da participação não permitirão a identificação d (o, a) menor, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas imagens só será feita, quando necessário, para fins de divulgação científica do projeto, sempre sem a identificação do (a) menor.

Que esta pesquisa não acarretará nenhuma despesa para nossa participação.

Que seremos indenizados por qualquer dano que venhamos a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para a Escola de Artes, Ciências e Humanidades Universidade de São Paulo.

Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com:

a) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Telefone: + 55 (11) 3091-8403

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Discente da Universidade de São Paulo

Íbis Ariana Peña de Moraes

Telefone: + 55 (11) 95559-4329

E-mail: ibisariana@usp.br

Para contato em caso de intercorrências clínicas e reações adversas ou para esclarecimento de dúvidas ou SE VOCÊ TIVER DÚVIDAS E/OU PERGUNTAS SOBRE SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA E/OU INSATISFEITO COM A MANEIRA COMO A PESQUISA ESTÁ SENDO REALIZADO, VOCÊ PODE ENTRAR EM CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PELO

ENDEREÇO: FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO RUA: CIPOTÂNEA, 51 SÃO PAULO - SP CEP: 05360-160. O COMITÊ DE ÉTICA É RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO E COMPANHAMENTO DOS ASPECTOS ÉTICOS DE TODAS AS PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS, VISANDO ASSEGURAR A PROTEÇÃO, A DIGNIDADE, OS DIREITOS, A SEGURANÇA E O BEM-ESTAR DO SUJEITO DA PESQUISA.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação do menor sobre minha responsabilidade na mencionada pesquisa e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a nossa participação implicam, concordo com a participação e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

_____, _____ de _____ de 201__

Assinatura ou impressão datiloscópica responsável legal e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Íbis Ariana Peña de Moraes (Rubricar as demais páginas)

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo:

Grau de parentesco com o participante:

Documento identificação:

ANEXO C – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DE DESEMPENHO MOTOR ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL EM PESSOAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ESTUDO LONGITUDINAL CROSSOVER

Pesquisador: Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 79411217.3.0000.0065

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.371.018

Apresentação do Projeto:

Introdução: O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma deficiência do desenvolvimento neurológico, em que é relatada dificuldade com a integração multisensorial, o que pode dificultar as habilidades cognitivas e motoras que permitem aprendizagem de diferentes tarefas e comunicação social. Uma vez que diferentes tarefas ou situações exigem a exploração de várias fontes de informação para controlar o movimento, é provável que haja uma diferença na realização de uma tarefa semelhante em ambiente real (com contato físico) ou ambiente virtual (sem contato físico). **Método:** Participarão do estudo 20 voluntários com diagnóstico de TEA com idade entre 7 e 16 anos. Após a triagem do processo de recrutamento e avaliação inicial um esquema de aleatorização simples será realizado, e os pacientes elegíveis para participarem da pesquisa, serão distribuídos em 2 grupos. Os grupos de intervenção realizarão a tarefa no software MoveHero: Grupo A- Início da intervenção em tarefa sem contato físico (virtual) interface WebCam (5 sessões) seguido da tarefa com contato físico (real) interface Touch Screen (5 sessões); e Grupo B- Início da intervenção em tarefa com contato físico (real) interface Touch Screen (5 sessões) seguido da tarefa sem contato físico (virtual) interface WebCam (5 sessões). Após a última intervenção será realizada uma avaliação final, em que serão reavaliados os mesmos testes da avaliação inicial, totalizando 12 dias de acompanhamento.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 2.371.018

Objetivo da Pesquisa:

Verificar se um dispositivo de interação mais virtual (sem toque físico - abstrato) permite melhora de desempenho em uma tarefa, quando comparado com dispositivo mais real (com toque físico - concreto) e se ocorre transferência de desempenho entre esses ambientes utilizando um protocolo longitudinal em pessoas com TEA.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sentir-se cansado ou enjoado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Protocolo com pergunta de pesquisa atual, sem ambiguidades e clara.

Desenho metodologicamente adequado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequado, explicando riscos.

Termo de assentimento também contemplado.

Recomendações:

Aprovação

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1015001.pdf	23/10/2017 09:59:03		Aceito
Outros	cepmedicinaassinado.pdf	23/10/2017 09:57:50	Ibis Ariana Peña de Moraes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termogapiassinado.pdf	23/10/2017 09:56:22	Ibis Ariana Peña de Moraes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_IBIS.doc	23/10/2017 09:55:23	Ibis Ariana Peña de Moraes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_doutorado_ibis_Final.docx	23/10/2017 09:55:03	Ibis Ariana Peña de Moraes	Aceito

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 2.371.018

Folha de Rosto	folharostoassinadaok.pdf	23/10/2017 09:53:58	Íbis Ariana Peña de Moraes	Aceito
----------------	--------------------------	------------------------	-------------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 08 de Novembro de 2017

Assinado por:
Antonio de Padua Mansur
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br