UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

ÍBIS ARIANA PEÑA DE MORAES

**Transferência de aprendizagem motora entre ambientes real e virtual no
transtorno do espectro autista**

São Paulo

2017

ÍBIS ARIANA PEÑA DE MORAES

**Transferência de aprendizagem motora entre ambientes real e virtual no
transtorno do espectro autista**

Versão original

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Desempenho Físico e Motor

Orientador:

Prof. Dr. Fernando Henrique Magalhães

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Moraes, Íbis Ariana Peña de

Transferência de aprendizagem motora entre ambientes real e virtual no transtorno do espectro autista / Íbis Ariana Peña de Moraes ; orientador, Fernando Henrique Magalhães. – São Paulo, 2017
45 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo
Versão original

1. Aprendizagem motora. 2. Desempenho motor. 3. Habilidades motoras. 4. Autismo. 5. Desenvolvimento humano - Deficiências. 6. Realidade virtual. I. Magalhães, Fernando Henrique, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 152.334

Nome: MORAES, Íbis Ariana Peña de

Título: Transferência de aprendizagem motora entre ambientes real e virtual no transtorno do espectro autista

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Desempenho Físico e Motor

Aprovada em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

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

Á Deus por habitar em mim, e me tornar forte para vencer os obstáculos da vida.

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

Ao Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro, por ter sido o primeiro a abrir as portas pra mim, por acreditar, por ouvir, pela amizade e pela confiança.

À meu orientador, Prof. Dr. Fernando Henrique Magalhães, pela oportunidade, incentivo e disponibilidade.

Á aqueles que além de professores, foram amigos, fonte de admiração e inspiração acadêmica: Prof. Dr. Marcelo Fernandes; Prof^a Dr^a Silvana Maria Blascovi de Assis; Prof^a Susi Mary Fernandes e Prof^a Ligia Canellas Tropiano.

Á Douglas Marques da Silva, por ser meu melhor amigo, meu porto seguro, meu apoio, minha dupla, e se fazer presente em todas minhas conquistas.

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 aventuras.

Á minhas amigas de grupo, de vida e de luta: Thais Massetti, Talita Dias da Silva, Lilian Del Ciello de Menezes, Cristina Hamamura Moriyama, Deborah Cristina Gonçalves Fernani, Maria Tereza Artero Prado, Juliana Nobre de Paula, Denise Cardoso Ribeiro Papa, Tânia Crocetta e Silvia Malheiros.

Aos amigos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades, pela convivência e amizade durante as disciplinas deste mestrado.

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.

RESUMO

MORAES, Íbis Ariana Peña de. **Transferência de aprendizagem motora entre ambientes real e virtual no transtorno do espectro autista**. 2017. 43 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física). Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Versão original.

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é uma deficiência do desenvolvimento neurológico, em que tem sido relatada dificuldade com a integração multisensorial, o que pode dificultar as habilidades cognitivas e motoras para permitir aprendizagem de diferentes tarefas e comunicação social. Considerando a possibilidade de interação em tarefas 3D por meio de dispositivos que necessitem de contato físico ou não, optou-se por avaliar pessoas com TEA e com DT em uma tarefa virtual variando o dispositivo de interação em duas seqüências de prática. Objetivou-se verificar se as pessoas com TEA são capazes de melhorar o desempenho em uma tarefa executada em um ambiente mais virtual (sem contato físico) ou mais real (com contato físico), e se essa melhora de desempenho pode ser transferida entre esses ambientes. Para a realização deste trabalho foram avaliadas 100 pessoas, divididas em dois grupos: 50 no grupo TEA, com idade entre 7 e 15 anos ($11,3 \pm 2,4$ anos), 38 do sexo masculino e 12 do sexo feminino; e 50 pessoas com desenvolvimento típico - grupo DT, pareados por idade e sexo ao grupo TEA. Todos os participantes que realizaram ambas as seqüências mostraram uma tendência de atraso de movimento, mas os participantes que realizaram a seqüência B - a tarefa na barra de espaço primeiro - apresentaram mais atraso ($m = 511$ ms) do que os participantes que realizaram a seqüência A - tarefa no *kinect* - primeiro ($m = 305$ ms). Para ambas as seqüências, o erro absoluto foi maior para a interface *kinect*. Além disso, o grupo TEA reduziu significativamente o EV com a prática, enquanto que para o grupo DT esta diferença não ocorreu. Para o erro absoluto na fase de transferência, os resultados mostraram diferenças significativas para o grupo TEA entre os blocos A1 para a interface barra de espaço na Seqüência A ($m = 475$ ms) e Seqüência B ($m = 718$ ms). Desta forma, a prática na interface *kinect* (ambiente mais virtual) promoveu um melhor desempenho na interface de pressionar a barra de espaço (ambiente mais real), mas apenas para pessoas com TEA. Podemos concluir que pessoas com TEA melhoraram o seu desempenho independente do ambiente estimulado, porém com desempenho inferior ao grupo com desenvolvimento típico. E

apenas o grupo TEA conseguiu transferir a prática do ambiente com características mais virtuais para com características mais reais.

Palavras-Chave: Transtorno do Espectro do Autismo. Deficiência do Desenvolvimento. Terapia de exposição á Realidade Virtual. Habilidades Motoras.

ABSTRACT

MORAES, Íbis Ariana Peña de. **Transfer of motor learning between real and virtual environments in autism spectrum disorder.** 2017. 43 p. Dissertation (Master of Science in Physical Activity). School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2017. Original Version.

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a deficiency of neurological development, in which difficulty has been reported with multisensory integration, which may hamper cognitive and motor skills to allow learning of different tasks and social communication. Considering the possibility of interaction in 3D tasks through devices that require physical contact or not, we opted to evaluate people with ASD and DT in a virtual task by varying the interaction device in two practice sequences. The objective was to verify if people with ASD are able to improve performance in a task executed in a more virtual (no physical contact) or more real (with physical contact) environment, and if this improvement of performance can be transferred between these environments. For the accomplishment of this work 100 people were evaluated, divided into two groups: 50 in the TEA group, with ages between 7 and 15 years (11.3 ± 2.4 years), 38 males and 12 females; And 50 people with typical development - DT group, matched by age and sex to the TEA group. All participants who performed both sequences showed a tendency of movement delay, but the participants who performed the sequence B - the task in the space bar first - presented more delay ($m = 511$ ms) than the participants who performed the sequence A - task in kinect - first ($m = 305$ ms). For both sequences, the absolute error was higher for the kinect interface. In addition, the TEA group significantly reduced the EV with the practice, whereas for the DT group this difference did not occur. For the absolute error in the transfer phase, the results showed significant differences for the TEA group between blocks A1 for the space bar interface in Sequence A ($m = 475$ ms) and Sequence B ($m = 718$ ms). In this way, practice in the kinect interface (more virtual environment) promoted a better performance in the interface of pressing the space bar (more real environment), but only for people with ASD. We can conclude that people with ASD improved their performance independent of the stimulated environment, but with inferior performance to the group with typical development. And only the TEA group managed to transfer the practice of the environment with more virtual characteristics to more real characteristics.

Key Words: Autism Spectrum Disorder. Developmental Disability. Virtual Reality Exposure Therapy. Motor Skills.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de seleção grupo Transtorno do Espectro do Autismo.	18
Figura 2. Execução correta da tarefa de timing coincidente realizada na barra de espaço.	19
Figura 3. Execução incorreta da tarefa de timing coincidente realizada no sistema kinect.	19
Figura 4. Design Experimental.	21
Figura 5. Erro constante para todas as fases do estudo, em ambos os grupos, seqüências e interfaces (média e erro padrão).	24
Figura 6. Erro absoluto para todas as fases do estudo, em ambos os grupos, seqüências e interfaces (média e erro padrão).	25
Figura 7. Erro variável para todas as fases do estudo, em ambos os grupos, seqüências e interfaces (média e erro padrão).	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. <i>SUJEITOS</i>	17
3.2. <i>INSTRUMENTO</i>	18
3.3. <i>TAREFA DE TIMING COINCIDENTE</i>	20
3.4. <i>PROCEDIMENTOS</i>	20
3.5. <i>ANALISE ESTATÍSTICA</i>	22
4. RESULTADOS	23
4.1. <i>AQUISIÇÃO</i>	23
4.1.1. <i>Erro Constante</i>	23
4.1.2. <i>Erro Absoluto</i>	24
4.1.3. <i>Erro Variável</i>	25
4.2. <i>RETENÇÃO</i>	26
4.3. <i>TRANSFERÊNCIA</i>	26
4.3.1. <i>Erro Constante</i>	27
4.3.2. <i>Erro Absoluto</i>	27
4.3.3. <i>Erro Variável</i>	28
4.4. <i>SEXO FEMININO VERSUS MASCULINO</i>	28
5. DISCUSSÃO	29
6. LIMITAÇÕES	33
7. CONCLUSÃO	34

8. REFERÊNCIAS	35
9. ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .	38
10. ANEXO 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	44

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é uma deficiência do desenvolvimento neurológico, caracterizada por um déficit qualitativo na comunicação e na interação social, além de uma série de comportamentos e interesses restritos, estereotipados e repetitivos (AMERICAN PSYCHIATRIC, 2014).

O TEA aparece tipicamente durante os primeiros três anos de vida e é uma das condições neurobiológicas de mais rápido crescimento no mundo (HILL; KEARLEY, 2013). É diagnosticado mais freqüentemente em meninos do que em meninas, com uma proporção de 4:1 (RYNKIEWICZ et al., 2016).

Para o diagnóstico de TEA são utilizados 5 critérios: Além de alterações qualitativas na comunicação social e na interação (critério A) e padrões de comportamento estereotipados, repetitivos e restritos (critério B) que se apresentam no período de desenvolvimento inicial (critério C), também é necessário que esses sintomas causem comprometimento clinicamente significativo em áreas sociais, ocupacionais e outras áreas importantes do funcionamento atual (critério D), e que não tenha outra explicação (critério E) (DE SCHIPPER et al., 2015).

Totsika *et al.* (2011) observaram que 85% das pessoas com TEA e sem deficiência intelectual apresentam níveis clinicamente significativos de hiperatividade, problemas emocionais e problemas de conduta, em comparação com taxas muito menores em um grupo com desenvolvimento típico (DT). Outras características importantes são: (1) dificuldades no processamento da informação, o que impede a aprendizagem de habilidades da vida diária e conceitos cognitivos (DEN BROK; STERKENBURG, 2015) e (2) alterações de movimento em velocidade, coordenação, postura e marcha (BARBEAU et al., 2015; BOLTE, 2014).

Também é relatado que as pessoas com TEA têm dificuldade com a integração multisensorial, o que pode dificultar as habilidades cognitivas e motoras para permitir aprendizagem de diferentes tarefas e comunicação social (RENDALL; TRUONG; FITCH, 2016). Este amplo espectro de dificuldades, presente mesmo na infância, está relacionado

com a incapacidade das pessoas com TEA de aprender adequadamente tarefas básicas e importantes para um desenvolvimento típico ao longo da vida (MARKO, 2015; MOSTOFSKY; EWEN, 2011).

Apesar da principal característica de pessoas com TEA ser a presença de dificuldade em tarefas cognitivas e principalmente de socialização, existem trabalhos que verificaram dificuldades também em aprendizado de tarefas motoras básicas. Gidley Larson e Mostofsky (2008) descrevem que mesmo as habilidades motoras precoces e básicas, incluindo sentar e andar apresentam algumas alterações em pessoas com TEA. Johnson *et al.* (2013) observaram uma contribuição significativa do cerebelo em relação à disfunção motora no TEA, destacando déficits no processamento de feedback visual com influência no mecanismo de aprendizagem. Por sua vez Izawa *et al.* (2012), apresentam uma taxa de aprendizagem mais lenta e um padrão alterado de generalização que é preditivo de deficiência motora e imitação prejudicada em pessoas com TEA. Dowell *et al.* (2009) utilizaram um questionário e testes motores e mostraram que pessoas com TEA demonstram deficiências substanciais não apenas no desempenho de gestos de imitação, mas também em gestos de comando.

No entanto, algumas pesquisas sugerem que mecanismos alternativos contribuem para o desenvolvimento de habilidades motoras no TEA, inclusive propiciando desempenho similar ao de pessoas com DT. Gidley Larson e Mostofsky (2008) aplicaram três protocolos de adaptação motora para testar a capacidade para aquisição de modelos internos de ação, e perceberam que as pessoas com TEA melhoraram seu desempenho, com taxas de aquisição e esquecimento que não eram diferentes das pessoas com DT. Trabalho semelhante realizado por Marko (2015) graduou a aprendizagem a partir do erro como uma modalidade sensorial e constatou que as pessoas com TEA superaram as com DT quando aprendiam com os erros detectados por meio da propriocepção, sendo que as pessoas com DT se beneficiaram de erros por meio da visão.

Apesar das pesquisas existentes, uma opção para propiciar benefícios motores para pessoas com TEA é a utilização de tecnologias emergentes, como a Realidade Virtual (RV). Esta ferramenta tecnológica permite a simulação de ambientes de treinamento por meio de tarefas tridimensionais (3D), e ainda tem o potencial de oferecer sistemas de

intervenção úteis, representando uma área crescente de pesquisa em intervenções no TEA. A RV permite que terapeutas ofereçam uma plataforma segura, plausível de repetições e modulação de dificuldade durante o tratamento, que pode beneficiar a aprendizagem de pessoas com TEA, oferecendo uma variedade de dispositivos de exibição e graus diferentes de imersão e interatividade (NEWBUTT, 2016).

O uso da RV como dispositivo de interação permite que os profissionais controlem as variáveis durante a avaliação e no protocolo de tratamento, aumentando a eficácia na verificação de desempenho, segurança e interesse na participação (MASSETTI et al., 2014) o que resulta em maior possibilidade de aprendizado, autonomia e inclusive auto-estima (CHUNG, 2015; MINEO et al., 2009). Como benefício do uso da RV em intervenções cognitivas e físicas, Wang e Reid (2010) citam que o ambiente simulado permite o aprendizado de habilidades importantes em um ambiente seguro e aumenta a probabilidade de que essas habilidades sejam transferidas para suas vidas cotidianas. Nesse mesmo sentido, Parsons e Mitchell (2002) observaram que a tecnologia da RV pode ser uma ferramenta ideal para permitir que os participantes pratiquem comportamentos em situações de jogo com personagens, promovendo aprendizagem de regras e repetição de tarefas. Por sua vez Chung *et al.* (2015), através de um jogo desenvolvido especificamente para seu estudo, mostraram que o sistema *kinect* é um sistema de baixo custo e ainda que a maioria das pessoas com transtornos de movimento severos foram capazes de jogar com sucesso e alto nível de prazer.

Considerando o uso de RV em TEA, Mineo *et al.* (2009) investigaram o impacto de uma variedade de interfaces eletrônicas de RV e consideraram quatro tipos: vídeo animado, vídeo de si mesmo, vídeo de uma pessoa familiar envolvida com um jogo de RV imersiva e imersão de si mesmo no jogo de RV. Participaram desse estudo pessoas com TEA variando em idade e capacidade de comunicação expressiva. Os resultados mostraram que os participantes tinham uma boa aderência, preferindo interagir com tarefas virtuais ao invés de tarefas reais. Herrero *et al.* (2015) estudaram o impacto da tarefa motora com RV em pessoas com TEA e seus achados apresentaram melhorias no desempenho do tempo de reação total, além disso sugeriram que o sistema RV poderia ser utilizado em um programa de intervenção.

Com base nos trabalhos apresentados, uma vantagem interessante na utilização de RV na reabilitação de pessoas com TEA esta na escolha da interação, ou seja, a tarefa em ambiente virtual pode ser realizada com dispositivos ou interfaces de entrada comuns (por meio do contato físico) tais como teclado, *mouse*, *joystick* ou *touch screen*. Ou, se o terapeuta preferir, existe a possibilidade de usar interfaces baseadas em gestos (sem contato físico), como por exemplo, o uso do sistema *kinect* ou a *webcam*, esses sistemas oferecem modalidades de interação diferenciadas e que podem influenciar na aprendizagem motora e cognitiva de pessoas com TEA (SAIANO et al., 2015).

Considerando a possibilidade de interação em tarefas 3D por meio de dispositivos que necessitem de contato físico ou não, optou-se por avaliar pessoas com TEA e com DT em uma tarefa virtual variando o dispositivo de interação. Ou seja, um grupo de pessoas realizará a prática por meio do contato físico e outro grupo utilizará o sistema *kinect* (sem contato físico), sendo que após a prática os grupos serão trocados (*cross over*) possibilitando verificar a influencia entre as praticas.

Desta forma, dois fatores pretendem ser investigados: (1) se ocorre melhora do desempenho em uma tarefa virtual praticada sem contato físico (sistema *kinect*) ou com contato físico (barra de espaço). (2) se uma tarefa praticada primeiro em um ambiente sem contato físico (características mais virtuais) pode fornecer transferência de desempenho quando a mesma tarefa é praticada em um ambiente com contato físico (características mais reais) e vice-versa.

2. OBJETIVO

Verificar se as pessoas com TEA são capazes de melhorar o desempenho em uma tarefa executada em um ambiente mais virtual (sem contato físico) ou mais real (com contato físico), e se essa melhora de desempenho pode ser transferida entre esses ambientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de São Paulo (CAAE: 55498016.1.0000.5390).

3.1. SUJEITOS

Para a realização deste trabalho foram avaliadas 100 pessoas, divididas em dois grupos: 50 pessoas com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (grupo TEA), com idade entre 7 e 15 anos ($11,3 \pm 2,4$ anos), dos quais 38 eram do sexo masculino e 12 do sexo feminino; e 50 pessoas com desenvolvimento típico (grupo DT), pareados por idade e sexo ao grupo TEA. Para tanto, o grupo com TEA foi avaliado na escola GAPI - Educação Especial em São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil - instituição especializada em crianças e adolescentes com transtornos invasivos do desenvolvimento. No momento deste estudo, esta instituição contava com 246 pessoas com TEA matriculadas.

Como critérios de inclusão, consideramos: (1) a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos pais ou responsáveis pelos menores (anexo 1); (2) termo de assentimento pelo menor (anexo 2); (3) para o grupo TEA foram avaliados pessoas com grau leve e moderado diagnosticados por neurologista infantil e equipe multidisciplinar da instituição por meio de histórico do paciente, avaliação psicológica, avaliação de comunicação e avaliação psiquiátrica; (4) com o objetivo de homogeneizar a amostra, foram incluídos as pessoas com TEA que cursavam entre a 1ª e a 5ª série do ensino fundamental; (5) somente foram incluídos pessoas que entenderam a realização da tarefa (avaliado por meio da capacidade do participante executar corretamente a tarefa após realizar três tentativas com explicação e demonstração do avaliador).

Para esse estudo foram excluídos pessoas com TEA grave, comorbidades como Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade e Síndrome de Down, além de desistência durante o protocolo ou deficiências funcionais que impedissem a realização da

tarefa (14 pessoas foram excluídos por incompreensão da tarefa e 2 foram excluídos por não finalizarem o protocolo) - fluxograma figura 1.

Figura 1. Fluxograma de seleção grupo Transtorno do Espectro do Autismo.

Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

3.2. INSTRUMENTO

Para a coleta de dados, utilizou-se o software de jogos criados em parceria com o grupo de Sistemas de Informação da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da EACH-USP. O jogo oferece uma tarefa de *timing* coincidente, que é exibido na tela do computador e é composto de 10 bolhas que se acendem (luz vermelha) em sequência descendente até a última bolha considerada o alvo. O participante recebe *feedback* imediato do erro ou acerto da tarefa por meio de diferentes sons (Interação Auditiva) e imagens visuais (Interação Visual) que mudam de cor, as quais foram previamente mostradas ao participante (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Execução correta da tarefa de *timing* coincidente realizada na barra de espaço.

Desenho representativo de *feedback* de acerto da tarefa informado ao participante no final de cada tentativa.

Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

Figura 3. Execução incorreta da tarefa de *timing* coincidente realizada no sistema *kinect*.

Desenho representativo de *feedback* de erro da tarefa informado ao participante no final de cada tentativa.

Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

3.3. TAREFA DE TIMING COINCIDENTE

Timing coincidente refere-se à capacidade de realizar um movimento, no qual sua chegada a um alvo coincide com o tempo de chegada de um objeto em movimento (KIM et al., 2013). Na proposta deste trabalho, o jogo requer que o participante tente movimentar o avatar da sua mão, propiciando que a chegada da mão na última bolha (bolha alvo) coincida com o acendimento da bolha.

Da mesma maneira que o estudo de De Mello Monteiro et al. (2014), na tarefa mais tangível, em que se pressiona o botão de espaço do teclado, os participantes foram orientados a "interceptar" um objeto virtual em queda no momento em que o mesmo atingiu o alvo pressionando um botão no computador. Na tarefa mais abstrata, eles foram instruídos a "interceptar" o objeto virtual fazendo um movimento manual (isto é, um gesto acenando) em um dispositivo de interação sem contato físico (*kinect*).

A magnitude e a direção do erro de cada participante ao antecipar ou atrasar a "chegada" da luz ao alvo, em milissegundos, foram registradas pelo *software*. O objetivo foi avaliar a diferença de tempo entre a execução da resposta do participante e a chegada do objeto no local de destino, a precisão temporal global e, portanto, a habilidade de coincidência-antecipação de tempo.

O software forneceu um nome de usuário para cada participante da pesquisa, onde os seguintes dados foram armazenados: nome do participante; data de nascimento; sexo; doença; nome do pesquisador.

3.4. PROCEDIMENTOS

Os participantes foram colocados confortavelmente em uma cadeira que foi ajustada de acordo com seu tamanho e necessidades, para que eles fossem posicionados adequadamente para permitir a execução da tarefa. Antes de iniciar, a tarefa foi explicada verbalmente e uma demonstração foi oferecida pelo examinador. O tempo de execução foi observado em cada estágio experimental, conforme explicado abaixo: aquisição (A), retenção (R) e transferência (T).

O protocolo de aprendizagem motora foi organizado por meio de blocos de 5 tentativas cada para garantir a equidade na avaliação dos desempenhos dos participantes. Todos os participantes fizeram 20 tentativas na aquisição (divididas em 04 blocos), 5 tentativas na retenção (teste após 5 minutos sem contato com a tarefa) e 5 tentativas na transferência (realizada em tarefa com *touch screen*). Assim, cada participante realizou 30 repetições. Durante as tentativas, as bolhas simularam um movimento de luz caindo com tempo total de 5 segundos entre a primeira e a última bolha.

Os participantes usaram interfaces alternadas para a mesma tarefa, *kinect for windows* (tarefa de gesto, sem contato físico, com ambiente mais virtual), barra de espaço (tarefa no teclado do computador, com contato físico, e ambiente mais tangível) e ambos os grupos realizaram a fase de transferência final em uma interface diferente (*touch screen*). As pessoas de cada grupo (TEA e DT) foram divididas em 2 seqüências (*cross-over*), seqüência A e seqüência B, de acordo com a ordem de realização da tarefa: Na seqüência A executou-se a tarefa no *kinect* e, em seguida, a tarefa na barra de espaço; e na seqüência B, executou-se o processo inverso (Figura 4).

Figura 4. Design Experimental.

DT: Desenvolvimento Típico; TEA: Transtorno do Espectro Autista. Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis dependentes utilizadas foram as medidas de erro: erro constante (EC), erro absoluto (EA) e erro variável (EV), com o erro de *timing* definido como a diferença de tempo entre o momento em que a bolha de destino acendia (hora de chegada) e a hora em que o toque ou o gesto foi registrado. Para análise dos dados foram utilizados blocos de média de cada cinco tentativas, sendo quatro blocos de aquisição (A1 – A4), um bloco de retenção (R) e um de transferência (T).

As variáveis dependentes foram submetidas a ANOVA com fator 2 (grupo: TEA, DT) por 2 (seqüência: A - tarefa abstrata primeiro, B - tarefa tangível primeiro) por 2 (interface: *kinect*, barra de espaço, *touch screen*) por 2 (blocos) com medidas repetidas sobre o último fator. Para o fator bloco, foram feitas comparações separadas para aquisição (primeiro bloco de aquisição A1 *versus* último bloco de aquisição A4), retenção (A4 *versus* bloco de retenção R) e transferência (A4 *versus* bloco de transferência T). As comparações *post hoc* foram realizadas com o teste LSD (*Least Significant Difference*) ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS

Apresentaremos os resultados divididos pelas fases do protocolo de aprendizagem motora.

4.1. AQUISIÇÃO

O MANOVA revelou efeito significativo para os Blocos, $F(3, 94) = 2,9$, $p = 0,039$; Wilks' lambda = 0,915. Interações significativas também foram encontradas entre Interface e Sequência, $F(3, 94) = 7,5$, $p < 0,001$; Wilks' lambda = 0,288 e entre Interface, Grupo e Sequência, $F(3, 94) = 3,4$, $p = 0,022$; Wilks' lambda = 0,903.

Efeitos principais foram encontrados também para Grupo, $F(3, 94) = 8,3$, $p < 0,001$; Wilks' lambda = .791 e Sequência, $F(3, 94) = 5,4$, $p = 0,002$; Wilks' lambda = 0,852. ANOVAs para medidas repetidas para EC, EA e EV estão apresentadas nas seções abaixo.

4.1.1. Erro Constante

A Figura 5 apresenta os ECs durante a aquisição nas tarefas de pressionar a barra de espaço e *kinect* entre os grupos TEA e DT para as Sequências A e B. Para o EC, escolhemos descrever apenas os efeitos para Grupos (TEA e DT), Sequência (tarefa abstrata primeiro - A; e tarefa tangível primeiro - B) e Interfaces (pressionar botão de espaço e gesto) para ver a tendência direcional de movimento (antecipação ou atraso). ANOVA revelou efeito significativo para a Sequência, $F(1, 96) = 13,1$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,12$. Isto significa que todos os participantes que realizaram ambas as sequências mostraram uma tendência de atraso de movimento, mas os participantes que realizaram a sequência B - a tarefa na barra de espaço primeiro - apresentaram mais atraso ($m = 511$ ms) do que os participantes que realizaram a sequência A - tarefa no *kinect* -primeiro ($m = 305$ ms). Não foram encontrados efeitos adicionais.

Figura 5. Erro constante para todas as fases do estudo, em ambos os grupos, seqüências e interfaces (média e erro padrão).

K: *Kinect*; BE: Barra de Espaço; TS: *Touch Screen*; DT: Desenvolvimento Típico; TEA: Transtorno do Espectro Autista; A: Blocos da fase de aquisição (1 até 4); R: Fase de Retenção; T: Fase de Transferência.
Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

4.1.2. Erro Absoluto

O padrão de erro absoluto é ilustrado na Figura 6. Foram encontrados efeitos significativos para Bloco, $F(1,96) = 4,6$, $p = 0,035$, $\eta^2 = 0,05$ e Grupo, $F(1, 96) = 35,4$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,27$. Isto significa que todos os participantes melhoraram com a prática diminuindo o EA de 771ms no primeiro bloco de aquisição para 701ms no último bloco e o grupo TEA apresentou um erro absoluto maior ($m = 872\text{ms}$) do que o grupo DT ($m = 600\text{ms}$). Entre Interface e Seqüência foi encontrada interação, $F(1, 96) = 211,3$, $p < .001$, $\eta^2 = .69$. A análise *post hoc* mostrou que, em ambas as seqüências, o erro absoluto foi maior para a interface *kinect* (isto é, Seqüência A: *kinect* - $m = 1004\text{ms}$, e barra de espaço- $m = 400\text{ms}$; Seqüência B: barra de espaço- $m = 515\text{ms}$, e *kinect* - $m = 1024\text{ms}$).

Figura 6. Erro absoluto para todas as fases do estudo, em ambos os grupos, seqüências e interfaces (média e erro padrão).

K: *Kinect*; BE: Barra de Espaço; TS: *Touch Screen*; DT: Desenvolvimento Típico; TEA: Transtorno do Espectro Autista; A: Blocos da fase de aquisição (1 até 4); R: Fase de Retenção; T: Fase de Transferência.
Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

4.1.3. Erro Variável

O erro variável está representado na Figura 7. A ANOVA revelou efeitos principais significativos para Bloco, $F(1, 96) = 5,2$, $p = 0,024$, $\eta^2 = 0,05$ e Grupo, $F(1, 96) = 23,4$, $P < 0,001$, $\eta^2 = 0,20$. Esses fatores, interagiram significativamente, para o bloco por grupo, $F(1, 96) = 4,4$, $p = 0,039$, $\eta^2 = 0,04$. As comparações *post hoc* indicaram que o grupo TEA reduziu significativamente o EV com a prática de A1 a A4 ($m = 816\text{ms}$ a 614ms), enquanto que para o grupo DT esta diferença não ocorreu ($m = 394\text{ms}$ a 385ms). A ANOVA também mostrou que houve interação entre Interface e Seqüência. De forma similar ao EA, o teste *post hoc* para EV mostrou que para ambas as seqüências o EV foi maior para a interface *kinect* (isto é, Seqüência A: *kinect* - $m = 874\text{ms}$ e barra de espaço - $m = 294\text{ms}$; Seqüência B: barra de espaço - $m = 293\text{ms}$, e *kinect* - $m = 748\text{ms}$).

Figura 7. Erro variável para todas as fases do estudo, em ambos os grupos, seqüências e interfaces (média e erro padrão).

K: *Kinect*; BE: Barra de Espaço; TS: *Touch Screen*; DT: Desenvolvimento Típico; TEA: Transtorno do Espectro Autista; A: Blocos da fase de aquisição (1 até 4); R: Fase de Retenção; T: Fase de Transferência.
Fonte: Íbis Ariana Peña de Moraes, 2017

4.2. RETENÇÃO

As Figuras 5, 6 e 7 também apresentam as medidas de erro durante a retenção. Não há diferenças distintas no padrão de erros nos blocos de aquisição e retenção. Consequentemente, MANOVA e ANOVA não revelaram efeitos significativos ou interações para bloco quando comparados o bloco de aquisição final A4 e o bloco de retenção R para o EC, EA e EV.

No entanto, um efeito principal significativo para Grupo foi encontrado para o EA, $F(1, 96) = 24.1, p < .001, \eta^2 = .20$. O grupo TEA manteve um EA maior ($m = 820$ ms) do que o grupo DT ($m = 582$ ms). Para o EV também foi encontrado um efeito para o Grupo, $F(1, 96) = 15.1, p < .001, \eta^2 = .14$, e similarmente ao EA, o grupo TEA apresentou um maior EV ($m = 605$ ms) do que o grupo DT ($m = 368$ ms). Além disso, considerando o EC, todos os participantes mantiveram uma tendência direcional de atraso do movimento.

4.3. TRANSFERÊNCIA

O MANOVA revelou efeitos significativos para o Grupo, $F(3, 94) = 12.6, p < .001$; Wilks' lambda = .713, Sequência, $F(3, 94) = 17.9, p < .001$; Wilks' lambda = .635 e Interface, $F(3, 94) = 3.8, p = 0.013$; Wilks' lambda = .893. Interações

significativas também foram encontradas entre Bloco e Sequência, $F(3, 94) = 8,7$, $p < 0,001$; Wilks' lambda = .783, Bloco e Grupo, $F(3, 94) = 2,6$, $p = 0,05$; Wilks' lambda = .923 e Interface, Blocos e Sequência, $F(3, 94) = 64,9$, $p < 0,001$; Wilks' lambda = 0,326. ANOVAs para medidas repetidas para EC, EA e EV estão apresentadas nas seções abaixo.

4.3.1. Erro Constante

A ANOVA mostrou um efeito significativo para a Sequência, $F(1, 96) = 21,1$, $p < 0,001$, $\eta^2 = .18$. Estes resultados mostram que todos os participantes que realizaram ambas as seqüências apresentaram uma tendência de atraso de movimento, mas os participantes que realizaram a seqüência B apresentaram mais atraso ($m = 530$ ms) do que os participantes que realizaram seqüência A ($m = 303$ ms). Não foram encontrados mais efeitos (Figura 5).

4.3.2. Erro Absoluto

Para o erro absoluto, houve uma interação significativa entre Sequência, Interface e Bloco, $F(1, 96) = 164,5$, $p < 0,001$, $\eta^2 = .63$. Os testes *post hoc* mostram que quando os indivíduos realizaram a seqüência A (interface *kinect* primeiro), o EA aumentou significativamente de A4 na interface barra de espaço ($m = 419$ ms) para T na interface *touch screen* ($m = 661$ ms). No entanto, os indivíduos que realizaram a seqüência B (interface barra de espaço primeiro), o EA diminuiu de A4 na interface *kinect* ($m = 947$ ms) para T na interface *touch screen* ($m = 545$ ms).

Adicionalmente, comparações *post hoc* foram feitas para verificar se a primeira tarefa influenciou o desempenho inicial da segunda tarefa. Então os primeiros blocos de aquisição da mesma interface foram comparados entre seqüências (por exemplo, A1 *kinect* da seqüência A versus A1 *Kinect* da seqüência B). Os resultados mostraram diferenças significativas para o grupo TEA entre os blocos A1 para a interface barra de espaço na Sequência A ($m = 475$ ms) e Sequência B ($m = 718$ ms). Essa diferença não foi significativa para o grupo DT ou para a interface *kinect* em ambos os grupos (Figura 6).

Desta forma, esses resultados sugerem que a prática com a interface *kinect* promoveu a transferência de desempenho para a interface *touch screen*. No entanto, a prática com a interface barra de espaço não promoveu a transferência para a interface *touch screen*. Além disso, a prática em na interface *kinect* (ambiente mais virtual) promoveu um melhor desempenho na interface de pressionar a barra de espaço (ambiente mais real), mas apenas para pessoas com TEA. Na comparação entre as seqüências A e B para fase de transferência no *touch screen*, foi encontrada diferença estatística com $p = 0,05$ (Figura 6).

4.3.3. Erro Variável

Semelhante ao EA, para o EV houve uma interação significativa para Seqüência, Interface e Bloco, $F(1,96) = 81,5$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,46$. Testes *post hoc* mostraram que os indivíduos que realizaram a seqüência A (interface *kinect* primeiro), ao realizar a segunda tarefa na interface de pressionar a barra de espaço, o EV aumentou significativamente de A4 ($m = 255ms$) para T na tarefa *touch screen* ($m = 452ms$). Enquanto que, os que realizaram a seqüência B (interface barra de espaço primeiro), o EV diminuiu de A4 na interface *kinect* ($m = 650ms$) para T na interface *touch screen* ($m = 363ms$).

4.4. SEXO FEMININO VERSUS MASCULINO

Para detectar diferenças entre os sexos, foi realizada uma MANOVA one-way, utilizando como variáveis dependentes os blocos de tentativas de todas as fases do estudo (A1, A2, A3, A4, R e T) e não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos em ambos os grupos TEA e DT.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a influência da prática de tarefa em ambiente com contato físico (mais real) e sem contato físico (mais virtual) em pessoas com TEA. Para tanto, foi utilizado um protocolo de aprendizagem motora em curto prazo, assim como realizado por Gidley Larson e Mostofsky (2008), Torriani-Pasin *et al.* (2013), De Mello Monteiro *et al.* (2014, 2017), Bonuzzi *et al.* (2017), que afirmam que um protocolo transversal (um dia) para tarefas simples é suficiente para observar os resultados desejados, no entanto reforçam a necessidade de um acompanhamento longitudinal, principalmente para avaliar a capacidade de retenção em longo prazo das habilidades aprendidas.

Sendo assim, inicialmente verificou-se que houve melhora de desempenho com a prática na fase de aquisição, independente da interface em ambos os grupos. Ou seja, tanto o grupo DT quanto o grupo TEA que praticaram a tarefa em interface com contato físico e sem contato físico melhoraram na fase de aquisição. No entanto, é importante enfatizar que independente da fase do protocolo o grupo DT sempre manteve melhor desempenho que o grupo TEA.

Considerando o melhor desempenho do grupo DT, Rinehart *et al.* (2001) corroboram com esses resultados, onde demonstraram que o desempenho em uma tarefa de tempo de reação do grupo DT foi superior do grupo TEA, portanto, a preparação do movimento foi caracterizada por uma alteração em pessoas com TEA. Por sua vez Johnson *et al.* (2013) observaram que embora o tempo de resposta ao *feedback* visual não tenha sido diferente entre pessoas com TEA e DT, a correlação com destreza manual e desempenho motor geral mostrou que houve falta de precisão durante as tarefas aplicadas para pessoas com TEA, demonstrando que os déficits motores são observáveis e caracterizam a sintomatologia dessas condições.

De acordo com Torriani-Pasin *et al.* (2013) a inconsistência no desempenho e imprecisão na execução de tarefas motoras que envolvem a sincronização de tempo pode estar relacionada à alteração no cerebelo, que repercute em respostas lentas e atrasadas. Neste contexto Johnson *et al.* (2013) observaram que existe contribuição do cerebelo na

disfunção motora no TEA, justificando assim a ocorrência de maior erro para os participantes com TEA quando comparado ao DT.

Pesquisas por meio de tarefa de timing coincidente em outros trabalhos que utilizaram grupo controle (desenvolvimento típico) e outras doenças com alteração de postura e movimento verificaram também melhor desempenho no grupo controle, Torriani-Pasin *et al.* (2013), De Mello Monteiro *et al.* (2014, 2017), Bonuzzi *et al.* (2017), encontraram que o grupo com DT foi mais eficiente em seqüências e erros.

Considerando que os programas de intervenção para pessoas com TEA tem evoluído no âmbito do uso de ambientes virtuais Herrero *et al.* (2015), utilizaram a mesma estratégia de tarefa dos estudos citados, com o objetivo de melhorar o desempenho no tempo de reação total em pessoas com TEA, e encontraram resposta positiva, com melhora do tempo de reação, no entanto apenas para o grupo feminino. Nesse trabalho não detectamos diferenças entre as variáveis dependentes para os participantes do sexo feminino e masculino, acreditamos que esse resultado caracteriza a homogeneização da nossa amostra. Além disso, os autores ressaltam a importância de abordagens tecnológicas para proporcionar melhora nas habilidades motoras em pessoas com TEA.

Na comparação de antecipação e atraso de movimento (erro constante), para todas as fases do protocolo em ambas as seqüências, observou-se que todos os participantes apresentaram tendência ao atraso durante a tarefa independente da interface, mas este atraso foi mais observado na tarefa sem contato físico. Pode-se especular que o nível de dificuldade durante a realização da tarefa com o uso do kinect foi maior, uma vez que mesmo as pessoas do grupo DT, mantiveram um maior erro constante. Chung *et al.* (2015) citam que para algumas pessoas com dificuldades em habilidades motoras o Kinect foi incapaz de registrar qualquer movimento, devido à inabilidade do sistema em registrar movimentos finos. Os autores ressaltam que não era objetivo do trabalho avaliar os efeitos terapêuticos, mas sim se o sistema poderia ser utilizado como um dispositivo de acessibilidade, sendo capaz de facilitar o movimento voluntário das extremidades superiores. Provavelmente isso pode justificar a tendência a atraso do movimento maior durante a tarefa no Kinect, pois o sistema é menos sensível em captar movimentos mais específicos.

A utilização de RV para atividades em pessoas com TEA ainda é um campo pouco investigado, principalmente em relação à efetividade da prática da atividade em um ambiente mais virtual refletindo em uma melhora efetiva no ambiente real. Com objetivo de observar se houve transferência do desempenho entre os ambientes (mais tangível/real ou mais abstrato/virtual) realizou-se a inversão das tarefas por meio de duas seqüências, que foram organizadas entre as fases de aquisição, retenção e transferência para dois grupos, com TEA e DT. Desta forma, resultados importantes foram observados ao analisar o erro absoluto, os resultados demonstraram que quando as pessoas realizaram a prática com a interface com gesto (sem toque), foi promovida a transferência de desempenho para interfaces tangíveis – pressionar o botão ou *touch screen* - independente da seqüência de prática (tarefa tangível ou tarefa abstrata primeiro). No entanto, a prática com a interface de pressionar o botão não promoveu a transferência para a de gesto e *touch screen*. Além disso, a prática em uma interface sem contato promoveu um melhor desempenho em uma interface com contato, apenas para pessoas com TEA. Isto significa que as pessoas com TEA que praticaram a atividade primeiro na interface sem contato obtiveram melhores resultados para toda a seqüência, com melhor transferência para as interfaces mais reais, esses resultados direcionam para que a melhora efetiva com a prática sem contato físico possa ser utilizada como programa de intervenção motora para pessoas com TEA.

Uma possível justificativa para esses achados é a memória motora adquirida em pessoas com TEA apresentar padrões de generalização atípicos, caracterizado pelo aumento da dependência do *feedback* proprioceptivo em relação ao *feedback* visual. Dessa forma, com o nível de dificuldade aumentado devido a diminuição do *feedback* proprioceptivo (utilização do sistema *kinect*), foi responsável pelo pior desempenho no ambiente sem contato físico quando comparado com o ambiente com contato (IZAWA et al., 2012). Neste mesmo contexto, Gidley Larson e Mostofsky (2008) reforçam que pessoas com TEA podem ter preferência pela confiança na informação proprioceptiva, e não visual, para orientar a aquisição de novos padrões de movimento. Novamente importante enfatizar que devido à dificuldade em realizar a tarefa em ambiente sem contato físico, a transferência para ambiente mais perto do real com contato físico se tornou mais fácil.

Corroborando esses achados Saiano *et al.* (2015) compararam os resultados obtidos com uma abordagem integrada baseada em ambiente com interface virtual (*kinect*) e interface real (*gamepad*) para ensinar técnicas de segurança em habilidades pedestres para adultos com TEA. Foi observado que as duas interfaces não apresentaram diferenças no resultado da aprendizagem, no entanto a transferência para situações da vida real, que foi avaliada por meio de dois questionários, se mostrou mais eficaz no grupo que realizou o treinamento com *kinect*.

6. LIMITAÇÕES

Como limitações deste trabalho; (1) a caracterização da amostra sem avaliações quantitativas de características cognitivas, visuais e de vivências computacionais podem ter interferido no resultado; (2) o protocolo foi transversal, provavelmente uma intervenção durante mais dias pode interferir nos resultados e oferecer dados mais fidedignos; (3) além de não existir controle do uso de medicamentos e; (4) não paridade entre sexos.

7. CONCLUSÃO

Podemos concluir que pessoas com TEA melhoraram o seu desempenho independente do ambiente estimulado, porém com desempenho inferior ao grupo com desenvolvimento típico. E apenas o grupo TEA conseguiu transferir a prática do ambiente com características mais virtuais para com características mais reais.

8. REFERÊNCIAS¹

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. Artmed Editora, 2014. ISBN 8582711832.

BARBEAU, E. B.; MEILLEUR, A. S.; ZEFFIRO, T. A.; MOTTRON, L. Comparing Motor Skills in Autism Spectrum Individuals With and Without Speech Delay. **Autism Res**, v. 8, n. 6, p. 682-693, 2015. ISSN 1939-3806.

BÖLTE, S. Is autism curable?. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 56, n. 10, p. 927-931, 2014. ISSN 1469-8749.

BONUZZI, G. M. G. et al. Effects of the task complexity on the performance of a Coincidence Timing Task of people with Down syndrome. **Motricidade**, v. 12, n. 4, p. 15, 2017.

CHUNG, P. J. et al. Active Videogaming for Individuals with Severe Movement Disorders: Results from a Community Study. **Games for Health Journal**, v. 4, n. 3, p. 190-194, 2015. ISSN 2161-783X.

DE MELLO MONTEIRO, C. B. et al. J. Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, n. 10, p. 2430-2437, 2014. ISSN 0891-4222.

DE MELLO MONTEIRO, C. B. et al. Short-term motor learning through non-immersive virtual reality task in individuals with down syndrome. **BMC Neurology**, v. 17, n. 1, 2017.

DE SCHIPPER, E. et al. Ability and Disability in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review Employing the International Classification of Functioning, Disability and Health-Children and Youth Version. **Autism Research**, v. 8, n. 6, p. 782-794, 2015. ISSN 1939-3806.

DEN BROK, W. L. J. E.; STERKENBURG, P. S. Self-controlled technologies to support skill attainment in persons with an autism spectrum disorder and/or an intellectual disability: a systematic literature review. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2014. ISSN 1748-3107.

DING, H., HU, G. L. et al. The Method Quality of Cross-Over Studies Involved in Cochrane Systematic Reviews. **Plos One**, v. 10, n. 4, p. e0120519, 2015.

DOWELL, L. R.; MAHONE, E. M.; MOSTOFSKY, S. H. Associations of postural knowledge and basic motor skill with dyspraxia in autism: Implication for abnormalities in

¹De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023 (2002).

distributed connectivity and motor learning. **Neuropsychology**, v. 23, n. 5, p. 563-570, 2009.

GIDLEY LARSON, J. C.; MOSTOFSKY, S. H. Evidence that the pattern of visuomotor sequence learning is altered in children with autism. **Autism Research**, v. 1, n. 6, p. 341-353, 2008. ISSN 1939-3806.

HERRERO, D. et al. Total Reaction Time Performance of Individuals with Autism after a Virtual Reality Task. **International Journal of Neurorehabilitation**, v. 02, n. 05, p. 2376-2381, 2015.

HILL, D. A.; KEARLEY, R. Autism litigation: outcomes for 2010, trends in decision making and changes in diagnostic criteria. **Research in Developmental Disabilities**, v. 34, n. 5, p. 1843-1848, 2013. ISSN 1873-3379.

IZAWA, J. et al. Motor Learning Relies on Integrated Sensory Inputs in ADHD, but Over-Selectively on Proprioception in Autism Spectrum Conditions. **Autism Research**, v. 5, n. 2, p. 124-136, 2012.

JOHNSON, B. et al. Saccade adaptation in autism and Asperger's disorder. **Neuroscience**, v. 243, p. 76-87, 2013.

KIM, R. et al. Development of Coincidence-Anticipation Timing in a Catching Task. **Perceptual and Motor Skills**, v. 117, n. 1, p. 319-338, 2013. ISSN 0031-5125.

MARKO, M. K. et al. Behavioural and neural basis of anomalous motor learning in children with autism. **Brain**, v. 138, n. 3, p. 784-797, 2015. ISSN 0006-8950.

MASSETTI, T. et al. Motor learning through virtual reality in cerebral palsy - a literature review. **Medical Express**, v. 1, n. 6, p. 302-306, 2014.

MINEO, B. A. et al. Engagement with Electronic Screen Media Among Students with Autism Spectrum Disorders. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 39, n. 1, p. 172-187, 2009. ISSN 0162-3257.

MOSTOFSKY, S. H.; EWEN, J. B. Altered Connectivity and Action Model Formation in Autism Is Autism. **The Neuroscientist**, v. 17, n. 4, p. 437-448, 2011.

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**, v. 46, n. 9, p. 3166-3176, 2016. ISSN 0162-3257.

PARSONS, S.; MITCHELL, P. The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 46, n. 5, p. 430-443, 2002. ISSN 0964-2633.

RENDALL, A. R.; TRUONG, D. T.; FITCH, R. H. Learning delays in a mouse model of Autism Spectrum Disorder. **Behavioural Brain Research**, v. 303, p. 201-207, 2016. ISSN 0166-4328.

RINEHART, N.J. et al. Movement preparation in high-functioning autism and Asperger disorder: A serial choice reaction time task involving motor reprogramming. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 31, n. 1, p. 79-88, 2001.

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**, v. 7, n. 1, 2016. ISSN 2040-2392.

SAIANO, M. et al. Effect of interface type in the VR-based acquisition of pedestrian skills in persons with ASD. **Conf Proc IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, p. 5728-5731, 2015. ISSN 1557-170X.

SHIH, C. H.; CHANG, M. L.; SHIH, C. T. A new limb movement detector enabling people with multiple disabilities to control environmental stimulation through limb swing with a gyration air mouse. **Research in Developmental Disabilities**, v. 31, n. 4, p. 875-880, 2010. ISSN 0891-4222.

TORRIANI-PASIN, C. et al. Performance of Down syndrome subjects during a coincident timing task. **International Archives of Medicine**, v. 6, n. 1, p. 15, 2013.

TOTSIKA, V. et al. A population-based investigation of behavioural and emotional problems and maternal mental health: associations with autism spectrum disorder and intellectual disability. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 52, n. 1, p. 91-99, 2011. ISSN 1469-7610.

WANG, M.; REID, D. Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. **Neuroepidemiology**, v. 36, n. 1, p. 2-18, 2010. ISSN 1423-0208.

9. ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1

EACH	ESCOLA DE ARTES CIÊNCIAS E HUMANIDADES DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – EACH USP
---	---

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: TRANSFERÊNCIA DE APRENDIZAGEM MOTORA ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL NO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

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 Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – EACH - USP. Os dados obtidos nesta pesquisa serão

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

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.

Mestranda Íbis Ariana Peña de Moraes
Fone: (11) 95559-4329
E-mail: ibisariana@usp.br
Endereço: Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo
Av. Arlindo Bértio, 1000 Ermelino Matarazzo
São Paulo - SP CEP: 03828-000
Informações: (11) 2648-0067

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

Eu, _____,
 portador do documento de identificação número _____,
 responsável legal de _____, e tendo sido ele (a) convidado
 (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa **TRANSFERÊNCIA DE
 APRENDIZAGEM MOTORA ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL NO
 TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA**, recebi da fisioterapeuta **Íbis Ariana
 Peña de Moraes**, discente mestranda 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 abril de 2016 e terminará em abril de 2018.
- ☐ 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 seus 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

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

4

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 deverei contar com a seguinte assistência: Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Pesquisadores ligados à Universidade de São Paulo (USP), no endereço:

Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo
Av. Arlindo Bértio, 1000 Ermelino Matarazzo
São Paulo - SP CEP: 03828-000
Informações: (11) 2648-0067

Sendo responsáveis por ela:

- a) Prof. Dr. Fernando Henrique Magalhães
Telefone: + 55 (11) 98322-1272
E-mail: fhmagalhaess@gmail.com
c) Mestrada da Universidade de São Paulo
Íbis Ariana Peña de Moraes
Telefone: + 55 (11) 95559-4329
E-mail: ibisariana@usp.br

☐ 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.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

5

- ☐ 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. Fernando Henrique Magalhães
 Telefone: + 55 (11) 98322-1272
 E-mail: fhmagalhaess@gmail.com
- c) Mestrada 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: ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
 UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO AV. ARLINDO BÉTTIO, 1000 ERMELINO
 MATARAZZO SÃO PAULO - SP CEP: 03828-000. INFORMAÇÕES: CEP EACH
 TELEFONE: 3091-1046 EMAIL: CEP-EACH@USP.BR ATENDIMENTO:
 SEGUNDA A SEXTA-FEIRA, DAS 10H ÀS 12H E DAS 14H ÀS 16H.
 LOCALIZAÇÃO: SALA T14 - II.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.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

6

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:

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

10. ANEXO 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1

EACH	ESCOLA DE ARTES CIÊNCIAS E HUMANIDADES DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – EACH USP
---	---

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **TRANSFERÊNCIA DE APRENDIZAGEM
MOTORA ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL NO TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA**

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que visa validar jogos sérios com uso de realidade virtual em computador. Seus pais ou responsáveis já permitiram que você participe.

Os participantes dessa pesquisa têm de 7 a 15 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os jogos reconhecem os movimentos dos seus braços e mãos e transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras.

A sua participação irá ajudar com informações que nos permitirão identificar quanto das características de cada indivíduo influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajudar na reabilitação de outras pessoas que possuem alguma deficiência nos braços ou nas mãos.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. “Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os participantes da pesquisa”. Quando terminarmos a pesquisa poderemos deixar estes jogos para serem usados por qualquer pessoa que queira treinar suas habilidades ou que tenha problema motor nos braços ou nas mãos, e possa fazer isso de forma divertida.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar sou à pesquisadora **Íbis Ariana Peña de Moraes**. Eu escrevi os telefones na parte de baixo desse texto. Você irá preencher um questionário e jogar com o computador. Você será auxiliado pelo (a) pesquisador (a) _____ e você não

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Participante

2

precisa ter nenhum conhecimento prévio dos jogos que são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 45 minutos.

Você irá jogar em uma sala reservada com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar você. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Mestranda Íbis Ariana Peña de Moraes
 Fone: (11) 95559-4329
 E-mail: ibisariana@usp.br
 Endereço: Rua Arlindo Bértio, 1000
 Ermelino Matarazzo/SP
 CEP: 03828-000

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DA CRIANÇA DA PESQUISA:

Eu, _____, tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa **TRANSFERÊNCIA DE APRENDIZAGEM MOTORA ENTRE AMBIENTES REAL E VIRTUAL NO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA**, entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

_____, _____ de _____ 201____

Assinatura da Criança participante

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Artes, Ciências e Humanidades Universidade de São Paulo. Av. Arlindo Bértio, 1000 Ermelino Matarazzo São Paulo - SP CEP: 03828-000. Informações: INFORMAÇÕES: CEP EACH TELEFONE: 3091-1046 EMAIL: CEP-EACH@USP.BR ATENDIMENTO: SEGUNDA A SEXTA-FEIRA, DAS 10H ÀS 12H E DAS 14H ÀS 16H. LOCALIZAÇÃO: SALA T14 - II.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Participante