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

DANIEL CARDOSO BONIFACIO

**Transferência de aprendizagem motora entre ambientes virtual e real na paralisia
cerebral**

São Paulo
2018

DANIEL CARDOSO BONIFACIO

Transferência de aprendizagem motora entre ambientes virtual e real na paralisia cerebral

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. Carlos Bandeira de Mello
Monteiro

São Paulo

2018

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)
CRB 8 - 4936

Bonifacio, Daniel Cardoso

Transferência de aprendizagem motora entre ambientes virtual e real na paralisia cerebral / Daniel Cardoso Bonifacio ; orientador, Carlos Bandeira de Mello Monteiro. – 2018
47 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. Controle motor. 2. Atividade motora. 3. Paralisia cerebral. 5. Realidade virtual. 6. Reabilitação. I. Monteiro, Carlos Bandeira de Mello, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 612.76

Nome: BONIFACIO, Daniel Cardoso

Título: Transferência de aprendizagem motora entre ambientes virtual e real na paralisia cerebral

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

À minha família e amigos, porque foram eles que me incentivaram e inspiraram a superar todas as dificuldades.

Ao Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro, pela oportunidade, orientação, apoio e confiança.

À Universidade de São Paulo pela possibilidade da realização deste trabalho.

À AACD Osasco e colegas de trabalho por abrir as portas da Instituição para que fosse realizado a coleta de dados.

À APAE Barueri por flexibilizar meus horários de trabalho para que eu pudesse realizar disciplinas do programa de pós-graduação.

À todas as amigas e amigos de grupo do mestrado e doutorado do Professor Carlos, em especial a Dra. Talita Dias, por sua ajuda na elaboração deste trabalho, pelo incentivo, pelas suas correções e sobretudo pela sua paciência.

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

RESUMO

BONIFACIO, Daniel Cardoso. **Transferência de aprendizagem motora entre ambientes virtual e real na paralisia cerebral**. 2018. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física). Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Versão original.

A Paralisia Cerebral (PC) é definida como um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento da postura e movimento, causando limitação em atividades. Assim, com o intuito de promover melhora de desempenho motor, os programas de reabilitação utilizam cada vez mais ambientes de realidade virtual, entretanto com poucas evidências de sua eficácia na transferência de desempenho para ambientes reais. Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar se o treino de tarefa em ambiente virtual (sem toque) auxilia na melhora de desempenho em tarefas em ambiente com característica mais real (com toque) nas pessoas com PC. Para a realização deste trabalho foram avaliadas 80 pessoas, divididas em dois grupos: 40 no grupo PC e 40 no grupo controle composto por indivíduos com desenvolvimento típico (DT) com idade entre 8 e 21 anos ($13,7 \pm 3,6$ anos), 24 do sexo masculino e 16 do sexo feminino, sendo o grupo DT pareado por idade e sexo ao grupo PC. Os resultados apontam que o ambiente mais virtual (kinect for windows) apresentou pior desempenho em todas as fases do estudo. Para o grupo PC a prática constante apontou pior desempenho apenas no ambiente mais virtual, enquanto no grupo DT, o pior desempenho foi encontrado para o ambiente mais real. Além disto, a prática prévia em ambiente virtual promoveu melhor desempenho na tarefa com características mais reais. Os participantes de ambos os grupos retiveram o desempenho adquirido, exceto pelos que realizaram a prática da primeira sequência no ambiente mais virtual. Todos também transferiram o desempenho para tarefa em maior velocidade e com interação pelo toque no botão do teclado. O grupo com PC apresentou pior desempenho que o grupo DT apenas nas fases de retenção e transferências. Concluímos então, que todos os indivíduos, tanto do grupo controle como experimental, conseguiram melhorar o desempenho durante a prática em ambos ambientes (real e virtual) e transferir o desempenho para a tarefa com maior velocidade e com características mais reais, independentemente se iniciaram pela prática aleatória ou constante. Além disto, a prática prévia em ambiente virtual promoveu melhor desempenho quando a mesma tarefa foi realizada em ambiente com características mais reais.

Palavras-chave: Paralisia cerebral. Terapia de exposição à realidade virtual. Reabilitação.
Atividade motora.

ABSTRACT

BONIFACIO, Daniel Cardoso. **Transfer of motor learning from virtual to real environments in cerebral palsy**. 2018. 47 p. Dissertation (Master of Science in Physical Activity). School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2018. Original Version.

Cerebral Palsy (CP) is defined as a group of permanent disorders of the development of posture and movement, causing limitation in activities. Thus, with the aim of promoting motor performance improvement, rehabilitation programs increasingly use virtual reality environments, but with little evidence of their effectiveness in transferring performance to real environments. Therefore, the goal of this work is to verify if the task training in virtual environment (without touch) helps the improvement of performance in tasks in environment with more real characteristic (with touch) in people with CP. Eighty people were evaluated, divided into two groups: 40 in the CP group and 40 in the control group composed of individuals with typical development (TD) aged between 8 and 21 (13.7 ± 3.6 years) , 24 males and 16 females. The TD group matches the CP group on both age and gender distribution. The results show that the most virtual environment (kinect for windows) presented worse performance in all phases of the study. For the CP group, the constant practice showed worse performance only in the most virtual environment, whereas in the TD group, the worst performance was found at the most real environment. In addition, the previous practice in virtual environment resulted in better performance in the task with more real characteristics. Participants in both groups retained their performance, except for those who performed the first sequence in the most virtual environment. Everyone also transferred the performance to task at a higher speed and with interaction by touching the keyboard button. The CP group presented worse performance than the TD group only in the retention and transfer phases. We conclude that all individuals, both control and experimental, were able to improve performance during practice in both real and virtual environments and transfer performance to the task with higher speed and with more real characteristics, regardless of whether they started with practice. In addition, previous practice in virtual environment promoted better performance when the same task was performed in an environment with more real characteristics.

Key words: Cerebral palsy. Virtual reality exposure therapy. Rehabilitation. Motor activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Execução da tarefa de <i>timing</i> coincidente realizada nas três interfaces utilizadas no estudo: <i>Kinect for windows</i> , <i>touch screen</i> e barra de espaço.....	17
Figura 2. Delineamento experimental.....	22
Figura 3. Representação dos blocos de teste para grupos PC e DT.....	24

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVO	15
3.	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1.	<i>SUJEITOS</i>	16
3.2.	<i>INSTRUMENTO</i>	17
3.3.	<i>TAREFA DE TIMING COINCIDENTE</i>	18
3.4.	<i>PROCEDIMENTOS</i>	18
3.4.1.	<i>Macs</i>	18
3.4.2.	<i>Gmfcs</i>	19
3.4.3.	<i>Protocolo Experimental</i>	20
4.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
4.1.	<i>RESULTADOS</i>	23
4.1.1.	<i>Aquisição</i>	23
4.1.2.	<i>Retenção</i>	25
4.1.3.	<i>Transferência Com Aumento De Velocidade</i>	25
4.1.4.	<i>Transferência Com Troca De Dispositivo De Interação</i>	25
5.	DISCUSSÃO	27
6.	LIMITAÇÕES	32
7.	CONCLUSÃO	33
8.	REFERÊNCIAS	34
9.	ANEXO 1 – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	40
10	ANEXO 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	46

1- INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) é definida por Rosenbaum *et al.* (2007) como um grupo de desordem permanente do desenvolvimento da postura e movimento, causando limitação em atividades, que são atribuídas a um distúrbio não progressivo que ocorre no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância. A desordem motora na PC é frequentemente acompanhada por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários. Tem como característica dificuldades variáveis na ação muscular, com resultante incapacidade do indivíduo em manter posturas e realizar movimentos normais (ODDING *et al.* 2006; VUKOJEVIĆ *et al.* 2009, HNATYSZYN *et al.* 2010). Essas dificuldades implicam na perda de funcionalidade, dependência na maioria das atividades do cotidiano e necessidade de inclusão em programas de habilitação contínuos, que priorizam, devido a sua condição, posicionamentos e movimentos adequados (TSAI *et al.* 2002; KUŁAK *et al.* 2010).

Atualmente, verifica-se a existência de várias pesquisas sobre PC considerando-se as funções motoras grossas e as incapacidades funcionais na mobilidade, autocuidado e função social (DOMELLF *et al.* 2009; MACKENZIE *et al.* 2009; LARSSON *et al.* 2009; COOPER *et al.* 2009; MARINHO *et al.* 2008). No entanto verificam-se poucas propostas que possibilitem uma maior funcionalidade por meio do conhecimento advindo da utilização de ambientes virtuais.

Recentemente, com a crescente acessibilidade da tecnologia assistida por computador, os programas de reabilitação utilizam cada vez mais ambientes de realidade virtual para possibilitar a realização de tarefas funcionais (BARTON *et al.* 2013; BURDEA *et al.* 2013; MITCHELL *et al.* 2012; RIENER *et al.* 2013). As vantagens da realidade virtual incluem a prática domiciliar, on-line e a interação com outras pessoas, assim como existe a possibilidade de realizar tarefas virtuais sob a supervisão de um profissional (HURKMANS *et al.* 2010; VISSERS *et al.* 2008; HUBER *et al.* 2010). Chang e Shih (2010) argumentam que os ambientes virtuais podem permitir que as pessoas com deficiência, quando imersos neste ambiente, podem melhorar significativamente o seu nível de interação. No entanto, a utilização de tarefas em ambiente de realidade virtual como um programa de intervenção para pessoas com PC é

relativamente novo, e embora exista a evolução rápida de pesquisas na área, os seus benefícios e limitações não foram comprovados (MITCHELL et al. 2012).

Considerando o uso da realidade virtual em pessoas com PC, Brien e Sveistrup (2011) examinaram os efeitos de um programa de treinamento de realidade virtual intensivo no equilíbrio funcional e mobilidade em quatro adolescentes com PC. Durante a intervenção, os participantes interagiram 90 minutos durante 5 dias consecutivos com diferentes tarefas virtuais que foram ajustadas para cada pessoa considerando-se a complexidade. No equilíbrio dinâmico, por exemplo, os participantes foram desafiados com transferências de peso em pé, obrigando-os a executar diferentes tarefas com mudanças de distância de objetos (perto e distante) ou mudanças de posição (agachar ou pular). Verificou-se que entre os participantes, a prática em ambiente virtual melhorou o equilíbrio funcional, com benefícios que permaneceram consistentes até um mês pós-treinamento.

Chen *et al.* (2007), analisaram quatro crianças com PC em um programa de realidade virtual individualizada, duas horas por semana, durante um período de quatro semanas. Durante a intervenção, as crianças usavam uma luva com sensores para criar movimentos em um ambiente virtual tridimensional (3D). Após a intervenção, três crianças apresentaram mudanças pequenas, mas significativas no alcance cinemático, que mantiveram (parcialmente) por quatro semanas após a intervenção.

Esses resultados demonstram o potencial para propiciar melhoras nas habilidades perceptivo-motora em crianças e adolescentes com PC. No entanto, verifica-se que o número de participantes é relativamente pequeno, e também a generalização para ambientes com características mais reais não foi estudado (SNIDER et al. 2010). Da mesma forma, Berry *et al.* (2011) e Howcroft *et al.* (2012) mostraram melhorias na cinemática do movimento em jogos realizados em ambientes virtuais (por exemplo, boliche, boxe e tênis), no entanto, eles não avaliaram a transferência para o meio ambiente real.

Apesar de existir suposições de que a melhora de desempenho na aquisição de tarefas em ambientes virtuais pode ser generalizada para o desempenho em ambientes mais reais, são importantes novas investigações. Em ambientes virtuais, os participantes simulam como executar uma tarefa específica. Consequentemente, o desempenho é

muitas vezes relativamente abstrato e dirigido aos objetos não palpáveis. É provável, que a melhora de desempenho em ambiente virtual possa provocar diferente organização espaço-temporal do movimento quando praticado em ambiente mais próximo ao real. Por exemplo, Van der Weel *et al.* (1991) compararam o desempenho de crianças com PC em duas tarefas, que diferiam em seus graus de abstração. Os resultados apresentados demonstraram que crianças com PC alcançaram um tempo de movimento significativamente mais funcional, quando eles realizaram a tarefa de “batida em tambor” com uma baqueta (tarefa concreta) do que quando eles realizaram uma tarefa similar no entanto mais abstrata - girar a baqueta “o quanto você conseguir”, sendo que, ambas são tarefas exigem a mesma movimentação de pronação e supinação do antebraço. Interessante foi que ao avaliar crianças com desenvolvimento típico nas duas tarefas, não verificou-se diferença no desempenho (VAN DER WEEL *et al.* 1996).

Estes resultados corroboram com a abordagem ecológica da percepção e ação (GIBSON, 1979). A abordagem ecológica sustenta que para cada ação de um movimento específico é necessário um acoplamento de informações. Estes acoplamentos de informações de movimento são considerados para uma tarefa ou situação específica. Considerando-se a abordagem ecológica, diferentes tarefas ou situações exigem a exploração ou sintonia com diferentes fontes de informação para controlar o movimento (SAVELSBERGH; VAN DER KAMP, 2000). Esta informação pode ser comprovada quando se comparam ações similares executadas em ambientes reais com ambientes virtuais, mais abstratos.

Consequentemente, o acoplamento de informações de um movimento que está subjacente a tarefa de bater uma bola real com uma raquete de tênis pode ou não ser diferente do acoplamento que está subjacente a tarefa mais abstrata e menos tangível de bater uma bola de tênis virtual com um console eletrônico.

As duas tarefas não necessariamente levam a resultados de desempenho semelhantes. Considerando-se os conhecimentos da neuropsicologia, agarrar um objeto real envolve diferentes partes do sistema visual e proprioceptivo, direcionando os atos do executor a realizar a tarefa com precisão e exatidão (GOODALE *et al.* 1994; MILNER; GOODALE 2008; VAN DER KAMP *et al.* 2008).

A utilização de ambientes virtuais para reabilitação motora em pessoas com PC deve ser considerada com cuidado, é importante a realização de pesquisas que ofereçam respaldo e comprovação científica. É possível que a prática de uma tarefa em ambiente com característica virtual (mais abstrata) pode apresentar pouca transferência a ambientes com característica real (mais concreta). Para analisar esta questão, este trabalho avaliará pessoas com paralisia cerebral e pessoas com desenvolvimento típico na prática de duas tarefas de *timing* coincidente que diferem na sua forma de execução. Na tarefa com contato físico, os participantes interceptam um objeto virtual, no momento em que o mesmo chega ao ponto alvo tocando na tela do computador (*touch screen*).

Na tarefa sem contato físico, os participantes serão instruídos a interceptar o objeto virtual, fazendo um movimento com a mão utilizando a tecnologia *kinect* (isto é, um gesto) considerado um ambiente com características mais virtuais. O interesse principal é saber se ocorre a melhora de desempenho na tarefa realizada em ambiente virtual (abstrato) e se existe transferência para a tarefa realizada em ambiente real (concreto) e vice-versa. Considerando as observações realizadas, a hipótese é de que os benefícios em melhorar o desempenho em tarefa virtual (abstrata) podem influenciar o desempenho ao realizar a tarefa real (concreta), especialmente entre as pessoas com PC.

2- OBJETIVO

Verificar se as pessoas com paralisia cerebral 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- MÉTODO E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de São Paulo (CAAE: 52996116.5.0000.5390)

3.1 SUJEITOS

Para a realização deste trabalho foram avaliadas 80 pessoas, divididas em dois grupos: 40 pessoas com diagnóstico de Paralisia cerebral (grupo PC), com idade entre 8 e 21 anos ($13,7 \pm 3,6$ anos), dos quais 24 eram do sexo masculino e 16 do sexo feminino; e 40 pessoas com desenvolvimento típico (grupo DT), pareados por idade e sexo ao grupo PC. Para tanto, o grupo com PC foi avaliado na AACD - Associação de Assistência à Criança Deficiente – Unidade de Osasco - São Paulo, Brasil - instituição especializada em crianças e adultos com deficiência física.

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 PC foram avaliados pessoas com classificação GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa) nos níveis I, II e III e classificação MACS (Sistema de Classificação da Habilidade Manual) nos níveis I, e II; (4) idade entre 08 a 21 anos; (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).

Como critérios de exclusão foram considerados sujeitos com comorbidades que impedissem a realização da atividade como por exemplo doença psiquiátrica associada, epilepsia desencadeada por imagens na tela; quadro algícos em membros superiores; realização de bloqueio químico ou cirurgia nos membros superiores há menos de seis meses; incapacidade de permanecer na posição sentada por 30 minutos. Entretanto, não houve exclusões no presente estudo.

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 (Figura 1).

Figura 1. Execução da tarefa de *timing* coincidente realizada nas três interfaces utilizadas no estudo, sendo *kinect* na parte central, *touch screen* no canto superior direito e barra de espaço no canto inferior direito. Assim como, a representação do feedback de erro e acerto nos cantos superior esquerdo e inferior esquerdo, respectivamente.

Fonte: Daniel Cardoso Bonifacio, 2018

3.3. TAREFA DE TIMING COINCIDENTE

A tarefa de *timing* coincidente consiste em atingir um alvo com a mão no mesmo instante de chegada de um objeto em movimento (FORNER-CORDERO et al. 2017). 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.

Os valores individuais dos erros absolutos foram registrados pelo software, e transformados em módulo (todos os valores são positivos) antes de prosseguir para o cálculo da média. 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 nome de usuário para cada participante da pesquisa, nos quais os seguintes dados foram armazenados: nome do participante; data de nascimento; sexo; diagnóstico e nome do pesquisador.

3.4. PROCEDIMENTOS

Previamente à realização das tarefas em realidade virtual, foram aplicadas duas diferentes escalas funcionais para caracterização funcional e posterior correlação, durante a análise dos dados.

3.4.1 Macs

O Sistema de Classificação da Habilidade Manual (Manual Abilities Classification System - MACS) é uma escala que descreve como pessoas com paralisia cerebral utilizam as mãos para manipular objetos. Essa escala é dividida em cinco níveis que descrevem a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar Avd's (ELIASSON et al. 2006).

O MACS foi desenvolvido para ser aplicado em crianças e adolescentes com paralisia cerebral com faixa etária de 4 e 18 anos, com o objetivo de ser usada como complemento de diagnóstico de paralisia cerebral e seus subtipos em relação à descrição funcional do indivíduo. A escala é capaz de avaliar a habilidade manual da criança e do adolescente.

Como exemplo, os níveis dividem-se em:

- I. Manipula objetos facilmente e com sucesso
- II. Manipula a maioria dos objetos, mas com a qualidade e/ou velocidade da realização um pouco diminuída
- III. Manipula objetos com dificuldade; necessita de ajuda para preparar e/ou modificar as atividades.
- IV. Manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas.
- V. Não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples.

3.4.2. *Gmfcs*

O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) para paralisia cerebral é baseado no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. Ao definirmos um sistema de classificação em cinco níveis, nosso principal critério é que as distinções entre os níveis devam ser significativas na vida diária. As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de dispositivos manuais para mobilidade (tais como andadores, muletas ou bengalas) ou mobilidade sobre rodas, e em menor grau, na qualidade do movimento. (*PALISANO et al. 1997*). O GMFCS ampliado inclui crianças e jovens entre 06 a 18 anos de idade e a escala possui um sistema de classificação de cinco níveis com o objetivo de melhor classificá-los para as suas limitações das atividades da vida diária (Avd's) em relação as suas habilidades na função motora grossa (*ROSENBAUM et al. 2007*).

Os níveis dividem-se em:

NÍVEL I – Anda sem limitações

NÍVEL II – Anda com limitações

NÍVEL III – Anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade

NÍVEL IV – Auto-mobilidade com limitações; pode utilizar mobilidade motorizada.

NÍVEL V – Transportado em uma cadeira de rodas manual.

3.4.3. *Protocolo experimental*

Os participantes realizaram a tarefa individualmente em uma sala silenciosa, somente com o experimentador, que forneceu as instruções. O monitor do computador foi posicionado sobre uma mesa. Os participantes permaneceram sentados na cadeira com altura ajustada de acordo com as necessidades de cada um. Além disso, um apoio para os pés estava disponível, se necessário. Os questionários e escalas de avaliação funcionais foram realizados no início da pesquisa, o experimentador explicou a tarefa de forma verbal e realizou uma demonstração do funcionamento do jogo e das interfaces (*Kinect for windows*®, toque na tecla do computador ou *touch screen*). O tempo de execução foi observado em cada estágio experimental, conforme explicado abaixo: aquisição (A), retenção (R), transferência (T1) e transferência 2 (T2).

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 realizaram duas etapas do protocolo. Na primeira etapa fizeram 20 tentativas na aquisição (divididas em 04 blocos), 5 tentativas na retenção (teste após 5 minutos sem contato com a tarefa), 5 tentativas na transferência (realizada em tarefa com aumento de velocidade do jogo), totalizando 35 repetições. Para segunda etapa, os participantes realizaram novamente a mesma sequência da primeira etapa (com troca de dispositivo de interação) com adicional de mais 5 tentativas para transferência 2 com a jogabilidade pela barra de espaço, totalizando 40 repetições. Assim, cada participante realizou 75 repetições no total. Durante as tentativas, as bolhas simularam um movimento de luz caindo com tempo total de 5 segundos entre a primeira e a última bolha, exceto para as 5 tentativas da transferência 1, com tempo total de 2,5 segundos.

Os participantes usaram interfaces diferentes para a mesma tarefa de *timing* coincidente. O grupo 1 e 2 utilizaram a prática constante (mesma interface para cada

etapa) e o grupo 3 e 4 utilizaram a prática variada (apenas na aquisição da primeira etapa) que será explicada a seguir.

O grupo 1 iniciou pela a interface *kinect* (tarefa de gesto, sem contato físico, com ambiente mais virtual) para a primeira etapa e *touchs creen* (tarefa com toque na tela do computador) para a segunda etapa. O grupo 2 usou *touchs creen* para a primeira etapa e *kinect* para a segunda etapa, caracterizando um delineamento *cross-over* entre o grupo 1 e 2. O grupo 3 iniciou pela prática alternada ou variada (*kinect* e *touch screen* sucessivamente) para as 20 tentativas na aquisição, interface apenas do *kinect* para as 5 tentativas de retenção e 5 tentativas de transferência 1 e para a segunda etapa realizaram 20 tentativas na aquisição, 5 tentativas na retenção, 5 tentativas na transferência 1 (T1) utilizando a interface *touch screen* e 5 tentativas utilizando a barra de espaço para transferência 2 (T2). O grupo 4 iniciou também pela prática alternada ou variada (*touch screen* e *kinect* sucessivamente) para as 20 tentativas de aquisição, 5 tentativas na retenção, 5 tentativas na transferência 1 (T1) utilizando a interface *kinect* e 5 tentativas utilizando a barra de espaço para transferência 2 (T2). Para o grupo 3 e 4 cada participante realizou 10 tentativas pelo *Kinect* e 10 tentativas pelo *touch screen* de forma alternada, por exemplo: Grupo 3 (*kinect* , *touch screen*, *kinect*, *touch screen*...até completar as 20 tentativas) e grupo 4 (*touch screen*, *kinect*, *touch screen*, *kinect*...até completar 20 tentativas). Veja figura 2.

Figura 2. Delineamento experimental

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A variável dependente utilizada foi o erro absoluto (EA). O erro de temporização foi definido como a diferença entre o tempo de acendimento da bola alvo e o tempo em que a tecla foi acionada ou o gesto foi registrado. As variáveis dependentes foram submetidas à ANOVA com fator: 2 (grupo: paralisia cerebral, desenvolvimento típico), por 2 (tarefa: *touch screen*, *kinect for windows*) por 2 (tipo de prática: constante, aleatória), por 2 (sequência: tarefa concreta primeiro, tarefa abstrata primeiro) por 2 (blocos), com medidas repetidas nos dois últimos fatores. Para o fator bloco foram feitas comparações separadas para aquisição (primeiro bloco de aquisição A1 versus bloco de aquisição final A4), retenção (bloco de retenção A4 versus retenção R) e transferência (R versus bloco de transferência T). As comparações *post-hoc* foram realizadas com o teste Tukey-HSD ($p < 0,05$).

4.1 RESULTADOS

4.1.2. Aquisição

O padrão de erros absolutos está ilustrado na Figura 3. Foram encontrados efeitos significativos para Blocos, $F(1, 72) = 9.93$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = .12$. Este resultado sugere que os participantes diminuíram o erro absoluto de A1 ($M = 743$, $SD = 28$ ms) para A4 ($M = 644$, $SD = 27$ ms). Interações entre Sequência e Tarefa, $F(1, 72) = 30.2$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .30$, Sequência, Grupo e Tipo de Prática $F(1, 72) = 5.29$, $p = .024$, $\eta_p^2 = .07$, Sequência, Tipo de Prática e Tarefa $F(1, 72) = 4.46$, $p = .038$, $\eta_p^2 = .06$, Sequência, Grupo, Tipo de Prática e Tarefa $F(1, 72) = 5.28$, $p = .024$, $\eta_p^2 = .07$ foram encontrados. O teste post hoc mostrou que, tanto para o grupo com paralisia cerebral (PC) quanto para o grupo com desenvolvimento típico (DT) o *kinect* apresentou maior erro absoluto quando comparado ao *touch screen*. No grupo PC, aconteceu em ambas as Sequências - começando pela tarefa concreta (*touch screen*: 681ms; *kinect for windows*: 1023ms) e começando pela tarefa abstrata (*touch screen*: 595ms; *kinect for windows*: 911ms) para prática constante e somente para aqueles que começaram com *kinect* na prática aleatória (*touch screen*: 531ms; *kinect for windows*: 750ms). Além disso, houve diferença entre a prática aleatória e constante no *kinect* para o grupo PC que começou com a tarefa concreta primeiro (Constante: 1023ms; Variada: 638ms), enquanto que para o grupo DT, o mesmo foi

encontrado para aqueles que começaram a tarefa abstrata primeiro, mas para a tarefa no *Touch screen* (Constante: 672ms; Variada: 404ms).

Foi encontrado efeito principal (diferença marginal) para Tipo de prática $F(1, 72) = 3.44$, $p = .068$, $\eta_p^2 = .05$ e interação entre Tipo de prática e Interface $F(1, 72) = 3.53$, $p = .065$, $\eta_p^2 = .05$ e sem efeitos para Grupos. Este resultado aponta para um melhor desempenho na prática aleatória ($M = 651\text{ms}$) quando comparado à prática constante ($M = 736\text{ms}$). Entretanto, o teste de post hoc mostrou que apenas no *kinect* houve diferença entre as práticas constante e aleatória ($M = 575$ e 745 , respectivamente) enquanto no *Touch screen* não houve diferença ($M = 727$ e 728 , respectivamente).

Um teste-t foi feito para comparar as tarefas no *touch screen* nos indivíduos do grupo PC que começaram a sequência na tarefa concreta e na abstrata e verificou-se que o grupo que fez a tarefa abstrata primeiro apresentou um erro absoluto muito menor no *Touch screen* (533ms) do que o grupo que começou na tarefa concreta (725ms).

Figura 3: Representação dos blocos de teste para grupos PC e DT.

A1, primeiro bloco de aquisição; A2, segundo bloco de aquisição; A3, terceiro bloco de aquisição; A4, quarto bloco de aquisição; R, bloco do teste de retenção; T, bloco do teste de transferência com aumento de velocidade; T2, bloco do teste de transferência com troca de dispositivo de interação.

4.1.3. Retenção

A Figura 3 também apresenta o erro de temporização durante a retenção. Não foram evidentes diferenças significativas entre os erros no bloco final da aquisição e o bloco de retenção. Apenas uma interação entre Sequência, Bloco e Tipo de prática $F(1, 72) = 5.29, p = .024, \eta_p^2 = .07$. O teste *post-hoc* mostrou que os grupos que começaram na tarefa concreta foram encontradas diferenças significativas no *Touch screen*, nas quais os grupos diminuíram o erro no teste de retenção (A4: 686ms; R: 397ms), no entanto, no *kinect* o oposto aconteceu, com aumento do erro absoluto (A4: 605 ms; R: 847 msnm). Um efeito principal foi encontrado para o Grupo $F(1, 72) = 7.72, p = .007, \eta_p^2 = .10$, no qual o grupo PC apresentou um erro absoluto maior (698ms) do que o grupo DT (585ms).

4.1.4. Transferência com Aumento de Velocidade

A ANOVA revelou um efeito significativo para Bloco, $F(1, 72) = 145.6, p < .001, \eta_p^2 = .67$, esse resultado mostra que todos os indivíduos melhoraram o erro absoluto do último bloco de aquisição (644ms) para o bloco de transferência (316ms) com aumento de velocidade (Figura 3).

Um efeito principal também foi encontrado para Grupo $F(1, 72) = 5.91, p = .018, \eta_p^2 = .08$, este resultado mostra que o grupo PC apresentou um erro absoluto maior (521ms) do que o grupo DT (439ms).

4.1.5. Transferência Com Troca De Dispositivo De Interação

Da mesma forma que na transferência com aumento de velocidade, houve um efeito significativo para Bloco, $F(1, 72) = 76.9, p < .001, \eta_p^2 = .52$, significa que todos os indivíduos melhoraram o erro absoluto do último Bloco de aquisição (644ms) para o bloco de transferência (356ms) com troca de dispositivo de interação (Figura 3).

Um efeito principal também foi encontrado para Grupo $F(1, 72) = 5.82, p = .018, \eta_p^2 = .07$, este resultado mostra que o grupo PC apresentou um erro absoluto maior (538ms) do que o grupo DT (465ms).

5. DISCUSSÃO

O presente trabalho apresenta uma proposta da utilização de realidade virtual (RV) para avaliar o desempenho e aprendizagem motora de pessoas com Paralisia Cerebral. As tarefas foram realizadas em ambientes virtuais com e sem contato físico por meio da utilização de tarefa desenvolvida baseada no *Bassin anticipatory timing* (SHEA; ASHBY, 1981). De especial interesse foram as diferenças de desempenho entre tarefas e a transferência de aprendizagem entre ambientes. Ou seja, os programas de tratamento para indivíduos com PC utilizam cada vez mais os recursos da RV para melhorar habilidades motoras. No entanto, embora esses programas tenham sucesso em termos de adesão, ainda não está claro se a melhora de desempenho pode ser alcançada em ambientes virtuais e, se houver, a viabilidade de transferência para ambientes reais ainda não é clara. Embora a similaridade em desempenho e aprendizado, e até mesmo a facilitação pró-ativa (BARCH, 1953) em vários ambientes tenha sido frequentemente assumida, não foi investigada com muito detalhe para indivíduos com PC (VAN DER WEEL et al. 1991).

Os resultados apontaram que ambos os grupos PC e DT melhoraram o desempenho com a prática da tarefa tanto com dispositivo real como virtual. Este resultado demonstra que o efeito da prática foi obtido pela melhora de desempenho da tarefa (observado pela melhora de desempenho na tarefa de timing coincidente), provavelmente devido a significativa melhora na qualidade, organização dos movimentos e convívio com o meio ambiente tanto para o grupo DT como para o grupo PC (MONTEIRO et al. 2010). Essa melhora de desempenho representa uma capacidade dos participantes em identificar o problema motor existente; formular um plano de ação, onde deverá gerar uma hipótese de como seria possível realizar tal objetivo, prevendo e antecipando a execução da ação. O passo seguinte consistiu em colocar em prática o plano de ação pré-estabelecido, transformando uma imagem mental em movimentos efetivos. Nessa fase, foi necessário coordenar um complexo sistema muscular, a fim de que vários músculos sejam ativados de forma organizada. Como raramente a transformação de planos de ação em movimento é perfeita nas tentativas iniciais, o indivíduo precisa analisar os erros cometidos e tentar corrigi-los nas tentativas seguintes. Quando o ciclo descrito acima é repetido suficientemente, ocorre a transição de ações mal coordenadas de grande demanda cognitiva para movimentos altamente precisos, em que sinergias

neuromusculares complexas são ativadas com mínimo envolvimento da atenção (TEIXEIRA, 2004).

Outro fato importante na prática durante a aquisição foi a verificação do contexto da tarefa, segundo Larsson *et al.* (2009) o contexto em que a ação é assumida influencia o processo de aprendizagem e a oportunidade da pessoa em desenvolver estratégias de ação, a ação requer interpretação e criatividade, mas nem sempre é explícita ou mesmo consciente. Para tanto, uma opção para reabilitação é utilizar tarefas aleatórias para propiciar melhora de desempenho, de acordo com Porter e Magill (2010), o uso de tarefas aleatórias reduz o desempenho durante o treinamento, mas aumenta a retenção e transferência em comparação com a prática constante (efeito da interferência contextual-IC). Estudos mostram que a prática constante promove uma aprendizagem mais eficaz e rápida (menos repetições), confirmada pelo melhor desempenho na aquisição. Memmert, (2006) analisou os efeitos a longo prazo da programação de prática (prática constante e aleatória) no desempenho de tiro no basquete durante o treinamento real em campo em 32 estudantes universitários (idades entre 20 e 29 anos). Verificou-se que os grupos de treinamento constantes tiveram melhor aquisição e grupos de treinamento aleatório tiveram melhor retenção (PORTER; MAGILL, 2010).

Duff e Gordon (2003) analisaram o efeito da interferência contextual (IC) em indivíduos com PC para examinar se apresentam controle antecipado de forças na elevação de objetos e que tipo de prática (bloqueada ou aleatória) melhora a retenção. Os autores avaliaram dezoito crianças com PC hemiplegicas (7 a 14 anos de idade) sendo que a prática bloqueada resultou em benefícios na diferenciação das taxas de força entre objetos durante a aquisição quando comparado a prática aleatória. Ambos os esquemas de prática resultaram em retenção semelhante. E foi relatado que essas crianças podem adquirir e reter representações internas de objetos novos, independentemente do tipo de programação de prática empregada.

Dados similares foram observados por Artero *et al.* (2017) com tarefa de IC em pessoas com PC em uma tarefa de labirinto. O trabalho demonstrou que em ambos tipos de prática os indivíduos com PC melhoraram o tempo de movimento na fase de aquisição, entretanto os que tiveram prática constante mantiveram o tempo de movimento adquirido no final da fase de aquisição para a retenção e os indivíduos que realizaram prática aleatória melhoraram o tempo de movimento na fase de retenção.

Immink e Wright (2001) descreveram que a prática aleatória exige maior tempo para a preparação do movimento durante a aquisição (com piora de desempenho) mas possibilitando benefícios motores na retenção e transferência. Além disso, a prática aleatória requer um processamento mais motivador em cada tentativa, uma vez que as informações relacionadas ao plano de ação para cada execução devem ser lembradas e adaptadas constantemente (JACOBY, 1978).

Considerando a IC pode-se especular com base em Artero et al. (2017) que o melhor desempenho em indivíduos que realizam práticas aleatórias pode ser explicado pela Hipótese da Elaboração de Shea e Morgan, (1979) e pela Hipótese de Reconstrução de Lee e Magill, (1985). A primeira hipótese sugere que a prática aleatória oferece oportunidades para comparar e contrastar as variações da aprendizagem motora e que facilita o desenvolvimento de representações mentais mais ricas de habilidades motoras e estabelece memórias mais distintas do que as práticas constantes e bloqueadas. A Hipótese de Reconstrução descreve que, para aprender uma habilidade motora, o indivíduo precisa esquecer temporariamente a experimentação motora anterior para que os seguintes possam ser planejadas, reconstruídos e executados de forma eficiente.

No entanto, diferente das pesquisas e hipóteses apresentadas sobre IC, a comparação entre os tipos de prática constante e aleatória mostrou que durante a aquisição da tarefa, a prática aleatória promoveu melhor desempenho, mas somente para o grupo com paralisia cerebral que realizou prática constante no *kinect*. Ou seja, a prática aleatória utilizando *kinect* e *touch screen* propiciou melhor desempenho que a prática constante utilizando somente o *kinect*. Este resultado pode ser justificado pelo fato de que durante a prática aleatória, estão juntos os valores da prática no *kinect* e *touch screen*, e este último tem valores de média menores, o que diminui a média geral dos blocos.

Durante a aquisição, foi observado também nos indivíduos com paralisia cerebral, melhor desempenho no *touch screen* quando iniciaram pelo *kinect* primeiro do que aqueles que tiveram seu primeiro contato com o jogo através da interface *touch screen*. Isso demonstra que, ao terem uma experiência prévia com uma atmosfera mais abstrata, melhoraram seu desempenho durante a jogabilidade mais concreta. Talvez isso tenha ocorrido por conta do alto desafio motor que o *kinect* forneceu por não haver contato físico. Os usuários não tem feedback tátil e dependem apenas de pistas visuais e auditivas na interação usuário/jogo. Portanto, o melhor desempenho no *touch screen*, neste caso,

pode estar relacionado aos grandes desafios impostos anteriormente pelo *kinect for windows*, que facilitaram a performance posterior no *touch screen*. Em um estudo semelhante, porém com resultados discrepantes, Monteiro *et al.* 2014 se propuseram avaliar se a melhora de desempenho em ambientes virtuais podem ser generalizadas para ambientes reais, foram avaliados 64 indivíduos sendo 32 com paralisia cerebral e 32 com o desenvolvimento típico. Para isso, foi utilizado um jogo de interceptação utilizando interfaces real e virtual. Os resultados mostraram que para os indivíduos com o desenvolvimento típico não houve dificuldade em realizar as duas tarefas. Eles foram relativamente precisos durante os primeiros testes de aquisição e mantiveram níveis de desempenho semelhantes durante o restante da experiência, embora tenham tido um pouco de atraso na tarefa virtual. Durante a transferência entre as duas tarefas não afetou significativamente a precisão do tempo, ou seja, eles realizaram em níveis semelhantes, independentemente da tarefa que eles praticaram primeiro.

Outro resultado importante, foi observado na transferência com aumento de velocidade, todos os grupos tiveram melhora de desempenho com diferença significativa (mas o grupo controle apresentou melhor desempenho que o experimental). Esta melhora de desempenho com aumento de velocidade foi verificada também por Quadrado *et al.* (2017) que observou na fase de transferência com o aumento da velocidade no erro absoluto apresentou melhora de desempenho corroborando os achados que tarefas com velocidade aumentada reduzem a variabilidade das respostas, proporcionando melhor desempenho.

Ao realizar uma tarefa em ambiente virtual existe uma organização espaço-temporal diferente do ambiente real, especialmente entre as pessoas com PC (MONTEIRO et al. 2014). Por exemplo, Van der Weel et al. (1991) e Monteiro et al. (2014) compararam o desempenho de pessoas com alteração da postura e movimento em duas tarefas de interceptação que diferiam em seus graus de abstração (isto é, mais ou menos representativas de uma interceptação que é normalmente produzida em ambientes reais) e os resultados destes estudos demonstraram diferenças de desempenho entre os ambientes reais e virtuais em pessoas com alterações de postura e movimento, sendo que apesar das tarefas serem iguais, com mudanças apenas de dispositivos de interação, no ambiente real o desempenho foi melhor do que em ambiente virtual, assim como no presente estudo. Entretanto, diferentemente do presente estudo, os autores não

observaram o efeito da prática prévia em ambiente virtual na melhora do desempenho em ambientes reais (VAN DER WEEL *et al.* 1996, MONTEIRO *et al.* 2014).

6. LIMITAÇÕES

Como limitações deste trabalho, podemos citar (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 longitudinal poderia oferecer dados complementares; (3) Durante a prática variada ou alternada a análise estatística por blocos durante a aquisição pode ter influenciado a média dos indivíduos, pois houve o melhor desempenho no *touch screen* (que diminui a média no grupo *kinect*) e pior desempenho no *kinect* (que eleva a média do grupo *touch screen*).

7. CONCLUSÃO

Podemos concluir que tanto o grupo PC como o grupo DT tiveram um pior desempenho na tarefa mais virtual (*kinect for windows*) do que na tarefa mais real (*touch screen*) independente dos blocos de análises. Todos os indivíduos, tanto do grupo controle como experimental, conseguiram melhorar o desempenho durante a prática em ambos ambientes (real e virtual) e transferir o desempenho para a tarefa com maior velocidade e com características mais reais, independentemente se iniciaram pela prática variada ou constante. Além disto, a prática prévia em ambiente virtual promoveu melhor desempenho quando a mesma tarefa foi realizada em ambiente com características mais reais.

8. REFERÊNCIAS¹

- ARTERO, M.T. et al. Motor learning in children and adolescents institutionalized in shelters. **Fisioter mov**, v.30, n.4, p. 725-732, 2017. ISSN 1980-5918
- AZUMA RT. A survey of augmented reality. **Teleoperators and Virtual Environments**. v.6, n.4, p. 355-385. 1997.
- BARCH, A. M. The effect of difficulty of task on proactive facilitation and interference. **Journal of Experimental Psychology**. v.46, n.1: 37-42. 1953.
- BARTON, G. J. et al. The effects of virtual reality game training on trunk to pelvis coupling in a child with cerebral palsy. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**. v. 10, n. 15, p. 1-6, 2013.
- BERRY, T. et al. Variations in Movement Patterns during Active Video Game Play in Children with Cerebral Palsy. **Journal of Bioengineering & Biomedical Science**. v.1, p.1-7. 2011, ISSN: 2155-9538.
- BRIEN, M.; SVEISTRUP, H. An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy. **Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association**. v.23, n.3, p.258-66, 2011.
- BURDEA, G. C. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy- a case study series. **Engineering in Medicine and Biology Society**. v.21, n.2, p.165-73, 2013.
- CHEN, Y. P.; et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. **Physical Therapy**. v.87, n.11, p. 1441-57, 2007.
- CROCETTA T.B. et al. Validity of software for measurement of total reaction time with simple stimulus -trt_s. **Journal of Human Growth and Development**, v.24, n.3, p.295-303, 2014.
- COOPER L.; BALANDIN S.; TREMBATH D. The Loneliness Experiences of Young Adults with Cerebral Palsy who use Alternative and Augmentative Communication. **Augmentative and Alternative Communication**, v.25, n.3, p.154-64, 2009.
- CORRÊA, U. C. et al. “Timing” coincidente em tarefas complexas: estudo exploratório do desempenho de adultos de diferentes idades em diferentes velocidades de estímulo visual. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.19, n.4, p. 307-315, 2005.
- DOMELLF E.; ROSBLAD B.; RONNQVIST L. Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in children with hemiplegic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.51, n10, p. 807-16, 2009.

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

DUFF, S. V.; GORDON, A. M. Learning of grasp control in children with hemiplegic cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**, v. 45, n.11, p. 746-757, 2003.

ELIASSON A.C. et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Dev Med Child Neurol**, v.48, n.7, p. 549-54, 2006.

FORNER-CORDERO A. et al. Improved Learning a Coincident Timing Task With a Predictable Resisting Force. **Motor Control**, v.11, p. 1-17, 2017.

GIBSON, J. J. (1986). The ecological approach to visual perception. Hillsdale, NJ: **Lawrence Erlbaum Associates**, Inc. (Original work published 1979). ISBN 978-1848725782

GOFER-LEVI, M. et al. Deficit in implicit motor sequence learning among children and adolescents with spastic Cerebral Palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v.34, n.11, p. 3672-8, 2013.

GOODALE, M. A.; JAKOBSON, L. S.; KEILLOR, J.M. Differences in the visual control of pantomimed and natural grasping movements. **Neuropsychologia**, v.32, n.10, p.1159-1178, 1994.

HARROLD, D.; KOZAR, B. Velocity, occlusion, and sex of subjects in coincidence of anticipation. **Perceptual and Motor Skills**, v.94, p. 914-20, 2002.

HNATYSZYN G. et al. The role of magnetic resonance imaging in early prediction of cerebral palsy. **Turk J Pediatr**, v.52, n.3, p. 278-84, 2010.

HORAK, F.B. Assumption underlying motor control for neurologic rehabilitation. In: Contemporary management of motor control problems. **Proceedings of the II STEP Conference**, v.4: 11-27, 1991.

HOWCROFT, J. et al. Active video game play in children with cerebral palsy: potential for physical activity promotion and rehabilitation therapies. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.93, n.8, p.1448-56, 2012.

HUBER, M. et al. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, v.14, n.2, p.526-34, 2010.

HUNG, Y. C.; GORDON, A. M. Motor learning of a bimanual task in children with unilateral cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v.34, n.6 p.1891-6, 2013.

HURKMANS, H. L.; VAN DEN BERG-EMONS, R. J.; STAM, H. J. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.91, n.10 p.1577-1581, 2010.

IMMINK M.A; WRIGHT D.L. Motor programming during practice conditions high and low in contextual interference, **J Exp Psychol Hum Percept Perform** v.27, n.2, p.423-37, 2001.

JACOBY, L.L. On Interpreting the Effects of Repetition: Solving a Problem Versus Remembering a Solution, **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, v.17, n.6, p.649-667, 1978.

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**, v.33, p. 404-418, 2014.

JOINER W.M. et al. Linear hypergeneralization of learned dynamics across movement speeds reveals anisotropic, gain- encoding primitives for motor adaptation. **J Neurophysiol**, v.105, n.1, p.45-59, 2011.

LARSSON M, SANDBERG A.D.; SMITH M. Reading and Spelling in Children with Severe Speech and Physical Impairments. **J Dev Phys Disabil**, v.44, n. 6 p.864–82, 2009.

LEE, T. D.; MAGILL, R. A. Can forgetting facilitate skill acquisition? Differing perspectives in motor learning, memory, and control. **Advances in Psychology**, v.27, p.3-22, 1985. ISBN 9780080866819.

KREBS, H. I. et al. Motor learning characterizes habilitation of children with hemiplegic cerebral palsy. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v.26 n.7 p.855-60, 2012.

KUŁAK, W. et al. Risk factors for cerebral palsy in term birth infants. **Advances in Medical Sciences**, v.55, n.2 p.216-21, 2010.

MACKENZIE S.J. et al. Using grasping Tasks to Evaluate Hand Force Coordination in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. **Arch Phys Med Rehabil**, v.90, n.8, p.1439-42, 2009.

MAGILL R.A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. 5th edição. São Paulo. Editora Edgard Blücher. 2000. ISBN 9788521202639

MARINHO A.P.S; SOUZA M.A.B; PIMENTEL A.M. Desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral diparéticas e hemiparéticas. **Rev Ci méd boil**, v.7, n.1, p. 57-66, 2008.

MEMMERT, D. Self-controlled practice of decision-making skills. **Perceptual and Motor Skills**, v.103, n.3, p.879-882. 2006

MILGRAM P.; KISHINO F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE Transactions on Information and Systems**, v.77, n.12, p.1321-1329, 1994.

MILNER, A. D.; GOODALE, M. A. Two visual systems re-viewed. **Neuropsychologia**, v.46, n.3, p.774-785, 2008.

MITCHELL, L. et al. The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.54, n.7, p.667–671, 2012.

MONTEIRO, C.B.M et al. 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.

MONTEIRO C.B.M. **Realidade Virtual na Paralisia Cerebral**. São Paulo. Ed Plêiade; 2011.

MONTEIRO, C.B.M et al. Aprendizagem motora em crianças com Paralisia Cerebral. **Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano**, v. 20, p. 250-262, 2010.

ODDING E.; ROEBROECK M.E.; STAM H.J. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. **Disabil Rehabil**, v.28, n.4, p.183-91, 2006.

OVERDORF, V. et al. Mental and physical practice schedules in acquisition and retention of novel timing skills. **Perceptual and Motor Skills**, v.99, n.1 p.51-62, 2004.

PALISANO, R. J. et al. Stability of the gross motor function classification system. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.48, n.6, p.424-428, 2006.

PALISANO R. J. et al. The Gross Motor Function Classification System - Expanded & Revised, **Dev Med Child Neurol**, v.36, p.214-223, 1997.

PORTER, J. M.; MAGILL, R. A. Systematically Increasing Contextual Interference Is Beneficial for Learning Sport Skills. **Journal of Sports Sciences**, v.28, n.12, p.1277-1285, 2010.

QUADRADO V.H. et al. Motor learning from virtual reality to natural environments in individuals with Duchenne muscular dystrophy. **Disabil Rehabil Assist Technol**, v.10, p.1-9, 2017.

RIENER, R. et al. Virtual reality aided training of combined arm and leg movements of children with CP. **Studies in Health Technology and Informatics**, v.184, p.349-55, 2013.

ROBERT, M. T. et al. Motor learning in children with hemiplegic cerebral palsy and the role of sensation in short-term motor training of goal-directed reaching. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.55, n.12, p.1121-8, 2013.

ROSENBAUM P et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Dev Med Child Neurol**, v.49, n.6, p.8-14, 2007.

SANTOS, S.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. M. Variabilidade de performance numa tarefa de “timing” antecipatório em indivíduos de diferentes faixas etárias. **Revista Paulista de Educação Física**, v.17, p.154-62, 2003.

SAVELSBERGH, G. J. P.; VAN DER KAMP, J. Information in learning to co-ordinate and control movements: Is there a need for specificity of practice? **International Journal of Sport Psychology**, v.31, n.4, p.467-485, 2000.

SHEA, J. B; MORGAN, R. L. Contextual interference effects on the acquisition, retention of the motor skill. **Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory**, v.5, n.2, p.179-187, 1979. ISSN 0047-0767.

SHEA, C. H.; ASHBY, A. A. Modifications to the Bassin anticipation timer. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. v.52, p.278-80, 1981.

SHEVELL M.I.; DAGENAIS L.; HALL N. Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. **Neurology**, v.72, n.24, p.2090-6. 2009.

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.

SCHIMIDT R.A.; LEE T.D. **Motor control and learning: a behavioral emphasis**. 3th ed. Editora Human Kinetics. Champaign, IL, 1999. ISBN 0880114843, 9780880114844

SILVA, T. D. et al. Aprendizagem motora em tarefa virtual na Paralisia Cerebral. **Temas sobre Desenvolvimento**, v.104, p.47-53, 2013.

SNIDER, L.; MAJNEMER, A.; DARSAKLIS, V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. **Developmental Neurorehabilitation**, v.13, n.2, p.120-8, 2010.

TEIXEIRA L.A. Aprendizagem de habilidades motoras na ginástica artística. In: Nunomura M, Nista-Piccolo VL. **Compreendendo a ginástica artística**. São Paulo: Phorte; 2004.

TORI R.; KIRNER C. Fundamentos de realidade virtual. In: Tori R, Kirner C, Siscouto R, Organizadores. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Computação – SBC**, v.1, p.7-22, 2006.

TSAI, P. Y. et al. Functional investigation in children with spina bifida - measured by the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). **Child's nervous system**, v.18, p.48-53, 2002.

UMPHRED D.A. **Fisioterapia neurológica**. 2 ed. São Paulo: Editora Manole; 1994.

VAN DER KAMP, J. et al. Ventral and dorsal contributions in visual anticipation in fast ball sports. **International Journal of Sport Psychology**, v.39,n.2, p.100-130, 2008.

VAN DER MEER, A. L.; VAN DER WEEL, F. R. Development of perception in action in healthy and at-risk children. **Acta Paediatrica**, v.88, n.429 p.29-36, 1999.

VAN DER WEEL, F. R.; VAN DER MEER, A. L.; LEE, D. N. Effect of task on movement control in cerebral palsy: implications for assessment and therapy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.33, n.5 p.419-26, 1991.

VAN DER WEEL, F. R.; VAN DER MEER, A. L. H.; LEE, D. N. Measuring dysfunction of basic movement control in cerebral palsy. **Human Movement Science**, v.15, n.2 p.253-283, 1996.

VAN ROON, D.; STEENBERGEN, B.; MEULENBROEK, R. G. Movement-accuracy control in tetraparetic cerebral palsy: Effects of removing visual information of the moving limb. **Motor Control**, v.9, n.4, p.372-394, 2005.

VISSERS, M. et al. Barriers to and facilitators of everyday physical activity in persons with a spinal cord injury after discharge from the rehabilitation centre. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v.40, n.6, p.61-467, 2008.

VUKOJEVIĆ M.; SOLDIĆ I.; GRANIĆ D. Risk factors associated with cerebral palsy in newborns. **Coll Antropol**, v.33, n.2, p.199-201, 2009.

WILLIAMS, K. Age difference on a coincident anticipation task: influence of stereotypic or "preferred" movement speed. **Journal of Motor Behavior**, v.17, n.4 p.389-410, 1985.

WILLIAMS, L. R.; JASIEWICZ, J. M.; SIMMONS, R. W. Coincidence timing of finger, arm, and whole body movements. **Perceptual and Motor Skills**, v.92, n.2, p.535-47, 2001.

WINGERT, J. R. et al. Tactile sensory abilities in cerebral palsy: deficits in roughness and object discrimination. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.50, n.11, p.832-8, 2008.

WINSTEIN, C.J.; MERIANS, A.S.; SULLIVAN, K.J. Motor learning after unilateral brain damage. **Neuropsychologia**, v.37, n.8, p.975-987, 1999.

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: A realidade virtual em paralisia cerebral e suas diferentes interfaces

Prezad (o, a) Senhor (a), o (a) menor _____, pel (o, a) qual o (a) Senhor (a) é responsável, está sendo convidad (o, 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 Paralisia Cerebral. Os resultados serão importantes para verificar a aplicabilidade da realidade aumentada, nos indivíduos com Paralisia Cerebral, 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 del (e, 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.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

As medidas serão analisadas na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – EACH - USP. 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.

El (e, a) não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. A participação del (e, 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 el (e, 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.

El (e, 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.

Mestrando Daniel Cardoso Bonifácio
Fones: (11) 985579971 E-mail: daniel.carboni@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

Eu, _____,
 portador do documento de identificação número _____,
 responsável legal de _____,
 e tendo sido el(e, a) convidad(o, a) a participar como voluntári(o, a) da pesquisa
A realidade virtual em paralisia cerebral e suas diferentes interfaces, recebi
 do fisioterapeuta Daniel Cardoso Bonifácio, discente mestrando 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 (o, 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 el (e, a). A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que el (e, a) se familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Se el (e, a) for convidado (o, 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.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

☐ Que el (e, a) poderá participar de mais de uma etapa, podendo ser convidad (o, 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 cansad (o, a), ficar enjoad (o, a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se el (e, 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 enjoad (o, a) ou cansad (o, a). Também pode se sentir constrangid (o, a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que el (e, 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. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Telefone: + 55 (11) 95896-3122

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Pesquisador Mestrando da USP

Daniel Cardoso Bonifácio

Telefones: 11 985579971

E-mail: daniel.carboni@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 del (e, 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 el (e, a) desejarmos, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.

- ☐ Que, a qualquer momento, eu (e, a) poderei 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 d (o, 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 d (o, 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
 Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales
 Santo André / SP - CEP: 09080-850
 Telefones: + 55 (11) 4993-5400
 + 55 (11) 95896-3122
 E-mail: carlosfisi@uol.com.br
- b) Pesquisador Mestrando da USP
 Daniel Cardoso Bonifácio
 Escola de Artes, Ciências e Humanidades
 Universidade de São Paulo
 Av. Arlindo Bettio, 1000 Ermelino Matarazzo
 São Paulo - SP CEP: 03828-000
 Informações: (11) 2648-0067

E-mail: daniel.carboni@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

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

6

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.

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 d (o, a) responsável legal e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Daniel Cardoso Bonifácio (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

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: A realidade virtual em paralisia cerebral e suas diferentes interfaces

Você está sendo convidado (o, 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 22 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 o pesquisador **Daniel Cardoso Bonifácio**. Eu escrevi os telefones na parte de baixo desse

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Participante

texto. Você irá preencher um questionário e jogar com o computador. Você será auxiliado pelo (o, a) pesquisador (a) Daniel Cardoso Bonifácio e você não 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.

Mestrando Daniel Cardoso Bonifácio
Fones: (11) 985579971
E-mail: danielboni@hotmail.com
Endereço: Av. Arlindo Bétio, 1000 Ermelino Matarazzo
São Paulo - SP CEP: 03828-000

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DA CRIANÇA DA PESQUISA:

Eu, _____,

tendo sido convidado (o, a) a participar como voluntário (o, a) da pesquisa **A realidade virtual em paralisia cerebral e suas diferentes interfaces**, 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 Bétio, 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 - I1.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Participante