

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**ORIGEM, AMPLIFICAÇÃO E DIFUSÃO DA PREFERÊNCIA
MANUAL E SUA RELAÇÃO COM ASSIMETRIAS INTERMANUAIS
DE DESEMPENHO**

Rosana Machado de Souza

São Carlos

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Rosana Machado de Souza

Orientador: Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira

São Carlos

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

S729oa Souza, Rosana Machado de.
Origem, amplificação e difusão da preferência manual e sua relação com assimetrias intermanuais de desempenho / Rosana Machado de Souza. -- São Carlos : UFSCar, 2014. 141 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Fisioterapia. 2. Preferência manual. 3. Lateralidade. 4. Experiências lateralizadas. 5. Prática unimanual. 6. Cinemática. I. Título.

CDD: 615.82 (20^a)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora para Defesa de Tese de Doutorado de ROSANA MACHADO DE SOUZA, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 11 de Junho de 2014.

Banca Examinadora



Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira

(USP)



Profa. Dra. Paula Rezende Camargo

(UFSCar)



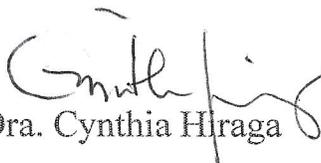
Profa. Dra Daniela Marie Corbetta

(University of Tennessee)



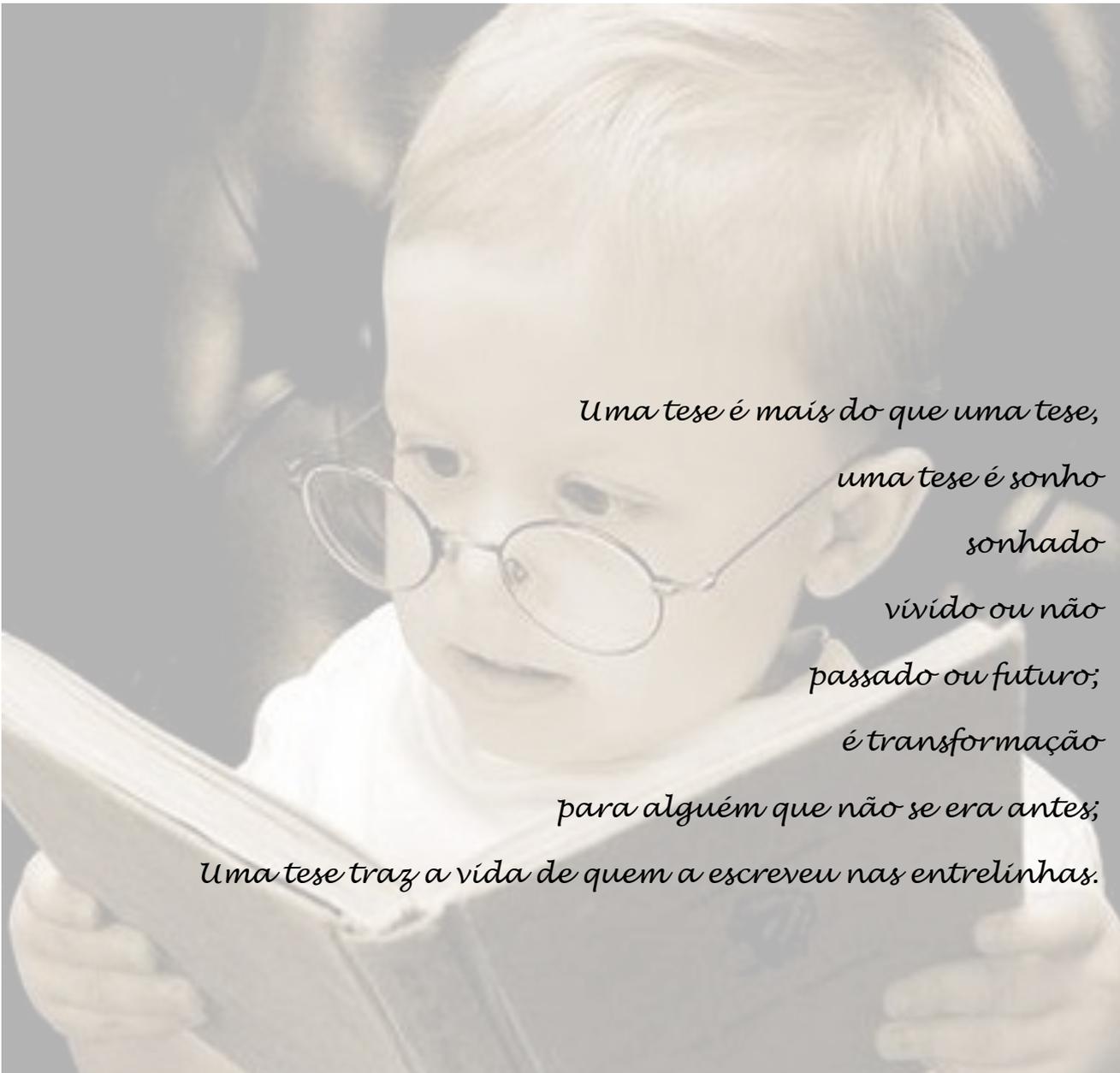
Profa. Dra. Raquel de Paula Carvalho

(UNIFESP)



Profa. Dra. Cynthia Hiraga

(UNESP)

A young child with light hair and round glasses is shown from the chest up, holding an open book and looking down at it. The child is wearing a white t-shirt. The background is slightly blurred, showing another person's face in profile. The entire image has a soft, muted color palette.

*Uma tese é mais do que uma tese,
uma tese é sonho
sonhado
vivido ou não
passado ou futuro;
é transformação
para alguém que não se era antes;
Uma tese traz a vida de quem a escreveu nas entrelinhas.*

**Dedico esta tese aos meus pais, Manoel e Rosangela,
por todo o apoio
e amor incondicional.**

Agradecimentos

Agradeço imensamente a Deus, inteligência suprema e causa primária de todas as coisas.

Agradeço aos meus pais e irmãos, por estarem ao meu lado e por me incentivarem a seguir pelo caminho mais desejado, e nem sempre o mais fácil.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira, pela oportunidade de me tornar Doutora e ingressar no mundo acadêmico.

Agradeço aos professores que aceitaram fazer parte da banca da minha defesa, Profa. Dra. Carolina Lima-Alvarez, Profa. Dra. Cynthia Hiraga, Profa. Dra. Daniela Corbetta, Profa. Dra. Eloisa Tudella, Profa. Dra. Jaqueline da Silva Frônio, Profa. Dra. Paula H. Lobo da Costa e Profa. Dra. Raquel de Paula Carvalho. Agradeço à Profa. Dra. Paula Resende de Camargo pela prontidão em aceitar compor essa banca. Um agradecimento especial à Profa. Dra. Eloisa Tudella, por contribuir tanto na minha formação como doutora e futura docente e pesquisadora, e à Profa. Dra. Daniela Corbetta, por me receber tão bem em seu laboratório na Universidade do Tennessee.

Considero que sou uma pessoa de sorte por ter tido a oportunidade de fazer parte de 3 laboratórios durante o curso do meu doutorado. Por isso, gostaria de agradecer imensamente a todos os membros do Laboratório de Pesquisa e Análise do Movimento (LAPAM), na UFSCar, do Laboratório Sistemas Motores Humanos (SMH), na USP - São Paulo, e do *Infant Perception-Action Laboratory* (IPAL), na Universidade do Tennessee – Knoxville/EUA, pela ajuda na coleta de dados, análise de dados e, principalmente, pelo companheirismo e amizade que encontrei em cada um. Apesar de não citar nomes, acredito que cada um de vocês saiba o muito que contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

Agradeço aos muitos amigos que fizeram parte desse período. Aos velhos amigos e aos novos amigos que estão espalhados pelo Brasil e pelo mundo, muito obrigada pela amizade nos momentos mais difíceis e nos momentos de lazer. Aos amigos que me receberam em suas casas em São Paulo, São Carlos e nos EUA, muito obrigada por dividirem seus lares comigo seja por uma noite ou por vários meses. Mais uma vez prefiro não citar nomes, pois amigos que são amigos se reconhecem mutuamente e, por isso, saberão que estão incluídos aqui. Uma exceção vai para o agradecimento especial à amiga Lívia Pogetti por ter me ajudado a superar todos os momentos difíceis e por ter estado presente todos os dias dessa jornada, mesmo que distante.

Agradeço aos pais dos bebês e crianças e aos adultos participantes dos experimentos desta tese. Sem vocês este trabalho não teria sido concretizado.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de Doutorado Sanduíche, que foi uma experiência muito valiosa na minha vida acadêmica e pessoal, e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pela bolsa de doutorado.

Resumo

Souza, R. M. (2014). Origem, amplificação e difusão da preferência manual e sua relação com assimetrias intermanuais de desempenho. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

O efeito do uso da mão não-preferida sobre a preferência manual específica à tarefa e desempenho motor foi avaliado em dois experimentos. O experimento 1 objetivou investigar o efeito de curto-prazo de experiências lateralizadas sobre a preferência manual e o desempenho motor no alcance em bebês. Bebês aos 4 e 7 meses foram induzidos ao uso mais frequente da mão não-preferida por meio do oferecimento de brinquedos em posição contralateral à mão preferida. A reavaliação da preferência manual no alcance em posição medial revelou que os bebês passaram a usar mais frequentemente a mão não-preferida, sendo esse comportamento similar entre ambos os grupos etários. A análise cinemática dos alcances não indicou variações coerentes com a mudança de preferência manual. O objetivo do experimento 2 foi testar o efeito da prática com a mão não-preferida sobre preferência manual e assimetrias intermanuais de desempenho, comparando crianças e adultos. Foram praticadas tarefas que exigiam alcance e manipulação de objetos variados. A preferência manual foi avaliada no alcance de cartas em diferentes posições à direita e esquerda do participante e subsequente depósito em uma urna. Houve aumento no uso da mão não-preferida após a prática em ambos os grupos etários. Não foi encontrado nenhum efeito da prática lateralizada sobre as assimetrias intermanuais de desempenho. Os resultados indicam que a preferência manual é flexível e modulada por experiências lateralizadas imediatamente anteriores.

Palavras-chave: lateralidade; experiências lateralizadas; prática unimanual; alcance; manipulação; cinemática; lactentes; crianças; adultos

Abstract

Souza, R. M. (2014). Origin, amplification and diffusion of manual preference and its relation to intermanual asymmetries of performance. Dissertation. Federal University of São Carlos, São Carlos, SP.

The effect of using the non-preferred hand on manual preference and motor performance was assessed in two experiments. Experiment 1 investigated the short-term effect of lateralized experience on manual preference and motor performance in infants reaching. Four- and seven-month-olds were induced to use the non-preferred hand through reaching for toys contralaterally to the preferred hand. Reassessment of manual preference in reaching at the central position revealed that infants used the non-preferred hand more frequently. That behavior was similar between both age groups. Kinematic analysis of reaching did not indicate variations coherent with shift of manual preference. Experiment 2 tested the effect of practice with the non-preferred hand on manual preference and intermanual asymmetries of performance, comparing children and adults. Different tasks requiring reaching and manipulation were practiced. Manual preference was assessed through reaching toward cards at different positions on the right and left of the participant, and inserting the card into a slot. Results showed that use of the nonpreferred hand increased after practice in both age groups. There was no effect of practice on intermanual asymmetries of performance. Results indicate that manual preference is flexible and modulated by immediate lateralized experiences.

Keywords: laterality; handedness; lateralized experience; unimanual practice; reaching; manipulation; kinematics; infants; children; adults

Sumário

Sumário

1. Contextualização.....	1
1.1. <i>Desenvolvimento motor.....</i>	2
1.1.1. <i>Desenvolvimento do alcançar em bebês.....</i>	5
1.2. <i>A influência de experiências motoras no desenvolvimento da preferência manual.....</i>	8
1.2.1. <i>Bebês.....</i>	12
1.2.2. <i>Crianças e adultos.....</i>	17
1.2.3. <i>Considerações.....</i>	23
1.3. <i>A influência de experiências motoras no desenvolvimento das assimetrias intermanuais de desempenho.....</i>	24
1.3.1. <i>Bebês.....</i>	25
1.3.2. <i>Crianças e adultos.....</i>	27
1.3.3. <i>Considerações.....</i>	28
2. Objetivos gerais.....	30
3. Justificativa.....	32
4. Experimento 1.....	35
4.1. <i>Objetivos específicos.....</i>	36
4.2. <i>Hipóteses.....</i>	36
4.3. <i>Método.....</i>	37
4.3.1. <i>Participantes.....</i>	37
4.3.2. <i>Equipamentos.....</i>	38
4.3.3. <i>Delineamento experimental e procedimentos.....</i>	40
4.3.4. <i>Análise da preferência manual.....</i>	43
4.3.5. <i>Análise do desempenho motor.....</i>	44
4.3.6. <i>Análise estatística.....</i>	45
4.4. <i>Resultados.....</i>	46
4.4.1. <i>Preferência manual.....</i>	46
4.4.1.1. <i>Comparações entre as fases.....</i>	47
4.4.1.2. <i>Comparações entre grupos.....</i>	50
4.4.1.3. <i>Comparações entre os dias.....</i>	52
4.4.2. <i>Desempenho motor.....</i>	53
4.5. <i>Discussão.....</i>	54

Sumário

4.5.1. <i>Preferência manual</i>	55
4.5.2. <i>Desempenho motor</i>	59
5. Experimento 2	63
5.1. <i>Objetivos específicos</i>	64
5.2. <i>Hipóteses</i>	64
5.3. <i>Método</i>	65
5.3.1. <i>Participantes</i>	65
5.3.2. <i>Tarefas e equipamentos</i>	65
5.3.3. <i>Delineamento experimental e procedimentos</i>	71
5.3.4. <i>Análise de dados</i>	73
5.4. <i>Resultados</i>	76
5.4.1. <i>Preferência manual</i>	76
5.4.2. <i>Desempenho motor</i>	80
5.5. <i>Discussão</i>	88
5.5.1. <i>Efeito da tarefa e da idade independente da prática</i>	88
5.5.2. <i>Efeito da prática com a mão não-preferida</i>	90
6. Conclusões	97
7. Limitações	99
8. Investigações futuras	101
9. Referências	103
10. Apêndices	114
11. Anexos	138

Lista de Tabelas

Tabela 1. Médias e desvio-padrão das variáveis cinemáticas com a mão preferida, que apresentaram diferenças significativas entre linha de base e persistência, dos bebês aos 7 meses.....	53
--	----

Lista de Figuras

Figura 1.	Ilustração da cadeira infantil com faixa elástica que garante suporte para o tronco e permite que braços e pernas movimentem-se livremente.....	38
Figura 2.	Brinquedos usados para eliciar o alcance.....	39
Figura 3.	Ilustração do posicionamento das câmeras (1 e 2), sistema Flock of Birds (3), tela para captura online (4), e equipamento MX-4 DV (5).....	40
Figura 4.	Ilustração do procedimento experimental.....	41
Figura 5.	Índices medianos de preferência manual para os bebês de 4 e 7 meses de idade durante a linha de base, a fase de experiências lateralizadas e persistência, para os dias 1 (A) e 2 (B).....	47
Figura 6.	Índices medianos de preferência manual para os grupos de preferência manual forte e indefinida durante a linha de base, a fase de experiências lateralizadas e o persistência, para os dias 1 (A) e 2 (B).....	48
Figura 7.	Índices medianos de preferência manual para os grupos de bebês que tiveram experiências lateralizadas do lado direito e esquerdo durante a linha de base, a fase de experiências lateralizadas e persistência, para os dias 1 (A) e 2 (B).....	51
Figura 8.	Ilustração das tarefas simples (A) e complexa (B) para avaliação da preferência manual (A) e desempenho motor – análise cinemática (B)...	67
Figura 9.	Ilustração do início da tarefa específica. Peças de trilha em posição proximal.....	68
Figura 10.	Tarefas de prática: empilhar cubos (A), encaixe de peças pequenas em tabuleiro de <i>resta 1</i> (B), virar cartas deitadas sobre a mesa (C), perseguição de alvo e contorno de desenho usando mouse (D), jogo de varetas (E) e empilhar peças de trilha (F).....	69
Figura 11.	Tarefas de transferência: arremessar uma bola na cesta de basquete (A) e apontar para um alvo localizado sobre a mesa (B).....	70
Figura 12.	Ilustração do posicionamento das câmeras acopladas ao sistema Vicon.....	71
Figura 13.	Médias do índice de preferência manual para os grupos experimentais de adultos (AE) e crianças (CE), e grupos controle de adultos (AC) e crianças (CC) nas tarefas simples e complexa em função da posição do	

Lista de Figuras

	alvo, de 1 – extrema esquerda – a 7 – extrema direita.....	77
Figura 14.	Médias dos índices de preferência manual na tarefa específica para o grupo experimental de adultos (A) e crianças (B) considerando os componentes simples e complexo da tarefa e as posições contralateral e ipsilateral, no decorrer das 6 sessões de prática.....	78
Figura 15.	Médias dos escores de preferência manual e desvio padrão para os grupos experimentais de adultos (AE) e crianças (CE) e controles de adultos (AC) e crianças (CC) nas tarefas de apontar (A) e arremessar (B).....	79
Figura 16.	Médias (desvio padrão indicado por barras verticais) de tempo de desaceleração (%), índice de retidão, velocidade máxima (cm/s), tempo de movimento (s) e unidades de movimento (n) para o alcance nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita (D) e esquerda (E) no pré-teste, pós-teste e retenção.....	82
Figura 17.	Médias (desvio padrão indicado por barras verticais) de tempo de desaceleração (%), índice de retidão, velocidade máxima (cm/s) e unidade de movimento (n) para o transporte da carta nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita (D) e esquerda (E), no pré-teste, pós-teste e retenção.....	85
Figura 18.	Médias (desvio padrão indicado por barras verticais) do tempo de movimento (s) total, para o transporte da carta (TM2a) e encaixe da carta na urna (TM2b), nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita (D) e esquerda (E), no pré-teste, pós-teste e retenção.....	87

Lista de Apêndices

Apêndice A.	Folha para avaliação do comportamento lateral – Experimento 1...	115
Apêndice B.	Termo de consentimento livre e esclarecido (Crianças).....	116
Apêndice C.	Termo de consentimento livre e esclarecido (Adultos).....	119
Apêndice D.	Protocolo das sessões de prática.....	123
Apêndice E.	Resultados estatísticos para análise dos escores de preferência manual na tarefa específica no decorrer das sessões de prática.....	125
Apêndice F.	Resultados estatísticos para a variável tempo de desaceleração, componente 1.....	126
Apêndice G.	Resultados estatísticos para a variável índice de retidão, componente 1.....	127
Apêndice H.	Resultados estatísticos para a variável velocidade máxima, componente 1.....	128
Apêndice I.	Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento de movimento, componente 1.....	129
Apêndice J.	Resultados estatísticos para a variável unidades de movimento, componente 1.....	130
Apêndice L.	Resultados estatísticos para a variável tempo de desaceleração, componente 2.....	131
Apêndice M.	Resultados estatísticos para a variável índice de retidão, componente 2.....	132
Apêndice N.	Resultados estatísticos para a variável velocidade máxima, componente 2.....	133
Apêndice O.	Resultados estatísticos para a variável unidades de movimento, componente 2.....	134
Apêndice P.	Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento total, componente 2.....	135
Apêndice Q.	Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento, componente 2a.....	136
Apêndice R.	Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento, componente 2b.....	137

Lista de Anexos

Anexo A.	Parecer Comitê de Ética – Experimento 1.....	139
Anexo B.	Parecer Comitê de Ética – Experimento 2.....	140

CONTEXTUALIZAÇÃO

1. Contextualização

1.1 Desenvolvimento motor normal

O processo de desenvolvimento motor já foi considerado como um processo que provinha primariamente da maturação do sistema nervoso central (GESELL, 1946; MCGRAW, 1946). De acordo com a Teoria Neuromaturacional, o desenvolvimento motor é um processo formado por etapas sequenciais e invariáveis (GESELL, 1946; MCGRAW, 1932; SHIRLEY, 1931). Assim, o bebê adquire habilidades motoras em uma sequência fixa, a qual é a mesma para todos os bebês, visto que faz parte de características filogenéticas da espécie humana, e depende exclusivamente da maturação do sistema nervoso central. No entanto, a partir da observação de que existe uma variabilidade temporal na aquisição de habilidades motoras entre os bebês e de que alguns bebês “pulam” algumas etapas do desenvolvimento motor, começou-se a pensar que outros fatores deveriam influenciar esse processo. Surgiu então a perspectiva dos Sistemas Dinâmicos.

A perspectiva dos Sistemas Dinâmicos considera o desenvolvimento motor normal um processo complexo, dependente de vários fatores (THELEN; SMITH, 1998). Segundo essa teoria, o desenvolvimento motor e a aquisição de novas habilidades motoras ocorrem pela interação de fatores relacionados ao organismo, ao ambiente e à tarefa (THELEN; SMITH, 1998). Newell (1986) denominou esses elementos de restrições e os definiu como fatores que influenciam ou delimitam a realização de um comportamento motor. Exemplos de restrições do organismo seriam peso corporal e desenvolvimento do sistema nervoso central e de conexões sinápticas; restrições do

ambiente seriam gravidade e temperatura e por último, mas não menos importante, restrições da tarefa são aquelas relacionadas ao objetivo da tarefa e às restrições específicas impostas à tarefa.

Em um estudo clássico, Thelen, Fisher e Ridley-Johnson (1984) testaram o quanto fatores relacionados ao organismo e ao ambiente influenciam as habilidades motoras do bebê. Esses autores observaram que o desaparecimento da passada por volta dos 2 meses de idade era concomitante ao aumento do peso e gordura corporal. Para investigar esta observação, eles submeteram um grupo de bebês aos 3 meses a diferentes situações experimentais. Os bebês que não realizavam passos tiveram suas pernas submersas em água, e nessa situação eles apresentaram passos frequentes. Por outro lado, bebês que realizavam passos em situação natural foram submetidos à adição de peso nas pernas (proporcional ao ganho de massa corporal). Essa situação levou ao desaparecimento das passadas. Em adição a esses achados, foi identificado que bebês submetidos a exercícios diários utilizando o reflexo da marcha apresentaram passos espontâneos durante todo o primeiro ano de vida, adquirindo o andar voluntário mais cedo (ZELAZO; ZELAZO; KOLB, 1972). Esses achados confirmam que o amadurecimento do sistema nervoso central não é o único responsável pela emergência ou desaparecimento de habilidades motoras no bebê. Pelo contrário, aspectos ambientais e da tarefa podem levar a modificações no comportamento motor.

Sabe-se que, durante o processo de desenvolvimento motor, o bebê apresenta variabilidade nos movimentos de uma tentativa para outra, porque está explorando os graus de liberdade e as propriedades físicas dos objetos e do ambiente (BERNSTEIN, 1967). A partir desse processo de exploração, o bebê irá selecionar o movimento que melhor se adapta aos objetivos da tarefa (DIEDRICH et al., 2000). Segundo Bernstein

(1967), mesmo movimentos aparentemente iguais apresentam variações que diferenciam uma execução da anterior. Para a perspectiva dos Sistemas Dinâmicos, variabilidade é vista como mensuração de estabilidade de um movimento particular. Sabe-se que habilidades motoras são mais instáveis e influenciadas pelo contexto assim que emergem no comportamento motor (ADOLPH et al., 2008). Assim, menor variabilidade poderia indicar um comportamento mais estável (PIEK, 2002). A estabilidade de um padrão motor indica que o mesmo foi aprendido, e constitui para Kelso (1995) um atrator. Um estado atrativo consiste em um modo comportamental preferido sob certas condições, ao qual, mesmo quando é perturbado, o sistema tende a voltar (THELEN; SMITH, 1998). No entanto, o estado atrativo é modificado no decorrer do processo de desenvolvimento motor, pela prática e aprendizagem de novos padrões motores (THELEN; SMITH, 1994).

Um exemplo clássico de estado atrator ocorre quando o bebê está aprendendo a andar sem apoio. Durante esse processo, sempre que o bebê quer ser mais veloz ou se apresenta em situações que exigem habilidade locomotora mais refinada, como frente a obstáculos ou escadas, o bebê volta a engatinhar. Isso ocorre porque, neste caso, o bebê ainda não desenvolveu a marcha suficientemente, sendo o engatinhar um estado atrator. A partir do momento que o bebê adquire habilidade no andar, ele dificilmente voltará a engatinhar. O andar passa a ser, então, o novo estado atrator. Essa mudança de um estado atrator para outro ocorre devido à prática da nova habilidade motora. A prática possibilita ao bebê desenvolver estratégias para adequar-se às exigências da tarefa e do ambiente, assim como do organismo (por exemplo, aumento da força muscular e melhora do equilíbrio).

Fica evidente que o desenvolvimento motor é um processo complexo, constituído de elementos que estão em constante modificação (THELEN; SMITH, 1998). A interação desses elementos em modificação, tanto do organismo, quanto da tarefa e do ambiente, conduz a modificações contínuas no comportamento motor e aquisição das habilidades motoras.

1.1.1 Desenvolvimento do alcançar em bebês

Assim como ocorre para as habilidades motoras grossas, é possível que o desenvolvimento da habilidade de alcançar também passe pelo mesmo processo de desenvolvimento. Segundo Brandão (1984), o desenvolvimento do alcance, como coordenação óculo-manual, se dá em 4 etapas. Na primeira etapa, que acontece entre o final do 2º mês e início do 3º, a mão aparece, por acaso, no campo visual do bebê, através dos movimentos espontâneos. O bebê olha e segue com interesse seus movimentos, mas ainda não é capaz de interferir neles. Na segunda etapa, entre o fim do 3º mês e início do 4º, o interesse visual interfere nos movimentos dos braços e mãos, quando estes passam pelo campo visual. Porém, o bebê ainda não é capaz de trazer a mão ao campo visual. Em meados do 4º mês, a visão simultânea da mão do bebê e de um objeto provoca o deslocamento da mão para segurá-lo, ou seja, a prensão. Esse comportamento constitui a terceira etapa. Na quarta e última etapa, há a aquisição dessa coordenação. O bebê é capaz de segurar o que vê, levar o objeto que segura até o campo visual, olhar para a mão quando esta toca um objeto e localizar as mãos no espaço. Apesar deste autor apontar a idade na qual ocorre cada uma dessas etapas, estudos mais recentes sobre o alcance têm demonstrado que a emergência dessa habilidade se dá, comumente, entre 3 e 5 meses de idade (CAMPBELL; LINDEN; PALISANO, 1995;

THELEN; CORBETTA; SPENCER, 1996; VAN DER FITS et al, 1999; VON HOFSTEN; FAZEL-ZANDY, 1984), indicando uma grande variabilidade entre os bebês. Para Thelen et al. (1993), o bebê não possui programas motores que determinam as características do movimento de alcance. Elas sugerem que essas características são formadas pela interação da dinâmica intrínseca e a tarefa. De fato, estudos sobre o desenvolvimento do alcance manual mostram que na emergência dessa habilidade os bebês apresentam movimentos tortuosos e precariamente controlados (VON HOFSTEN, 1991). Com o decorrer do tempo, os movimentos passam a ser mais suaves e retilíneos, até que, por volta de 8 meses, os movimentos apresentam características bem semelhantes a de um indivíduo adulto (VON HOFSTEN, 1991).

Tempo de prática e a quantidade de experiência acumulada são fatores que afetam a qualidade do padrão de alcançar. Carvalho et al. (2008) indicam que, entre 4 e 6 meses de idade, bebês mais experientes – que apresentam mais tempo de prática no alcançar em relação aos demais bebês - apresentam maior frequência de alcances e melhor controle do movimento do que os menos experientes. Além disso, bebês mais experientes se adaptam mais facilmente às variações do contexto e da tarefa, como a variação entre as posturas sentada, reclinada e supina, do que os menos experientes. Esses achados indicam que a prática espontânea na habilidade de alcançar leva ao aprimoramento dessa habilidade. Essa é mais uma evidência de que outros fatores, além dos fatores intrínsecos como idade e maturação, influenciam o desenvolvimento motor do bebê.

Com a prática espontânea, o sistema motor é capaz de calibrar e aprimorar o desempenho motor através do que Konczak et al. (1995) chamaram de aprendizagem não-supervisionada. Sejnowski (2010) sugere que a aprendizagem não-supervisionada

aumenta as representações sensório-motoras no córtex, melhorando a velocidade e eficiência na tarefa aprendida. Além de ter sido demonstrado que o treino espontâneo em experiências diárias é capaz de promover o aprimoramento do alcance (CARVALHO et al., 2008), evidências adicionais mostram que o treino específico dessa habilidade por um período de duas semanas, em bebês entre 8 e 12 semanas de idade, foi capaz de promover o aumento da frequência de contato com os alvos (LOBO; GALLOWAY; SAVELSBERGH, 2004; ver também LIBERTUS; NEEDHAM, 2010). Além disso, um estudo mais recente demonstrou que o treino do alcance em bebês na fase de emergência dessa habilidade levou ao aprimoramento das características espaço-temporais do alcance após apenas uma sessão de 4 min. de duração (CUNHA et al., 2013). O importante a destacar aqui é que o treino específico, mesmo que por um curto período, parece fornecer experiências sensório-motoras que promovem o aprimoramento do alcance além daquele obtido a partir do treino espontâneo.

No estudo do desenvolvimento do alcançar, alguns pesquisadores têm focado na dinâmica de uso de um dos membros, assim como na coordenação entre os membros. Nesse sentido, tem-se buscado como a preferência manual se manifesta nos primeiros anos de vida, como os membros se coordenam em termos da realização de alcances uni e bimanuais e quando surgem as assimetrias intermanuais de desempenho. Muitos estudos têm sugerido que os principais fatores relacionados com o desenvolvimento da preferência manual, da coordenação intermembros e das assimetrias intermanuais de desempenho estão relacionados às experiências sensório-motoras que o indivíduo acumula com cada lado do corpo (CORBETTA; BOJCZYK, 2002; CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006; CORYELL; MICHEL, 1978; HARKINS; UZGIRIS, 1991; MICHEL; HARKINS, 1986; MICHEL; OVRUT; HARKINS, 1985; POGETTI et al., 2013a, b). Pelo exposto até aqui, essa suposição estaria em

conformidade com a perspectiva dos Sistemas Dinâmicos. Os tópicos a seguir abordarão resultados científicos relacionados à influência de experiências sensório-motoras na preferência manual e no desempenho motor em bebês, crianças e adultos.

1.2 A influência de experiências motoras no desenvolvimento da preferência manual

A preferência manual é um dos aspectos da lateralidade humana, sendo definida pela maior frequência de utilização de uma das mãos, direita ou esquerda, para a realização de tarefas manuais (TEIXEIRA, 2008). Sabe-se que aproximadamente 90% da população adulta exibem preferência manual direita, enquanto que os outros 10% exibem preferência manual esquerda ou ambidestria (BRACKENRIDGE, 1981; PETERS; MURPHY, 1992; TAN; TAN, 1999).

Durante o ciclo de vida humano, existe uma variação na proporção de preferência manual direita e esquerda. Um estudo recente sugere que, aos 5 meses de idade, aproximadamente 50% dos bebês apresentam preferência manual direita e aproximadamente 50% apresentam preferência manual esquerda (SOUZA et al., 2012), uma incidência bem diferente daquela observada em adultos. Estudos em bebês a partir dos 6 meses de idade indicam uma tendência crescente à incidência de preferência manual direita (HINOJOSA; SHEU; MICHEL, 2003; JACOBSON et al., 2014; SACREY; KARL; WHISHAW, 2012). No entanto, apesar da tendência crescente de aumento da incidência de preferência manual direita, parece que até os 2 anos de idade a preferência manual se mostra instável no decorrer do processo de desenvolvimento motor (CORBETTA; THELEN, 1996, 1999; CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006; GESELL; AMES, 1947; HOPKINS; RÖNNQVIST, 2002; NELSON;

CAMPBELL; MICHEL, 2013). Isto é, ora o bebê/criança apresenta preferência pela mão direita, ora pela mão esquerda. Nesse sentido, têm sido identificados diferentes comportamentos lateralizados em função da faixa etária. Evidências indicam, ainda, que a consistência de preferência lateral em indivíduos destros é maior em crianças mais velhas – ente 8 e 11 anos - e na adolescência do que em fases iniciais da infância (COREN; PORAC; DUNCAN, 1981; HILL; KHANEM, 2009; LECONTE; FAGARD, 2006) e maior em idosos em comparação a adultos jovens (TEIXEIRA, 2008). Assim, com o passar da idade, é esperado que o indivíduo se torne cada vez mais lateralizado (TEIXEIRA, 2008), escolhendo com frequência cada vez maior uma das mãos para realizar tarefas manuais. Potier, Meguerditchian e Fagard (2012), entretanto, sugerem que entre 12 e 20 meses de idade, os bebês já começam a apresentar uma proporção entre destros e canhotos como esperada na população adulta. Ou seja, nesse estudo 29 bebês apresentaram preferência manual direita, enquanto que 3 bebês (aproximadamente 10%) apresentaram preferência manual esquerda. Esses resultados, comparados aos resultados encontrados aos 5 meses de idade, sugerem que este é um importante período para a formação da preferência manual. A questão que fica em aberto é: o que acontece durante este período, de 5 a 20 meses de idade, que poderia ser responsável pela definição da preferência manual?

Com o passar do tempo e o avanço das pesquisas, cada vez mais pesquisadores têm sugerido que fatores intrínsecos por si só não poderiam determinar o contingente de comportamentos lateralizados frequentemente observados (FAGARD, 2013). Nesse sentido, a instabilidade na preferência manual tem sido atribuída a diversos fatores. Uma das explicações para o aumento de indivíduos com preferência manual direita com o passar da idade, e redução de indivíduos com preferência manual esquerda, está relacionada à influência sócio-cultural, a qual exerce uma pressão a favor do uso da mão

direita (GREENWOOD et al., 2007; MENG, 2007; PORAC; COREN; SEARLEMAN, 1986; SINGH; MANJARY; DELLATOLAS, 2001). Essa evidência, por si só, deixaria implícito que o ambiente exerce alguma influência sobre a determinação da preferência manual. Dando suporte a essa racionalidade, Fagard (2013) indica uma sequência de eventos que poderia estar relacionada à formação da preferência manual, a partir da interação entre fatores intrínsecos e extrínsecos da seguinte forma: 1 – uma assimetria intrínseca do sistema motor, dando vantagem ao membro superior direito, levaria à preferência lateral logo na emergência de movimentos voluntários; 2 – a assimetria de orientação da cabeça à direita e o posicionamento do feto no útero poderia ser um fator reforçando essa preferência lateral, desde antes do nascimento; 3 – durante os primeiros 2 meses de vida, a tendência de uso da mão direita poderia ser reforçada pela forte assimetria postural existente no bebê, e pela conseqüente maior visualização dessa mão; 4 – conforme o bebê se desenvolve, a preferência manual oscila de acordo com o desenvolvimento de outras habilidades motoras, como a apresentação de alcances bimanuais na emergência da marcha, e, ainda nesse período, pode ser que os bebês tomem consciência da mão que as pessoas ao seu redor usam para alimentá-lo ou oferecer-lhe brinquedos, sendo esses fatores que podem reforçar o uso de uma das mãos; 5 – a repetição de ações lateralizadas, como rabiscar ou escrever, pode, finalmente, levar ao estabelecimento da preferência manual. A interação entre fatores filogenéticos e ontogenéticos na formação da lateralidade foi proposta anteriormente por Souza e Teixeira (2011), indicando que experiências sensório-motoras desempenham um importante papel na definição da preferência manual. Ashton (1982) sugere ainda que componentes ambientais exercem de 80 a 90% de participação na formação da preferência manual. Nesse sentido, parece que o ambiente e as experiências sensório-

motoras com cada lado do corpo exercem um papel importante na formação e desenvolvimento da lateralidade.

Diferente do comportamento lateralizado encontrado em humanos, estudos em animais têm sugerido que não há uma tendência entre eles à preferência por um dos lados (MARCHANT; MCGREW, 1996; MARCHANT; MCGREW, 2013; MCGREW; MARCHANT, 2001; PAPADEMETRIOU; SHEU; MICHEL, 2005), ou quando há, essa tendência é fraca (FITCH; BRACCINI, 2013). Fitch e Braccini (2013) apresentam uma interpretação interessante para esse fato. Visto que o mundo animal é simétrico, com predadores e alimentos vindos de ambos os lados, o animal que fosse fortemente lateralizado teria desvantagem em relação àqueles menos lateralizados. No entanto, contrário à natureza animal, alguns estudos têm sugerido que é possível induzir a preferência lateral em animais. Pesquisas indicam que o treino específico em uma tarefa manual em ambiente assimetrizado é capaz de estabelecer a preferência lateral, assim como reverter preferências laterais preexistentes (MCGONIGLE; FLOOK, 1978; WARREN, 1958). Isto é, a indução contínua de uso de um membro, através da disposição de objetos em local que possibilitava apenas o alcance com este membro, foi capaz de levar ao estabelecimento de preferência lateral pelo membro treinado para a tarefa praticada e para outras tarefas relacionadas (MCGONIGLE; FLOOK, 1978). Adicionalmente, Warren (1958) avaliou o desenvolvimento de preferências laterais após diferentes períodos de prática unilateral em tarefas de alimentação em gatos e macacos. Os resultados mostraram que houve um aumento progressivo da incidência de preferência lateral entre os animais. No início do experimento, a incidência de preferência lateral consistente entre os animais era de 30 a 53%; após um período de 3 a 5 meses de prática, essa incidência aumentou para 61 a 89%; após um período aproximado de 11 meses de prática, 71 a 100% dos animais apresentaram preferência

lateral definida. Esses dados sugerem que a prática lateralizada exerce um efeito cumulativo sobre o estabelecimento da preferência lateral em gatos e macacos. Em estudo mais recente, Hopkins, Adams e Weiss (2013) sugerem que fatores ambientais pós-natais podem induzir a direção da preferência manual em chimpanzés, a partir da prática espontânea com um dos membros. Levando esses fatores em consideração, sugere-se que a preferência manual pode ser uma característica aprendida (BEATON, 2003; PROVINS, 1997a), proveniente da interação com o ambiente.

1.2.1 Bebês

Especificamente em relação à lateralidade em bebês, diversos estudos têm sugerido que experiências sensório-motoras durante os primeiros anos de vida podem estar relacionadas à flutuação da preferência manual durante este período. Dentre esses fatores estão a preferência de orientação da cabeça, e consequente maior visualização de uma das mãos, nos primeiros meses de vida do bebê (CORYELL; MICHEL, 1978; MICHEL; HARKINS, 1986), aquisição de habilidades locomotoras no primeiro ano de vida (ATUN-EINY et al., 2013; BERGER; FRIEDMAN; POLIS, 2011; CORBETTA; BOJCZYK, 2002; CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006), desenvolvimento de habilidades bimanuais (NELSON; CAMPBELL; MICHEL, 2013), o lado que a mãe preferencialmente carrega o bebê (NEGAYAMA et al., 2010) e imitação do comportamento lateralizado do adulto (FAGARD; LEMOINE, 2006; HARKINS; UZGIRIS, 1991; NAGY et al., 2005).

Particularmente, o desenvolvimento das habilidades locomotoras apresenta efeito sobre a frequência de uso de cada um dos braços (ATUN-EINY et al., 2013;

BERGER; FRIEDMAN; POLIS, 2011; CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006). Em um trabalho realizado por Corbetta, Williams e Snapp-Childs (2006), foram avaliados os casos de três bebês, com histórias singulares de desenvolvimento, durante os dois primeiros anos de vida. Dois bebês apresentavam padrões individuais e incomuns de locomoção. Um deles desenvolveu uma forma assimétrica de locomoção, por meio da qual se locomovia arrastando-se sobre o abdômen e impulsionando o corpo com o braço esquerdo, enquanto mantinha o braço direito livre para alcançar e agarrar objetos ao seu redor. O outro bebê desenvolveu uma forma de locomoção na posição sentada na qual movimentava ambos os braços simetricamente. O terceiro bebê apresentava lesão no hemisfério cerebral esquerdo, tendo sido submetido a partir dos 6 meses a um programa regular de fisioterapia, com sessões de estimulação sensório-motora aplicadas ao braço direito, a fim de prevenir o esperado quadro de hemiparesia nos meses posteriores. Inicialmente, os três bebês apresentavam alcance unimanual com preferência manual esquerda. Entretanto, concomitantemente com o desenvolvimento da locomoção e prática em novas experiências sensório-motoras, os bebês desenvolveram preferência manual consistente com o padrão de movimento utilizado mais frequentemente. O bebê que apresentava padrão assimétrico de locomoção desenvolveu preferência manual direita, enquanto aquele que apresentava padrão simétrico passou a manifestar alcances bimanuais. O bebê submetido à estimulação sensório-motora do braço direito demonstrou preferência manual direita na avaliação feita aos 8 meses de idade, a qual foi mantida inalterada na replicação da avaliação no segundo ano de vida. Um aspecto a ser destacado nos resultados deste último bebê é que apesar da disfunção no hemisfério cerebral contralateral, o treino com o braço direito no primeiro ano de vida foi efetivo em converter a preferência manual esquerda original em preferência manual direita consistente. Atun-Einy et al. (2013) reforçam essa ideia

indicando que a utilização simétrica dos membros superiores, para manutenção do equilíbrio no início do desenvolvimento da marcha independente, é refletida no padrão bimanual para o alcance nesse estágio do desenvolvimento. Em uma análise geral, esses achados sugerem uma relação entre as mudanças na preferência manual no primeiro ano de vida e a prática lateralizada em diferentes habilidades sensório-motoras. Tal interpretação é consistente com a variabilidade da preferência manual observada em bebês normais no primeiro ano de vida (CORBETTA; THELEN, 1999; GESELL; AMES, 1947; RAMSAY, 1980).

O simples fato de o bebê visualizar mais uma das mãos em determinado período do desenvolvimento é capaz de influenciar a escolha da mão a ser utilizada para alcance (MICHEL; HARKINS, 1986; POGETTI et al., 2013a). Em períodos iniciais do desenvolvimento, a postura assimétrica do bebê, com preferência de orientação da cabeça para um dos lados, faz com que o bebê utilize mais frequentemente a mão que permanece por período mais longo no campo visual (MICHEL; HARKINS, 1986). Mais tarde, por volta dos 5 meses, a oclusão visual do braço preferido, em situação experimental, leva ao aumento transitório da frequência de uso do braço não-preferido para alcançar (POGETTI et al., 2013a). Os movimentos de alcance do bebê parecem ser guiados pela percepção visual. Por exemplo, a informação visual de distância do alvo a ser alcançado leva ao alcance de alvos mais próximos, mesmo que a diferença de distância entre os alvos seja fisicamente inexistente, mas visualmente percebida (VAN WERMESKERKEN et al., 2013). Dessa forma, essa é mais uma evidência de que experiências sensório-motoras, neste caso as guiadas por informação visual, desempenham, de fato, importante papel no comportamento motor do bebê.

Em relação à influência de fatores ambientais no desenvolvimento da lateralidade infantil, a disposição espacial de objetos com os quais o bebê interage tem sido demonstrada ser um elemento relevante na indução de preferências laterais. Um dos primeiros estudos a investigar essa questão foi o de Morange e Bloch (1996). Neste estudo foram avaliados bebês de 4 a 7 meses de idade com o objetivo de verificar preferências laterais durante o alcance e preensão de objetos colocados em três posições: linha média, lado esquerdo e lado direito, em relação ao plano sagital mediano do corpo do bebê. Os resultados indicaram que alcances dos objetos localizados lateralmente foram ipsilaterais, enquanto que objetos posicionados na linha média foram alcançados mais frequentemente com a mão esquerda aos 4 meses e com a mão direita a partir dos 6 meses (ver também RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006). Em uma investigação mais recente, foi analisada a extensão em que pequenas alterações espaciais na posição do alvo induzem a escolha do membro para realizar a ação de alcançar em bebês aos 5 meses de idade (SOUZA; TUDELLA; TEIXEIRA, 2011). Foi encontrado resultado similar ao de Morange e Bloch (1996) para o alcance a objetos posicionados lateralmente. Para a posição central foi verificado um equilíbrio entre bebês apresentando preferência manual direita e esquerda. Em conjunto, esses resultados revelam um aspecto em comum. Alvos posicionados lateralmente no espaço de interação do bebê induziram a realização de alcances ipsilaterais tanto com a mão preferida quanto com a mão não-preferida para a maioria dos bebês.

O comportamento lateralizado em função da disposição do alvo, entretanto, é diferente de acordo com a idade do bebê. Melzer, Prinz e Daum (2012) relatam que, aos 12 meses de idade, os bebês fazem mais alcances contralaterais do que aos 6 meses de idade (veja também RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006). Rat-Fischer, O'Regan e Fagard (2013), por sua vez, indicam que aos 16 meses, as crianças utilizam

predominantemente a mão direita. No entanto, em situações nas quais alcançar com a mão esquerda é mais vantajoso, observa-se um aumento de uso da mão esquerda com a idade. Os autores sugerem que bebês mais novos (16 meses de idade) são mais influenciados pela preferência manual do que os mais velhos (22 meses de idade) para tarefas de preensão. Os bebês mais velhos, por sua vez, são melhores em antecipar as estratégias que serão mais bem sucedidas. Dessa forma, o bebê mais novo escolhe a mão preferida para apreender um alvo, independente da localização do alvo, enquanto que um bebê mais velho opta pela mão que está mais próxima ao alvo, por vantagem biomecânica. Nesse mesmo sentido, um estudo com bebês de 3 a 5 meses de idade demonstrou que bebês aos 3 meses de idade fazem alcances a alvos localizados na linha axilar preferencialmente à linha média corporal (FRÔNIO et al., 2011). Esse comportamento pode estar relacionado ao fato de nessa idade o bebê não ser capaz de cruzar a linha média (HEDBERG et al., 2005; VAN HOF; VAN DER KAMP; SAVELSBERGH, 2002), sendo essa uma restrição orgânica. Apesar de esse estudo não ter avaliado a lateralidade do bebê, essa é uma evidência de que, em determinado momento da vida do bebê, a incapacidade de alcançar a linha média seja um fator que restrinja o alcance a objetos posicionados lateralmente. Seguindo essa racionalidade, é possível supor que o desenvolvimento do alcance comece pelo alcance de objetos posicionados lateralmente, e provavelmente com a mão ipsilateral.

Em uma escala temporal mais ampla, indica-se que o comportamento lateral do bebê em ambiente assimetrizado apresenta ligação com o seu comportamento lateralizado mais tarde (MARSCHIK et al., 2008). Marschik et al. (2008) avaliaram a preferência manual de bebês aos 5 meses durante a realização de alcances a alvos posicionados lateralmente. A preferência manual foi reavaliada quando aqueles indivíduos tinham 5 anos de idade. Os bebês que alcançaram os alvos localizados à

direita predominantemente com a mão direita apresentaram preferência manual direita mais consistente aos 5 anos de idade do que os bebês que apresentaram preferência manual inconsistente. Os bebês que realizaram alcance com a mão esquerda a alvos posicionados à esquerda mostraram menor preferência pelo uso da mão direita aos 5 anos. As evidências apresentadas até aqui, sugerindo flutuação da preferência manual em função da localização do alvo, indicam que a disposição de objetos no ambiente pode ser um elemento modulador em potencial do desenvolvimento da lateralidade.

Como indicado aqui, a disposição espacial de objetos no espaço de interação do bebê tem sido verificada ser um importante fator induzindo a escolha de uma das mãos para realizar o alcance. Além disso, foi demonstrado que o acúmulo de experiências sensório-motoras durante fases iniciais do desenvolvimento motor induz a escolha mais frequente de um dos braços para realização de tarefas manuais. No entanto, não se sabe se a indução de alcances repetidos em um dos lados do espaço de interação do bebê poderia levar à maior frequência de uso da mesma mão, mesmo quando, posteriormente, o alvo se encontra em posição neutra (linha média do espaço de interação do bebê).

1.2.2 *Crianças e adultos*

Assim como sugerido para bebês, a predominância de alcances ipsilaterais tem sido observada em crianças (BISHOP, 2005; BRYDEN; ROY, 2006; BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; CARLIER; DOYEN; LAMARD, 2006; DOYEN et al., 2008; GABBARD; HELBIG, 2004; HILL; KHANEN, 2009; LECONTE; FAGARD, 2006; TEIXEIRA; SILVA; FREITAS, 2010) e adultos (BISHOP et al., 1996; BRYDEN; HUSZCZNSKI, 2011; BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; BRYDEN; PRYDE; ROY, 2000; BRYDEN; ROY, 2006; MAMOLO et al., 2004). Predominantemente, alcances

ipsilaterais têm sido atribuídos à eficiência biomecânica, por proximidade do alvo (BRYDEN; HUSZCZNSKI, 2011; CAREY; HARGREAVES; GOODALE, 1996; HELBIG; GABBARD, 2004), e a aspectos atencionais (GABBARD; RABB, 2000).

O aspecto atencional do comportamento lateralizado de indivíduos adultos está relacionado a aspectos estruturais e funcionais do sistema nervoso central. Evidências em adultos sugerem que automaticamente a atenção tende a ser voltada para o lado direito do ambiente (CASTRO-BARROS et al., 2008), principalmente para a realização de uma tarefa complexa (CASTRO-BARROS et al., 2010). Esse comportamento se deve ao fato de que, quando a atenção é voltada para o lado direito, ambos os hemisférios cerebrais, direito e esquerdo, são ativados. No entanto, quando a atenção é voltada para o lado esquerdo, apenas o hemisfério direito é ativado. Dessa forma, os autores sugerem que a tendência de automaticamente voltar a atenção para o lado direito do ambiente seja, provavelmente, devida à maior ativação cerebral, em uma ação cooperativa dos dois hemisférios, em detrimento de uma ação isolada do hemisfério direito quando a atenção é voltada para o lado esquerdo. Visto que esse estudo foi realizado em adultos, não se sabe se essa assimetria na ativação cerebral ocorre desde períodos da infância ou se é desenvolvida posteriormente.

Importante destacar que, em estudos com crianças e adultos, outros fatores como a complexidade da tarefa (BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; CASTRO-BARROS et al., 2010) e a força da preferência manual têm sido associados à disposição espacial do ambiente (BRYDEN; ROY, 2006; HILL; KHANEM, 2009; LECONTE; FAGARD, 2006). Hill e Khanem (2009) analisaram o efeito da demanda da tarefa em combinação com a disposição espacial em crianças entre 4 e 11 anos. Nesse estudo, a frequência de movimentos de alcance com as mãos direita e esquerda foi avaliada em 3 tarefas:

alcançar, apontar e depositar. Os resultados desse estudo indicaram que alcances contralaterais com a mão preferida foram mais frequentes na tarefa de depositar, seguido da tarefa de apontar. Estes resultados sugerem que tarefas mais complexas induzem a escolha da mão preferida, mesmo no espaço contralateral. Além disso, a maior frequência de alcances contralaterais foi observada no grupo de crianças entre 8 e 11 anos – o que reflete a forte preferência manual nesse grupo etário (BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; COREN; PORAC; DUNCAN, 1981; LECONTE; FAGARD, 2006; MENG, 2007). Ao serem comparadas com esse grupo, as crianças de 4 e 5 anos demonstraram preferência manual fraca. Segundo Leconte e Fagard (2006), quanto maior a força da preferência manual, mais frequentemente são apresentados alcances contralaterais com a mão preferida. Considerando que a força da preferência manual tende a aumentar com a idade (COREN; PORAC; DUNCAN, 1981; LECONTE; FAGARD, 2006; TEIXEIRA, 2008), seria esperado que a frequência de movimentos de alcances contralaterais aumentasse conforme as crianças se tornam mais velhas (conforme demonstrado recentemente por BRYDEN; MAYER; ROY, 2011).

Ainda em relação ao efeito da complexidade da tarefa sobre a escolha de uma das mãos, Bryden, Mayer e Roy (2011) compararam o comportamento lateralizado de crianças e adultos com preferência manual direita e esquerda, frente a duas tarefas: pegar um objeto ou pegar o mesmo objeto e utilizá-lo. O objeto foi apresentado em duas posições à direita e à esquerda e na linha média do participante, a fim de testar sua preferência manual de acordo com a demanda da tarefa e a posição do objeto. Primeiramente, foi observado que a complexidade da tarefa levou a alcances mais frequentes com a mão preferida. No entanto, esse efeito foi maior para adultos do que para crianças. Considerando a posição do objeto, foi observado que a mão preferida foi menos frequentemente utilizada no lado contralateral em comparação ao lado ipsilateral

e à linha média. Uma particularidade desse estudo foi mostrar que tanto crianças quanto adultos consideraram a complexidade da tarefa antes de escolher a mão a ser utilizada no lado contralateral à mão preferida. Quando o participante deveria utilizar o objeto após alcançá-lo, a mão preferida foi mais frequentemente utilizada, particularmente para a posição contralateral mais próxima à linha média. No entanto, para a posição contralateral mais distante à linha média, alguns participantes utilizaram a mão não-preferida para pegar o objeto, transferindo-o para a mão preferida para completar a tarefa. Esse efeito foi mais forte em adultos. Como conclusão, as evidências relacionadas à disposição espacial do alvo indicam que diferentes comportamentos podem ser observados de acordo com a natureza e complexidade da tarefa e a força da preferência manual. No entanto, de forma geral observa-se que a menor demanda da tarefa induz alcances ipsilaterais com a mão não-preferida, e que frente a tarefas mais complexas a escolha da mão preferida é predominante.

Adicionalmente ao efeito da disposição do alvo, um estudo recente investigou o efeito do reforço positivo na escolha de uma das mãos (STOLOFF et al., 2011). Stoloff et al. manipularam o tamanho do alvo a ser alcançado oferecendo reforço positivo, quanto à probabilidade de sucesso na interceptação de um alvo, para as mãos preferida e não-preferida. Tanto após o aumento de reforço positivo para a mão não-preferida quanto redução do reforço positivo para a mão preferida, observou-se aumento no uso da mão não-preferida. Além disso, os participantes apresentaram tendência à escolha da mão mais bem sucedida, mantendo na próxima tentativa a escolha da mão em caso de acerto ou invertendo a escolha da mão em caso de erro. Como medida complementar, comparou-se o tempo de reação para alcance do alvo em diferentes posições à esquerda, à direita e central (a qual os autores chamaram de posição ambígua). Verificou-se que o tempo de reação foi maior para as posições ambíguas (central ou próxima ao centro) do

que para as posições extremas à direita ou à esquerda. Esses resultados indicam que a escolha da mão é um processo de competição e tomada de decisão, no qual é escolhida a mão que apresenta maior chance de ser bem sucedida.

Diferente do observado para bebês, existem na literatura evidências a favor da modificação da preferência manual em crianças e adultos a partir do treino específico em habilidades manuais. Em crianças de 3 a 4 anos (TEIXEIRA; SILVA; FREITAS, 2010) e adultos (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007), um tempo relativamente curto de prática sistematizada com a mão não-preferida foi mostrado ser capaz de alterar a preferência manual do indivíduo para a tarefa praticada. Teixeira, Silva e Freitas (2010) demonstraram uma mudança na preferência manual em crianças de 3 a 4 anos de idade em tarefas de alcance e preensão após 2 semanas de prática com a mão não-preferida. Além disso, evidências indicam que a preferência manual adquirida após prática unilateral em uma tarefa pode ser generalizada para outras tarefas relacionadas - *princípio de difusão* da preferência manual (TEIXEIRA; SILVA; FREITAS, 2010; TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007). Em atletas, esse efeito é bem evidente. Atletas profissionais, que foram obrigados a dedicar um período do treino para o membro não-preferido, utilizam esse membro com maior frequência do que atletas amadores (STÖCKEL; WEIGELT, 2012), mesmo em tarefas diárias (MAEDA; SOUZA; TEIXEIRA, 2014; MIKHEEV et al., 2002). No entanto, não se sabe o quanto a preferência manual se modifica após cada sessão de prática (daremos a esse efeito o nome de *princípio de amplificação*).

Especificamente em relação ao efeito da prática unimanual em crianças, não encontramos na literatura nenhum outro estudo, além de Teixeira, Silva e Freitas (2010), que tenha realizado experimento semelhante. No entanto, a pressão cultural contra o uso da mão esquerda tem sugerido um efeito da prática com a mão não-

preferida sobre a modificação da preferência manual em crianças (MENG, 2007; PORAC; COREN; SEARLEMAN, 1986; SINGH; MANJARY; DELLATOLAS, 2001). Adicionalmente, Meng (2007) sugere que a preferência manual é mais facilmente modificada em crianças em idade pré-escolar (3-5 anos) do que em idade escolar (8-11 anos).

Duas são as explicações para o forte efeito da prática lateralizada na preferência manual em crianças e adultos (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007). Uma das explicações é que a prática unilateral leva à aprendizagem motora e, assim, ao maior automatismo na realização da tarefa com a mão treinada. Esse automatismo tanto poderia estar relacionado ao maior conforto na utilização de uma das mãos, quanto à vantagem de desempenho. De acordo com Przybyla et al. (2013) a escolha de uma das mãos é consequência da vantagem de desempenho com a mão escolhida (esse aspecto será abordado na próxima seção). A outra explicação é que a prática lateralizada pode estar relacionada ao ganho de confiança na mão usada mais frequentemente, o que explicaria a generalização da preferência manual para tarefas não-treinadas. Nesse caso, a maior confiança em uma das mãos levaria à escolha dessa mão, até mesmo em situações nas quais os indivíduos não apresentam experiência prévia na tarefa. Em uma escala temporal maior, o uso mais frequente de uma das mãos poderia levar à vantagem de desempenho com a mão mais frequentemente escolhida. De acordo com Serrien, Ivry and Swinnen (2006), a lateralização da função motora é consequência de um processo dinâmico no qual alguns fatores interagem ao longo de diferentes linhas de tempo. Em uma escala de tempo curta, o comportamento lateral parece ser influenciado por fatores como atenção e contexto. Em uma escala de tempo média, fatores como aprendizagem modulariam o comportamento lateral. Em uma escala de tempo longa, fatores como envelhecimento, desenvolvimento e níveis elevados de habilidade modulariam o

comportamento motor.

1.2.3 Considerações

Tanto a verificação do efeito da prática sistemática quanto a identificação do efeito da prática espontânea, no início do desenvolvimento da preferência manual, conduzem à conclusão de que a lateralidade não é uma dimensão comportamental rígida, preestabelecida ao nascimento. Da mesma forma que a aprendizagem de novas habilidades motoras promove mudanças na funcionalidade neural (JENKINS et al., 1994), é provável que a prática lateralizada com o membro preferido promova alterações na circuitaria neural envolvida no controle motor, tornando o controle desse membro mais automático. A vantagem de desempenho e facilidade de execução pelo automatismo de controle, assim, poderia induzir o aumento da força de preferência manual ao longo do desenvolvimento. Nesse sentido, a prática lateralizada em tarefas de alcance levaria à preferência manual nessa habilidade. Se a prática no uso de uma das mãos altera a preferência em adultos, que já apresentam consistência na preferência manual, em bebês é provável que essa prática tenha um efeito ainda maior e mais rápido, visto que os sistemas motores e neurais do bebê no primeiro ano de vida encontram-se ‘abertos’ ao processo de aprendizagem e ainda no auge da plasticidade neural (CIRULLI; BERRY; ALLEVA, 2003; PASCALIS et al., 2005). Não se sabe qual seria o efeito da prática sistematizada em crianças entre 8-10 anos.

A partir das evidências apresentadas até aqui, poderia ser hipotetizado que o oferecimento sistemático de objetos em um dos lados do espaço de interação do bebê teria potencial de induzir a realização de movimentos mais frequentes com sua mão ipsilateral. Isto é, uma mãe ou cuidador, por exemplo, que ofereçam frequentemente brinquedos ou outros objetos do lado direito do bebê induziriam o uso mais frequente da

mão direita para alcance e preensão. Visto que a mudança de preferência manual em função de prática unilateral tem sido mostrada ser generalizável para tarefas relacionadas àquela praticada (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007), a prática lateralizada espontânea em tarefas de alcance em fases iniciais do desenvolvimento motor poderia desempenhar o papel de difusor da preferência manual para tarefas variadas de preensão e manipulação. Para testar essa suposição seria necessária a realização de um estudo que controlasse e manipulasse a disposição espacial de objetos no ambiente de interação do bebê. Apesar de evidências sugerirem que experiências sensório-motoras durante o desenvolvimento do bebê produzem um efeito sobre a frequência de uso de cada braço, pouco se sabe sobre o efeito do treino específico do alcance com cada um dos braços sobre a frequência de uso de cada braço nessa população. Evidências desse tipo podem fornecer informações adicionais sobre como se dá o processo de desenvolvimento da lateralidade humana. A literatura científica atual carece de estudos dessa natureza.

1.3 A influência de experiências motoras no desenvolvimento das assimetrias intermanuais de desempenho

As assimetrias intermanuais de desempenho estão relacionadas à diferença de desempenho entre ambos os membros superiores. Comumente, o membro superior preferido apresenta vantagem de desempenho em relação ao membro superior não-preferido, particularmente em adultos (BAGESTEIRO; SAINBURG, 2002; SAINBURG, 2002; SAINBURG; KALAKANIS, 2000). Por isso, supunha-se que as assimetrias intermanuais de desempenho eram inatas ao indivíduo (ANNETT, 1978) e o principal fator determinante da preferência manual (ANNETT, 1978, 1996; para uma discussão mais detalhada sobre essa questão, ver SOUZA; TEIXEIRA, 2011). No entanto, Provins (1997a, b), a partir de uma extensa revisão da literatura, defende a ideia

de que assimetrias laterais de desempenho são específicas à tarefa e nem sempre favoráveis à mão direita. Nestes trabalhos, Provins compilou evidências do importante papel de experiências práticas no estabelecimento de assimetrias de desempenho, o que é contrário ao pensamento dominante de que a lateralidade é fundamentalmente determinada por hereditariedade. Segundo o autor, o potencial de aprendizagem é o mesmo para ambos os membros, o que, em conjunto com a exposição individual a fatores ambientais e a história de uso ou prática com cada mão, seria responsável pela formação e estabelecimento da preferência manual. Nesse sentido, pode-se dizer que o maior uso de uma das mãos, por ganho de confiança no membro mais utilizado, e a consequente prática unilateral podem levar ao aumento das assimetrias intermanuais de desempenho. Todos esses aspectos sugerem que as assimetrias intermanuais de desempenho devem ser consideradas como um aspecto da lateralidade que não está necessariamente vinculado à preferência manual.

1.3.1 Bebês

Souza e Teixeira (2011) apresentaram extensa discussão relacionada a evidências favoráveis a influência de fatores filogenéticos e ontogenéticos sobre o desenvolvimento da preferência manual e das assimetrias intermanuais de desempenho. Neste trabalho é sugerido que predisposições inatas seriam reforçadas ou modificadas pela contínua interação com o ambiente durante o ciclo de vida de um indivíduo. Dessa forma, conforme o bebê utiliza mais uma das mãos por influência do contexto onde está inserido, seria adquirido melhor desempenho motor com essa mão. Corroborando essas sugestões, estudos em bebês têm indicado que essas assimetrias não são inatas, mas surgem no decorrer do desenvolvimento motor do bebê (HOPKINS; RÖNNQVIST,

2002; JACOBSON et al., 2014; MORANGE-MAJOUX; PEZE; BLOCH, 2000; MORANGE; BLOCH, 1996; RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006; SOUZA et al., 2012). Além disso, sugere-se que a modificação das assimetrias intermanuais de desempenho não estão relacionadas ao desenvolvimento e modificação da preferência manual (FAGARD; LEMOINE, 2006). Pelo contrário, as assimetrias seriam formadas no decorrer de uma escala temporal mais longa, emergindo no segundo semestre do primeiro ano de vida do bebê (HOPKINS; RÖNNQVIST, 2002; JACOBSON et al., 2014; MORANGE-MAJOUX; PEZE; BLOCH, 2000; MORANGE; BLOCH, 1996; RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006).

Em um estudo recente, foi investigada a relação entre preferência manual e assimetrias intermanuais de desempenho no alcance de bebês aos 5 meses de idade (SOUZA et al., 2012). A preferência manual foi avaliada por meio da frequência de alcances a alvos localizados na linha média, à direita e à esquerda do bebê. O desempenho foi avaliado a partir de variáveis cinemáticas associadas ao deslocamento da mão de alcance, tais como tempo de movimento, velocidade média, pico de velocidade, índice de retidão, tempo de desaceleração e frequência absoluta de unidades de movimento. Apesar de a maioria dos bebês ter apresentado preferência por uma das mãos para realizar a tarefa de alcançar, o desempenho motor se mostrou predominantemente simétrico. Isto é, parece que aos 5 meses de idade os bebês não apresentam vantagem de desempenho com a mão preferida. Por outro lado, seguindo a mesma linha de investigação, estudos em bebês aos 6 meses ou mais velhos indicaram vantagem do braço direito no alcance (MORANGE-MAJOUX; PEZE; BLOCH, 2000; RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006). Essa vantagem foi evidenciada por menor número de unidades de movimento e maior retidão com o braço direito durante o alcançar (RÖNNQVIST; DÖMELLOF, 2006), características que indicam aprimoramento dessa

habilidade (CARVALHO et al., 2008). Além disso, bebês por volta dos 6 e 7 meses de idade são capazes de adaptar as características do alcance de acordo com a distância do alvo a ser alcançado (VAN WERMESKERKEN et al., 2013). Nesse sentido, fica aparente que pouca prática unimanual espontânea em atividades diárias no início de desenvolvimento das habilidades manuais é suficiente para gerar assimetrias intermanuais de desempenho. Seguindo este pensamento, é possível que as assimetrias intermanuais de desempenho sejam consequência do uso mais frequente de uma das mãos em ações cotidianas.

1.3.2 Crianças e adultos

Apesar de a consistência da preferência manual aumentar com a idade, como citado anteriormente, evidências indicam que assimetrias intermanuais de desempenho tendem a aumentar até 8-9 anos. Entretanto, após essa idade, parece haver um declínio na diferença do desempenho entre as mãos (BRYDEN; ROY, 2005). Adultos demonstram menor diferença no tempo de movimento entre as mãos do que crianças de 3 a 12 anos para realizar a tarefa de *pegboard* proposta por Annett (1970; BRYDEN; ROY, 2005). Esses autores propõem que, durante a infância, o desempenho com a mão preferida melhora em detrimento da mão não-preferida pela necessidade crescente de confiança em uma das mãos para realização de habilidades unimanuais, como escrever. Em adultos, assimetrias intermanuais de desempenho estão relacionadas à tarefa (BOULINGUEZ; NOUGIER; VELAY, 2001; PRZYBYLA et al., 2013; PROVINS, 1997b; STOLOFF et al., 2011) e são dependentes da quantidade de experiência acumulada com cada uma das mãos naquela tarefa específica e em tarefas relacionadas (PROVINS, 1997a, b; TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007).

De fato, tem sido sugerido que a prática específica em habilidades manuais é capaz de alterar as assimetrias intermanuais de desempenho, aumentando ou reduzindo-as de acordo com a habilidade e população treinada (MAEDA; SOUZA; TEIXEIRA, 2014; MIKHEEV et al., 2002; PETERS; IVANOFF, 1999; PROVINS; GLENCROSS, 1968; STÖCKEL; WEIGELT, 2012). Em um estudo recente, foi mostrado que atletas profissionais de basquetebol apresentam nível de proficiência mais elevada com a mão não-preferida quando comparados a jogadores amadores (STÖCKEL; WEIGELT, 2012). Esses resultados corroboram evidências anteriores que sugerem que atletas em modalidades esportivas específicas desenvolvem proficiência bilateral, reduzindo as assimetrias intermanuais de desempenho, a partir do treino com o membro não-preferido (MIKHEEV et al., 2002). Em condições experimentais, em adultos não-atletas foi demonstrado que o treino com o membro não-preferido levou à melhora de desempenho com a mão treinada (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007). No entanto, não foi demonstrada redução das assimetrias intermanuais de desempenho em adultos não-atletas (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007). Em crianças, essa questão parece ainda não ter sido investigada. Como consequência natural do processo de aprendizagem motora, seria esperado um aprimoramento do desempenho na habilidade treinada com a prática.

1.3.3 Considerações

Foi demonstrado que as assimetrias intermanuais de desempenho são crescentes até 8-11 anos e decrescentes após essa idade e que experiências lateralizadas são capazes de formar ou reverter assimetrias intermanuais de desempenho em adultos. Não se sabe, porém, a extensão em que experiências lateralizadas sistematizadas influenciam

o desenvolvimento das assimetrias intermanuais de desempenho em bebês e crianças. Além disso, é válido comparar o efeito de experiências lateralizadas nas assimetrias intermanuais em adultos e crianças em fase de preferência manual consistente, utilizando os mesmos procedimentos experimentais.

Outro aspecto que deve ser destacado para este estudo é que, segundo Przybyla et al. (2013), a vantagem de desempenho influi na seleção da mão para desempenhar uma tarefa motora. Assim, para que essa hipótese seja verdadeira, caso haja uma modificação na preferência manual como consequência da prática e das experiências lateralizadas, essa modificação deverá ser acompanhada por vantagem de desempenho com a mão treinada.

OBJETIVOS GERAIS

2. Objetivos gerais

O presente trabalho foi dedicado a atingir os seguintes objetivos gerais:

- (1) Analisar o efeito de experiências lateralizadas em tarefa de alcançar na preferência manual e desempenho motor na mesma tarefa em bebês.
- (2) Comparar entre adultos e crianças o efeito de prática com a mão não-preferida em tarefas de alcançar/manipular na preferência manual e desempenho motor em tarefa requisitando alcance, transporte e depósito de cartas.

JUSTIFICATIVA

3. Justificativa

As evidências apresentadas aqui indicam que diversos aspectos estão relacionados à escolha de uma das mãos para a realização de tarefas manuais durante o ciclo de vida de um indivíduo. Em estágios iniciais do desenvolvimento motor, durante a emergência do alcançar, é observada uma incidência equivalente entre preferência manual direita e preferência manual esquerda (SOUZA; TUDELLA; TEIXEIRA, 2011). Da mesma forma, durante esse estágio, é observado que a disposição espacial de objetos no espaço de interação do bebê é capaz de induzir o uso da mão ipsilateral ao objeto a ser alcançado (SOUZA; TUDELLA; TEIXEIRA, 2011). Em idades posteriores, ainda durante a infância, é observado que a força da preferência manual apresenta supremacia sobre a proximidade do objeto a ser alcançado (LECONTE; FAGARD, 2006), sugerindo que o efeito de fatores ambientais sobre a formação e estabelecimento da preferência manual é menor conforme o indivíduo adquire maior força na escolha de uma das mãos. Os 10 primeiros anos de vida, em particular, têm se revelado como um período de variabilidade na preferência manual, com preferência manual flutuante até aproximadamente os 2 anos de idade e forte preferência manual entre 8-10 anos (HILL; KHANEM, 2009). Assim, este período parece ser importante na definição da preferência manual durante o ciclo de vida. Quando se investiga o efeito da prática lateralizada sobre a preferência manual, as investigações conduzidas até o momento têm sido predominantemente realizadas em indivíduos adultos. Há escassez de estudos comparando o efeito da prática lateralizada em diferentes idades. Dessa forma, para uma compreensão mais ampla do desenvolvimento da lateralidade humana, seria de interesse científico conhecer o efeito da prática lateralizada sistematizada em diferentes idades durante o ciclo de vida, desde estágios iniciais do desenvolvimento da

lateralidade até estágios nos quais as crianças apresentam forte preferência manual, comparando com a idade adulta.

Experimento 1

O efeito de experiências lateralizadas no alcance em bebês

4. Experimento 1

4.1. *Objetivos específicos*

Este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito a curto-prazo de experiências lateralizadas na habilidade de alcançar e na preferência manual em dois períodos do desenvolvimento: aos 4 meses de idade, quando a preferência manual ainda não está estabelecida, e aos 7 meses de idade, quando a preferência manual já é manifesta.

4.2. *Hipóteses*

- (1) Experiências com a mão não-preferida em bebês levam à reversão da preferência manual original.
- (2) Experiências com a mão não-preferida em bebês levam à melhora de desempenho no alcance com a mão utilizada.
- (3) Bebês aos 4 meses de idade são mais propensos a alterar a preferência manual por experiências com a mão não-preferida do que bebês aos 7 meses de idade.

4.3. Método

4.3.1. Participantes

Participaram deste estudo 20 bebês aos 4,5 meses de idade (M= 4m e 16dias; dp= 5dias) e 19 bebês aos 7 meses de idade (M=7m e 4 dias; dp= 4 dias). Os critérios de inclusão foram os seguintes: ser a termo e saudável, sem histórico de comprometimentos pré, peri e/ou pós-natal que pudessem gerar comprometimentos neuro-psico-sensório-motores. Os bebês foram recrutados utilizando um banco de dados do Departamento de Psicologia, da Universidade do Tennessee, Knoxville, EUA. Os pais dos bebês foram contatados, entre janeiro e agosto de 2012 e maio e junho de 2013, via telefone, e convidados a participar da pesquisa. No total, foram convidados 74 bebês aos 4 meses e 61 bebês aos 7 meses de idade. Dentre os motivos da grande redução entre o número de bebês convidados e o número de bebês que participaram estão falta de interesse ou de disponibilidade dos pais em participar (n=56), não comparecimento à avaliação (n=19), insucesso na avaliação do bebê ou incapacidade do bebê de realizar a tarefa (n=21).

Na primeira visita ao laboratório, os pais dos bebês assinaram um Termo de Consentimento, autorizando a participação do seu (sua) filho (a) na pesquisa. Como recompensa, os pais e bebês receberam o valor de US\$5 por visita ao laboratório, uma foto do bebê por dia de visita e um certificado de participação ao final do experimento. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (n. FWA6629; Anexo A).

4.3.2. Equipamentos

Para a realização do experimento, os bebês foram posicionados em uma cadeira infantil, a qual possui uma faixa elástica que garante suporte para o tronco e permite que braços e pernas movimentem-se livremente (Figura 1).



Figura 1. Ilustração da cadeira infantil com faixa elástica que garante suporte para o tronco e permite que braços e pernas movimentem-se livremente.

Para eliciar os movimentos de alcance, diversos brinquedos pequenos (comprimento: 5-7,5 cm; largura: 4,2-6,5 cm; altura: 3,2-5 cm), de borracha e em formato de animais foram utilizados (Figura 2). Além disso, foi utilizada uma caneca com 2 alças laterais (caneca: 12,5 x 8 x 11 cm, respectivamente).



Figura 2. Brinquedos usados para eliciar o alcance.

Os movimentos dos braços foram registrados pelo Sistema *Flock of Birds* (Ascension Technology Corp., Burlington, VT), que é um sistema eletromagnético no qual sensores são conectados através de um cabo. Para que o sinal seja capturado pelo sistema, o movimento deve ser realizado dentro do raio de 1,20 m do centro do transmissor eletromagnético do sistema. Neste estudo foi feita a aquisição de posição nas coordenadas x , y e z e a frequência de coleta foi 120 Hz. Um sensor de 8 mm de largura (*miniBIRD* modelo 800) foi fixado em cada punho dos bebês, na região dorsal, mais especificamente entre a cabeça do rádio e a ulna.

Duas câmeras digitais convencionais, com frequência de aquisição de imagens de 30 Hz, foram utilizadas para registrar as imagens dos movimentos, a fim de permitir posterior análise dos mesmos. As câmeras foram posicionadas em frente e lateralmente ao bebê, sendo uma do lado esquerdo e outra do lado direito (Figura 3). As imagens das câmeras foram capturadas *online* e simultaneamente, através do equipamento MX-4

DV, e sincronizadas ao Sistema *Flock of Birds*, utilizando o equipamento Horita TG-50 adaptado para o sistema digital.



Figura 3. Ilustração do posicionamento das câmeras (1 e 2), sistema Flock of Birds (3), tela para captura online (4), e equipamento MX-4 DV (5).

4.3.3. *Delineamento experimental e procedimentos*

Este experimento foi realizado no laboratório *Infant Perception-Action* (IPAL), do Departamento de Psicologia, localizado na Universidade do Tennessee, Knoxville/TN, EUA. Para início do experimento, os bebês foram posicionados sentados na cadeira infantil e um sensor foi fixado na região dorsal de cada punho com fita hipoalergênica (Figura 4). Os cabos dos sensores foram fixados ao longo dos braços do

bebê e atrás do assento, a fim de prevenir qualquer obstáculo ao movimento de alcance e ruídos no sinal cinemático.



Figura 4. Ilustração do procedimento experimental. OBS: nesta figura, o bebê encontra-se na segunda sessão experimental.

Os bebês foram testados por dois dias consecutivos, em 3 sessões experimentais por dia, as quais foram realizadas uma seguida da outra. No primeiro dia, o procedimento experimental foi realizado como segue. A primeira sessão, linha de base, correspondeu a 6 tentativas de alcance. Na primeira tentativa uma caneca com duas alças foi oferecida ao bebê, de forma que cada alça correspondeu a um dos lados do corpo do bebê (direito/esquerdo). Nas 5 tentativas subsequentes, brinquedos pequenos em formatos de animais foram oferecidos ao bebê. Nessa sessão, os brinquedos eram posicionados na linha média do corpo do bebê, na altura dos ombros a uma distância correspondente ao comprimento do braço do bebê. O objetivo dessa sessão foi verificar

a mão preferida do bebê para alcançar brinquedos na linha média e definir a preferência manual original (veja apêndice A para ilustração da ficha de avaliação). A mão preferida foi definida como aquela com a qual o bebê realizou o maior número de alcances dentro das 6 tentativas. Nos casos em que houve predominância de alcances bimanuais ou alternância no uso das mãos, a preferência manual foi considerada indefinida. A segunda sessão foi a de experiências lateralizadas. Nessa sessão, um brinquedo era oferecido no lado contralateral ao da mão preferida, a qual foi definida na sessão linha de base. Dez tentativas de alcance foram oferecidas ao bebê tendo como referência a linha do ombro contralateral à mão preferida, a fim de estimular o uso da mão não-preferida. Nos casos em que na linha de base o bebê não demonstrava uma preferência manual clara, o lado de apresentação do brinquedo era escolhido aleatoriamente. A terceira sessão, persistência, foi realizada da mesma forma que a primeira sessão. No entanto, nessa sessão a caneca com as duas alças foi apresentada na última tentativa, em vez de ser apresentada na primeira. Essa sessão teve como objetivo testar se houve efeito das experiências lateralizadas sobre a preferência manual do bebê.

O segundo dia do experimento foi similar ao primeiro, constando das três sessões experimentais. No entanto, independentemente da mão mais utilizada na linha de base, na segunda sessão experimental - experiências lateralizadas -, dez tentativas de alcance foram oferecidas ao bebê tendo como referência a linha do ombro ipsilateral à mão preferida, que foi sempre o lado oposto ao lado de oferecimento do brinquedo no primeiro dia). O objetivo foi avaliar a flexibilidade da preferência manual e das variações de desempenho em função da experiência imediata. As demais sessões foram realizadas como descrito para o primeiro dia.

4.3.4. Análise da preferência manual

A partir da visualização das imagens, foram definidos início e fim do alcance. O início do alcance foi definido quando o bebê localizava o brinquedo no espaço e estendia um ou ambos os braços em direção a ele até tocá-lo. O fim do alcance foi definido como o momento de toque no brinquedo (primeiro quadro da imagem). Alcances bimanuais foram considerados quando os bebês estenderam ambos os braços (com ou sem atraso) na direção do brinquedo (CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006), seguido do toque com uma ou ambas as mãos.

Para fins de classificação e cálculo do escore de preferência manual, as mãos preferida e não-preferida foram definidas de acordo com a mão mais frequentemente usada na linha de base, no primeiro dia. Nos casos em que os bebês utilizaram ambas as mãos durante essa fase, a mão preferida foi considerada aquela oposta ao lado de apresentação do brinquedo no mesmo dia. Essa definição foi feita para permitir o uso de uma classificação única de preferência manual entre os bebês, sem considerar direita ou esquerda.

Para análise da preferência manual, foi calculado um escore de preferência manual variando de 1 a 7. Cada movimento de alcance recebeu o escore da seguinte forma: 1 – alcance unimanual com a mão não-preferida, 2 – alcance bimanual com toque apenas da mão não-preferida, 3 – alcance bimanual com toque de ambas as mãos, sendo a primeira a tocar a mão não-preferida, 4 – alcance bimanual com toque simultâneo de ambas as mãos (diferença máxima de 2 *frames* entre o toque da primeira e da segunda mão), 5 - alcance bimanual com toque de ambas as mãos, sendo a primeira a tocar a mão preferida, 6 - alcance bimanual com toque apenas da mão preferida, 7 -

alcance unimanual com a mão preferida. Após classificar cada tentativa de alcance, foi calculada a mediana de escores para cada sessão experimental e bebê.

Os bebês foram também classificados em subgrupos considerando a força da preferência manual e o lado de experiências lateralizadas. A força da preferência manual foi definida de acordo com o escore mediano da linha de base no primeiro dia: escores de 3,5 a 5,5 foram classificados como preferência manual indefinida; escores iguais ou acima de 6,0 foram classificados como preferência manual forte. Uma vez que os escores foram calculados de acordo com a mão preferida, não houve escores medianos abaixo de 3,5 durante a linha de base no primeiro dia.

4.3.5. *Análise do desempenho motor*

Para análise do desempenho motor, foi utilizado o software Matlab®. Inicialmente, foi utilizada uma rotina para fixar possíveis ruídos – como a ocorrência de um “salto” na frequência dos dados, ou inversão do sinal eletromagnético entre os sensores - nos arquivos do *Flock of Birds*. Após isso, foi utilizada outra rotina para redefinir o início do movimento de cada alcance a partir do gráfico de velocidade instantânea. Para fins da análise cinemática, o início do movimento foi redefinido a partir do momento no qual a velocidade era mínima e houve um aumento da velocidade, sendo que esse momento esteve de acordo com o início do movimento definido visualmente a partir das imagens (CORBETTA; THELEN, 1995). Em seguida, foram calculadas as variáveis de interesse.

Foram analisadas as seguintes variáveis dependentes:

Duração do movimento: intervalo de tempo entre o início e o final do movimento de alcance.

Índice de retidão: razão entre o deslocamento total e a distância entre a posição inicial da mão e a posição do brinquedo.

Velocidade média: razão entre o deslocamento total e a duração do movimento.

Velocidade máxima: maior velocidade no decorrer do movimento.

Velocidade no toque: velocidade no momento do toque no brinquedo.

Tempo relativo para a velocidade máxima: intervalo de tempo entre o início do movimento e o momento no qual ocorreu a velocidade máxima, normalizado em porcentagem.

Distância para a velocidade máxima: distância entre o início do movimento e o momento no qual ocorreu a velocidade máxima, normalizado em porcentagem.

Frequência absoluta de unidades de movimento: calculada como a frequência de picos entre dois vales na curva de velocidade instantânea, com diferenças entre o pico e os vales maior do que 0,5 cm/s (CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006).

4.3.6. Análise estatística

O efeito das experiências lateralizadas foi testado comparando os escores medianos de preferência manual entre as fases experimentais pelo teste pareado de

Wilcoxon, para cada dia. Comparações entre grupos de idade, força de preferência manual e lado de experiências lateralizadas foi feita através do teste de Mann-Whitney. Por fim, comparações dos escores medianos de preferência manual entre as fases entre os dias 1 e 2, foi feita através do teste pareado de Wilcoxon, para cada grupo etário.

A análise do desempenho motor foi realizada por meio do teste de Wilcoxon, comparando os valores médios entre a linha de base e persistência separadamente para a mão preferida e não-preferida em ambos os dias de experimento.

4.4. Resultados

4.4.1. Preferência manual

Apesar de a maioria dos bebês terem respondido às experiências lateralizadas, três deles (2 aos 4 meses, 1 aos 7 meses) permaneceram usando a mão preferida mesmo quando o brinquedo foi apresentado no lado oposto, durante a fase de experiências lateralizadas. Para evitar erros de interpretação, foram feitas análises estatísticas com e sem esses bebês. Visto que os resultados significantes foram os mesmos, foram mantidos todos os bebês nas análises. Além disso, um bebê aos 4 meses não compareceu ao segundo dia de experimento, mas seus dados foram incluídos nas análises do primeiro dia.

4.4.1.1. *Comparações entre as fases*

Dia 1

Foram encontradas diferenças significantes entre todas as fases aos 4 e 7 meses de idade. Para os bebês aos 4 meses, as diferenças foram: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,74$, $p<0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,55$, $p<0,001$; linha de base x persistência, $Z=-2,66$, $p=0,006$. Para os bebês aos 7 meses, as diferenças foram: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,75$, $p<0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,53$, $p<0,001$; linha de base x persistência, $Z=-2,31$, $p=0,018$. Aos 4 e aos 7 meses, os bebês apresentaram escores de preferência manual mais baixos na fase de experiências lateralizadas do que na linha de base e persistência, e escores mais baixos no teste de persistência em comparação à linha de base (Figura 5A).

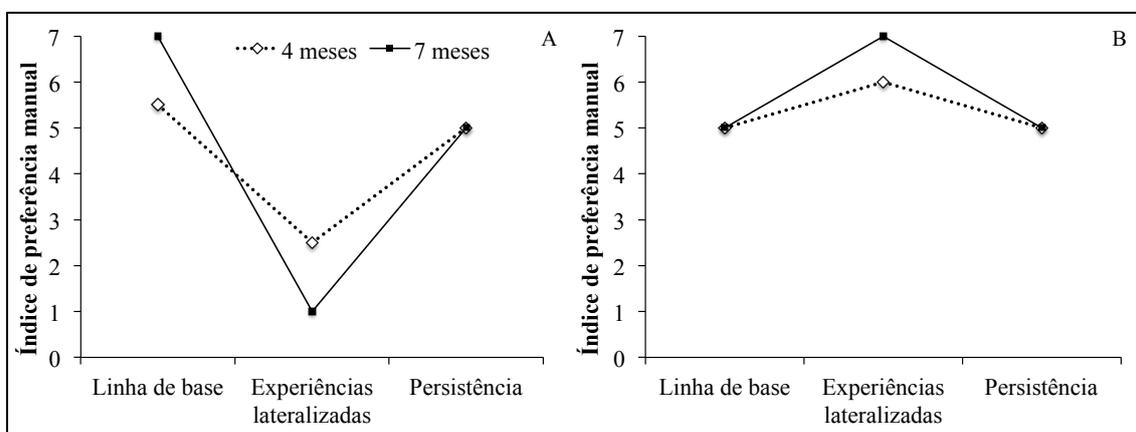


Figura 5. Índices medianos de preferência manual para os bebês de 4 e 7 meses de idade durante a linha de base, a fase de experiências lateralizadas e persistência, para os dias 1 (A) e 2 (B).

Considerando a força de preferência manual, o grupo de bebês com forte preferência manual (n=21; 9 bebês aos 4 meses e 12 aos 7 meses) demonstrou diferenças significantes entre as fases: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,74$, $p<0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,63$, $p<0,001$; linha de base x persistência, $Z=-3,09$, $p=0,001$. Este grupo apresentou escores de preferência manual mais baixos para a fase de experiências lateralizadas em comparação à linha de base e persistência, e para persistência em comparação à linha de base (Figura 6A). O grupo com preferência manual indefinida (n=18; 11 bebês aos 4 meses e 7 aos 7 meses) demonstrou diferenças entre linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,74$, $p<0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,49$, $p<0,001$. Este grupo apresentou escores de preferência manual mais baixos para a fase de experiências lateralizadas do que na linha de base e na persistência (Figura 6A).

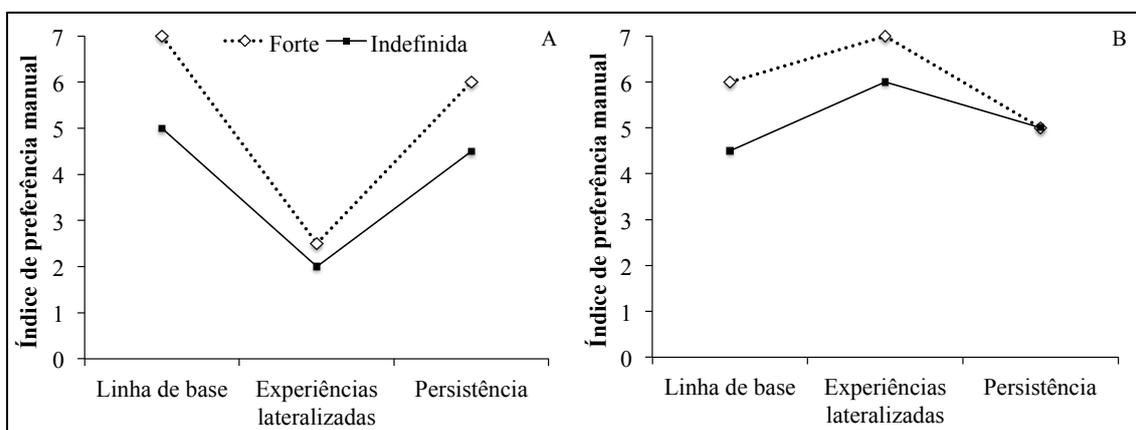


Figura 6. Índices medianos de preferência manual para os grupos de preferência manual forte e indefinida durante a linha de base, a fase de experiências lateralizadas e persistência, para os dias 1 (A) e 2 (B).

Dia 2

Para o segundo dia de experimento, as análises demonstraram diferenças significantes aos 4 e 7 meses. Para os bebês aos 4 meses, as diferenças foram: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,05$, $p=0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,42$, $p<0,001$. Para os bebês aos 7 meses, as diferenças foram: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,30$, $p<0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-2,94$, $p=0,001$. Escores de preferência manual foram mais altos durante a fase de experiências lateralizadas em comparação com a linha de base e persistência aos 4 e 7 meses (Figura 5B). Não foram encontradas diferenças entre linha de base e persistência.

Considerando a força da preferência manual, as comparações entre as fases mostraram diferenças similares para ambos os grupos. Para o grupo com forte preferência manual ($n=21$), as diferenças foram: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,04$, $p=0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,19$, $p<0,001$. Para o grupo com preferência manual indefinida ($n=17$), as diferenças foram: linha de base x experiências lateralizadas, $Z=-3,30$, $p<0,001$; experiências lateralizadas x persistência, $Z=-3,19$, $p<0,001$. Escores de preferência manual foram mais altos durante a fase de experiências lateralizadas em comparação com a linha de base e persistência para ambos os grupos (Figura 6B).

4.4.1.2. *Comparações entre grupos*

Dia 1

Comparações entre os grupos etários demonstraram que aos 7 meses os bebês foram mais afetados pelas experiências lateralizadas do que aos 4 meses, com diferenças significantes na fase de experiências lateralizadas, $Z=-2,12$, $p=0,034$, mas não nas outras fases (Figura 5A).

Comparações entre os grupos de preferência manual forte e indefinida mostraram diferenças significantes para a linha de base, $Z=-5,48$, $p<0,001$, e persistência, $Z=-2,93$, $p=0,003$, mas não para a fase de experiências lateralizadas, $Z=-1,60$, $p=0,112$. Os bebês com preferência manual forte apresentaram preferência manual mais consistente em comparação aos bebês com preferência manual indefinida na linha de base e na persistência (Figura 6A).

Considerando o lado de apresentação do brinquedo na fase de experiências lateralizadas, comparações entre os grupos do lado direito ($n=13$; 6 bebês aos 4 meses de idade, 7 bebês aos 7 meses de idade) e do lado esquerdo ($n=26$; 14 bebês aos 4 meses de idade, 12 aos 7 meses de idade) revelaram diferenças significantes para a linha de base, $Z=-2,59$, $p=0,009$. Durante esta fase, o grupo submetido a experiências lateralizadas no lado esquerdo apresentou escores de preferência manual mais altos em comparação ao grupo submetido a experiências lateralizadas no lado direito (Figura 7A).

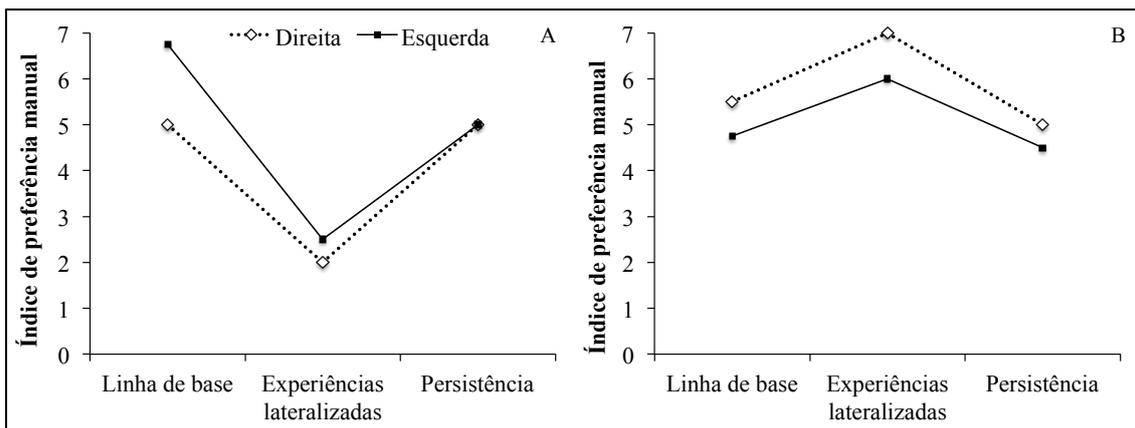


Figura 7. Índices medianos de preferência manual para os grupos de bebês que tiveram experiências lateralizadas do lado direito e esquerdo durante a linha de base, a fase de experiências lateralizadas e persistência, para os dias 1 (A) e 2 (B).

Dia 2

Comparações entre os grupos etários não revelaram diferenças significantes no segundo dia.

Comparações entre os grupos de preferência manual forte e indefinida demonstraram diferenças significantes para a linha de base, $Z=-2,86$, $p=0,004$, e para a fase de experiências lateralizadas, $Z=-2,43$, $p=0,029$, mas não para a persistência, $Z=-1,12$, $p=0,27$. O grupo de preferência manual forte apresentou escores de preferência manual mais altos em comparação ao grupo de preferência manual indefinida na linha de base e na fase de experiências lateralizadas (Figura 6B).

Comparações entre o grupo submetido a experiências lateralizadas do lado direito ($n=26$; 14 bebês aos 4 meses, 12 bebês aos 7 meses) e aquele submetido do lado

esquerdo (n=13; 6 bebês aos 4 meses, 7 bebês aos 7 meses) não revelaram diferenças significantes.

4.4.1.3. *Comparações entre os dias*

Comparações dos escores de preferência manual entre o dia 1 e o dia 2 mostraram diferenças significantes. Os bebês aos 4 meses demonstraram diferenças significantes para fase de experiências lateralizadas, $Z=-3,63$, $p<0,001$. Foram encontradas tendências de diferenças para a persistência (dia 1) x linha de base (dia 2), $Z=-2,03$, $p=0,051$; linha de base (dia 1) x persistência (dia 2), $Z=-1,96$, $p=0,053$. Como ilustrado na figura 5, este grupo apresentou escores de preferência manual mais altos para a fase de experiências lateralizadas (dia 2) em comparação com a fase de experiências lateralizadas (dia 1), para a linha de base (dia 2) em comparação com a persistência (dia 1), e para a linha de base (dia 1) em comparação com a persistência (dia 2). Os bebês de 7 meses demonstraram diferenças significantes para linha de base (dia 1) x linha de base (dia 2), $Z=-2,23$, $p=0,024$, e para a fase de experiências lateralizadas (dia 1) x fase de experiências lateralizadas (dia 2), $Z=-3,80$, $p<0,001$. Este grupo apresentou escores de preferência manual mais altos para a linha de base (dia 1) em comparação com a linha de base (dia 2), e para a fase de experiências lateralizadas (dia 2) em comparação com a fase de experiências lateralizadas (dia 1).

4.4.2. Desempenho motor

Em relação ao primeiro dia, comparações dos valores médios de cada variável cinemática não indicaram diferenças significantes entre a linha de base e persistência para a mão preferida e não-preferida dos bebês aos 4 meses e para a mão não-preferida dos bebês aos 7 meses. Foram encontradas diferenças entre a linha de base e persistência para a mão preferida dos bebês aos 7 meses nas seguintes variáveis cinemáticas: duração do movimento ($Z=3,39$, $p=0,001$), velocidade no toque ($Z=2,77$, $p=0,006$), velocidade média ($Z=3,29$, $p=0,001$), velocidade máxima ($Z=2,49$, $p=0,013$), tempo para a velocidade máxima ($Z=2,11$, $p=0,035$) e frequência absoluta de unidades de movimento ($Z=2,82$, $p=0,005$) (veja a tabela 1 para valores médios e desvio padrão).

Tabela 1. Médias e desvio-padrão das variáveis cinemáticas com a mão preferida, que apresentaram diferenças significativas entre linha de base e persistência, dos bebês aos 7 meses.

	Linha de base		Persistência	
	Média	d.p.	Média	d.p.
Duração do movimento (s)	1,06	0,20	0,81	0,24
Velocidade no toque (cm/s)	5,36	4,50	9,61	8,32
Velocidade média (cm/s)	11,45	5,73	15,44	8,56
Velocidade máxima (cm/s)	28,70	10,97	36,61	17,05
Tempo para velocidade máxima (%)	37,87	11,11	47,13	15,15
Unidades de movimento (n)	3,97	1,08	3,16	1,29

Em relação ao segundo dia, foram encontradas apenas diferenças para a mão preferida entre a linha de base e a persistência. Aos 4 meses, houveram diferenças nas

variáveis tempo para a velocidade máxima ($Z=2,33$, $p=0,020$) e distância para a velocidade máxima ($Z=2,22$, $p=0,026$). O tempo para a velocidade máxima foi maior na persistência ($M=53,52\%$, $dp=17,90$) do que na linha de base ($M=40,62\%$, $dp=16,16$). A distância para a velocidade máxima foi maior na persistência ($M=55,75\%$, $dp=12,07$) do que na linha de base ($M=44,65\%$, $dp=13,35$). Aos 7 meses, foi encontrada diferença apenas para a variável velocidade no toque ($Z=2,04$, $p=0,041$). A velocidade no toque foi maior na persistência ($M=12,30$ cm/s, $dp=5,81$) do que na linha de base ($M=7,50$ cm/s, $dp=5,29$). Não foram encontradas diferenças para a mão não-preferida em ambos os grupos.

4.5. *Discussão*

O objetivo deste experimento foi testar o efeito a curto-prazo de experiências lateralizadas sobre a preferência manual e o desempenho motor no alcançar em bebês aos 4 e 7 meses de idade. Tendo em vista que estudos prévios indicam que o comportamento lateralizado de bebês é consequência da interação entre organismo, ambiente e tarefa (FAGARD, 2013; SOUZA et al., 2012), foi elaborado um desenho experimental ecológico a fim de investigar a influência do ambiente sobre a formação da preferência manual. A disposição ambiental de alvos a serem alcançados no espaço de interação do bebê foi manipulada, simulando uma situação que poderia ser real na vida de um bebê. Sabendo que bebês tendem a usar a mão ipsilateral para alcançar objetos posicionados lateralmente (MORANGE; BLOCH, 1996; RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006; SOUZA et al., 2012), a principal proposta deste experimento foi testar o quanto o oferecimento de brinquedos mais frequentemente em um dos lados do corpo do bebê poderia influenciar a frequência de uso de cada mão, especialmente após

os bebês terem adquirido experiências lateralizadas e o brinquedo ter sido imediatamente colocado em uma posição central. Como esperado, a maioria dos bebês realizou alcances ipsilaterais durante a fase de experiências lateralizadas, tanto com a mão preferida, quanto com a mão não-preferida. Isso significa que, inicialmente, quando o brinquedo foi posicionado no lado contralateral à mão preferida, os bebês utilizaram a mão não-preferida, e o oposto ocorreu no segundo dia de experimento. Esse resultado em particular mostra que a estratégia experimental de promover o uso do braço não-preferido para alcançar foi bem-sucedida. Como efeito posterior das experiências lateralizadas, os resultados mostraram que os bebês apresentaram aumento na frequência de uso do braço não-preferido, e esse efeito foi persistente. A análise do desempenho motor, por outro lado, não revelou resultados coerentes com o efeito das experiências lateralizadas.

4.5.1. Preferência manual

Apesar de ambos os grupos etários terem respondido às experiências lateralizadas, os bebês aos 7 meses mostraram uma frequência mais alta de uso da mão não-preferida durante a fase de experiências lateralizadas. Esse foi um resultado inesperado, visto que foi hipotetizado que os bebês aos 4 meses seriam mais responsivos às experiências lateralizadas. Uma análise detalhada dos dados mostra que os valores de índice mediano de preferência manual para ambos os grupos indicam predominância de alcances bimanuais para os bebês aos 4 meses, visto que o índice mediano esteve próximo a 3 – índice que representa alcance bimanual com toque de ambas as mãos, sendo a primeira a tocar a mão não-preferida. Aos 7 meses, o índice mediano de preferência manual igual a 1 indica que a mão não-preferida foi

predominantemente usada em alcance unimanual. Portanto, parece que a diferença entre os grupos etários se deve ao fato de os bebês aos 4 meses terem realizado mais alcances bimanuais durante essa fase do que os bebês aos 7 meses. Devido a isso, o índice de preferência manual para o primeiro grupo foi maior do que para o segundo grupo, indicando o maior uso da mão não-preferida pelo segundo grupo. Sugere-se que os bebês passam a utilizar mais a mão não-preferida do que a mão preferida quando eles percebem que usar a mão não-preferida é mais vantajoso, em termos de alcançar o objetivo da tarefa (RAT-FISCHER; O'REGAN; FAGARD, 2013). Rat-Fischer, O'Regan e Fagard (2013) testaram bebês entre 16 e 22 meses em uma tarefa de manipulação de uma ferramenta que deveria ser utilizada para alcançar um objeto distante. Fazendo um paralelo com o estudo de Rat-Fischer, é provável que aos 7 meses os bebês tenham utilizado mais a mão não-preferida do que a preferida por perceberem que essa escolha oferece maior facilidade de execução. Aos 4 meses, por outro lado, poder-se-ia supor que os bebês ainda não conseguem perceber a vantagem dessa escolha, mantendo o uso da mão preferida, apesar de predominantemente em alcances bimanuais e em uma frequência menor do que na linha de base. Isso pode ser devido ao fato de os bebês aos 7 meses serem mais experientes na habilidade de alcançar, e por isso se adaptarem mais facilmente às variações do contexto (como sugerido por CARVALHO et al., 2008). Esses resultados indicam uma diferença de comportamento entre os bebês, com os bebês aos 7 meses apresentando quase exclusivamente alcances ipsilaterais com a mão não-preferida e os bebês aos 4 meses utilizando ambas as mãos quando um brinquedo é oferecido lateralmente.

O maior uso da mão não-preferida durante as experiências lateralizadas pelos bebês aos 7 meses não levou a diferenças significantes entre as idades após essa fase. Após as experiências lateralizadas com a mão não-preferida ambos os grupos etários

aumentaram o uso dessa mão em comparação com a linha de base. Esses resultados indicam que a indução de alcances repetidos lateralmente com a mão não-preferida leva a mudanças imediatas na preferência manual do bebê. Estudos prévios em bebês sugerem que experiências sensório-motoras promovidas pela maior visualização de uma das mãos, devida à preferência de orientação da cabeça para um dos lados, leva à preferência pela mão ipsilateral imediatamente (CORYELL; MICHEL, 1978; MICHEL; HARKINS, 1986) e alguns anos mais tarde (MICHEL; HARKINS, 1986). Além disso, foi demonstrado que o perfil lateral em cada fase da vida do bebê está relacionado com as habilidades motoras emergentes naquele período (ATUN-EINY et al., 2013; CORBETTA; BOJCZYK, 2002; CORBETTA; WILLIAMS; SNAPP-CHILDS, 2006). Ou seja, se a mão direita representa papel principal para a habilidade motora emergente, o alcance manual será realizado mais frequentemente com a mão direita, e vice-versa. Dessa forma, o presente estudo traz evidências adicionais de que a preferência manual no bebê é influenciada por experiências sensório-motoras. Mais especificamente, características ambientais parecem ser importantes moduladores da preferência manual.

Considerando cada grupo etário separadamente, resultados mostraram que aos 4 meses de idade os bebês reduziram a frequência de uso da mão preferida entre a linha de base no primeiro dia e a persistência no segundo dia. Os bebês aos 7 meses, por outro lado, mudaram o comportamento lateralizado entre a linha de base no primeiro dia e a linha de base no segundo dia, aumentando a frequência de uso da mão não-preferida. E para ambos os grupos não foi encontrada diferença de comportamento lateral entre a persistência no primeiro dia e a linha de base no segundo dia. Ou seja, os bebês mostraram aumento do uso da mão não-preferida no primeiro dia, e quando a preferência manual foi reavaliada no segundo dia, o comportamento lateral havia sido mantido. Esses resultados mostram um efeito prolongado das experiências lateralizadas

com a mão não-preferida, indicando o quão maleável a preferência manual do bebê é nesse período da vida e demonstrando que pouca experiência lateralizada é suficiente para estimular o uso mais frequente de uma das mãos. Fazendo um paralelo com estudos em animais demonstrando que a preferência por uma das patas é formada a partir da indução do uso de uma das patas em ambiente assimetrizado (MARCHANT; MCGREW, 1996; MARCHANT; MCGREW, 2013; MCGREW; MARCHANT, 2001; WARREN, 1958), os resultados do presente estudo indicam que a interação com o ambiente é um dos moduladores da preferência manual também em bebês. Uma vez que foi demonstrado aqui que o efeito imediato das experiências lateralizadas em bebês é persistente, poder-se-ia supor que a indução contínua de uso de uma das mãos pelo bebê levaria ao estabelecimento da preferência manual. Nesse sentido, como proposto, no dia-a-dia o oferecimento de brinquedos em um dos lados do bebê poderia ser um fator influenciando a formação da preferência manual.

Como um aspecto adicional deste estudo, foi avaliado se a força da preferência manual poderia diferenciar as respostas entre os bebês. Os resultados mostraram que tanto os bebês com preferência manual forte quanto os bebês com preferência manual indefinida responderam às experiências lateralizadas usando a mão não-preferida no primeiro dia. No entanto, apenas o grupo de bebês com preferência manual forte manteve o uso da mão não-preferida, imediatamente após as experiências lateralizadas, mostrando uma persistência do efeito das experiências lateralizadas. Esses resultados indicam que os bebês com preferência manual forte tendem a escolher mais consistentemente entre uma das mãos, e quando estimulados por experiências lateralizadas modificam a preferência de acordo com as experiências. Os bebês com preferência manual indefinida, por outro lado, mantêm a inconsistência na escolha de uma das mãos quando o alvo de alcance volta a ser apresentado na linha média.

Alguns bebês utilizaram quase exclusivamente a mão preferida, mesmo quando o brinquedo era posicionado contralateralmente. Menos de 10% dos bebês apresentaram esse comportamento. Nesses poucos casos, as experiências lateralizadas não afetaram a frequência de uso de cada mão. Esses resultados sugerem que, assim como observado em adultos (BISHOP et al., 1996), entre os bebês também existem aqueles que utilizam exclusivamente uma das mãos. Visto que estudos em bebês normalmente avaliam a preferência manual do grupo de bebês e não de casos individuais, mais pesquisas são necessárias para indicar se a exclusividade no uso de uma das mãos por minoria dos indivíduos é definida desde períodos iniciais da infância.

A modificação da preferência manual como consequência de experiências lateralizadas fornecem evidências favoráveis à proposição de que a preferência manual é formada a partir do acúmulo de experiências sensório-motoras com cada membro. Nesse sentido, assim como a assimetriação do ambiente levou à formação da preferência manual em animais, é provável que a assimetriação do ambiente do bebê tenha efeito sobre a modulação da preferência manual. Retomando a proposição de Fagard (2013) de que fatores intrínsecos e extrínsecos interagem para o estabelecimento da preferência manual, mesmo que inicialmente haja uma assimetria estrutural, é provável que o ambiente seja capaz de reforçar ou modificar essa assimetria.

4.5.2. Desempenho motor

Ao contrário do que tem sido encontrado em crianças e adultos, este experimento resultou em modificação de parâmetros cinemáticos, como aumento da velocidade e redução do tempo e número de unidades de movimento, no alcance em

bebês. Apesar de as experiências lateralizadas com a mão não-preferida terem levado ao aumento da frequência de uso dessa mão, foi observada modificação do desempenho com a mão originalmente preferida. Dessa forma, as modificações não foram coerentes com o efeito das experiências lateralizadas sobre a preferência manual. Poderíamos supor que houve uma transferência interlateral de aprendizagem em função das experiências lateralizadas com a mão não-preferida, como já observado em indivíduos adultos (LAVRYSEN et al., 2003; PARLOW; KINSBOURNE, 1990). Embora não exista nenhuma evidência de transferência intermanual de aprendizagem no alcance em bebês, a transferência intermanual, considerando textura e forma de um objeto, já foi observada em recém-nascidos (SANN; STRERI, 2008). No entanto, para considerar a possibilidade de transferência intermanual de aprendizagem, em primeiro lugar deveria ter sido observada modificação no desempenho da mão não-preferida como efeito das experiências lateralizadas. Visto que isso não foi observado, é mais racional supor que as modificações nos parâmetros cinemáticos com a mão preferida não tenha sido consequência das experiências lateralizadas no lado oposto.

Em uma análise detalhada das modificações nos parâmetros cinemáticos, foi observado um aumento da velocidade de contato com o brinquedo, o que levou à redução do tempo de movimento e do número de unidades de movimento com a mão preferida. É provável que o aumento da velocidade de contato tenha ocorrido devido ao aumento da excitação do bebê frente à possibilidade de usar novamente a mão preferida. Apesar de não haverem relatos científicos sobre isso, durante a interação com o bebê é observado que eles ficam mais excitados com o tempo, interagindo com brinquedos que eles gostam. Dessa forma, é provável que eles intensifiquem a atividade motora, resultando no bater no objeto (CAMPOS et al., 2013). Além disso, é possível que após algumas tentativas os bebês se habituaram à tarefa e aos brinquedos e começaram a

explorar os brinquedos de outra forma. Assim, os bebês começaram a brincar com o brinquedo batendo nele, em vez de buscar contato para manipulação. Campos et al. (2013) sugerem que as habilidades exploratórias melhoram com a melhora dos parâmetros do alcance. No presente estudo, a mudança de comportamento aconteceu apenas para os bebês aos 7 meses, os quais apresentam melhor controle do movimento de alcançar (VON HOFSTEIN, 1991) e estão em processo de desenvolvimento das assimetrias intermanuais de desempenho (HOPKINS; RÖNNQVIST, 2002; JACOBSON et al., 2014; MORANGE-MAJOUX; PEZE; BLOCH, 2000; MORANGE; BLOCH, 1996; RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006). Nesse sentido, considerando que a mão preferida apresenta melhor controle do movimento de alcance em relação à mão não-preferida a partir dos 6 meses (MORANGE-MAJOUX; PEZE; BLOCH, 2000; MORANGE; BLOCH, 1996; RÖNNQVIST; DOMELLÖF, 2006), é possível que aos 7 meses o bebê tenha maior facilidade em se adaptar a diferentes habilidades exploratórias com a mão preferida.

Os resultados relacionados ao desempenho motor foram contrários ao esperado. Nossa hipótese era de que as experiências sensório-motoras levariam à melhora de desempenho com a mão mais frequentemente usada. É provável que um curto período de experiências lateralizadas não seja capaz de levar a essas alterações, sendo necessário um período de prática mais longo. Investigações futuras são necessárias a fim de determinar quanto tempo de experiências lateralizadas é necessário para levar a modificações no desempenho motor em bebês.

Em conclusão, foi evidenciado que uma modificação no ambiente pode induzir maior frequência de uso de uma das mãos em bebês aos 4 e 7 meses de idade e esse efeito persiste após as experiências lateralizadas. Por outro lado, a quantidade de

experiências lateralizadas neste estudo não foi suficiente para levar à melhora no desempenho motor com a mão não-preferida.

EXPERIMENTO 2

Efeito de prática lateralizada na preferência manual e no desempenho

motor em crianças e adultos

5. Experimento 2

5.1. *Objetivos específicos*

Os objetivos do presente estudo foram avaliar o efeito da prática com a mão não-preferida na tarefa de alcançar sobre (a) preferência manual e (b) assimetrias intermanuais de desempenho, comparando crianças de 8 a 10 anos e adultos.

5.2. *Hipóteses*

- (1) Prática com a mão não-preferida em tarefas variadas de alcançar/manipular induz maior frequência de uso da mão não-preferida em tarefa distinta de alcançar/manipular .
- (2) Adultos são mais susceptíveis do que crianças ao efeito de prática com a mão não-preferida sobre a frequência de uso das mãos.
- (3) Prática com a mão não-preferida em tarefas variadas de alcançar/manipular leva à redução de assimetrias intermanuais de desempenho em tarefa distinta de alcançar/manipular.
- (4) O efeito da prática com a mão não-preferida sobre a preferência manual é maior para tarefas simples do que para tarefas complexas.

5.3. Método

5.3.1. Participantes

Dezoito crianças (8 a 10 anos de idade, $M=9,2$ anos; 9 meninas) e 18 universitários (18 a 28 anos de idade, $M=22,5$ anos; 11 mulheres) participaram neste estudo. Os participantes possuíam preferência manual direita declarada e disponibilidade para participar de todas as sessões de teste e das sessões de prática caso fossem selecionados para o grupo experimental. Adultos e crianças foram recrutados na Escola de Educação Física e Esporte, sendo que a maioria das crianças foi recrutada no Programa Esporte e Talento, ambos localizados na Universidade de São Paulo, campus São Paulo. Os adultos e os pais das crianças assinaram um termo de consentimento para participação no estudo (Apêndices B e C). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética (n. 361/2010; Anexo B).

5.3.2. Tarefas e equipamentos

A tarefa probatória consistiu em alcançar, agarrar, transportar e depositar cartas de baralho sobre uma mesa. As cartas foram colocadas na orientação vertical, apoiadas em um suporte, em sete posições em relação ao espaço egocêntrico dos participantes: linha sagital mediana, três posições à esquerda e três posições à direita, com intervalos de 30° entre elas e distância de 25 cm da borda da mesa. Da esquerda para a direita os alvos foram numerados de 1 a 7, sendo o número 4 o alvo central. Assim, foi avaliada a frequência de uso das mãos em todo o espaço frontal, abrangendo desde a extrema esquerda à extrema direita (amplitude de 180°). Esta tarefa foi variada em função da complexidade. Na versão simples, os participantes deveriam alcançar e deitar a carta

sobre a mesa, ao lado de sua posição original. Na versão complexa, os participantes deveriam pegar a carta, transportá-la e inseri-la em uma urna, com ranhura de abertura igual a 3 mm, colocada na linha média próxima ao participante. A urna ficava posicionada no centro da mesa, a uma distância de 12 cm de sua borda proximal; a ranhura tinha orientação paralela ao plano frontal do participante (Figura 8).

Para avaliação do desempenho motor, as cartas foram posicionadas a 45, 90 e 135 graus e distância de 20 cm em relação ao centro da ranhura (urna). Para essa avaliação foi realizada apenas a tarefa complexa (Figura 8B). Os participantes eram orientados a segurar a carta na borda látero-superior, previamente definida e marcada com fita adesiva colorida, de modo a permitir que o marcador refletivo fosse identificado pelas câmeras durante todo o movimento. Essa posição foi igual para todos os participantes. Essa avaliação foi realizada após a avaliação da preferência manual. Para análise cinemática, marcadores refletivos foram fixados às falanges distais do polegar e dedo indicador, e no centro da articulação radio-cárpica de ambas as mãos do participante.

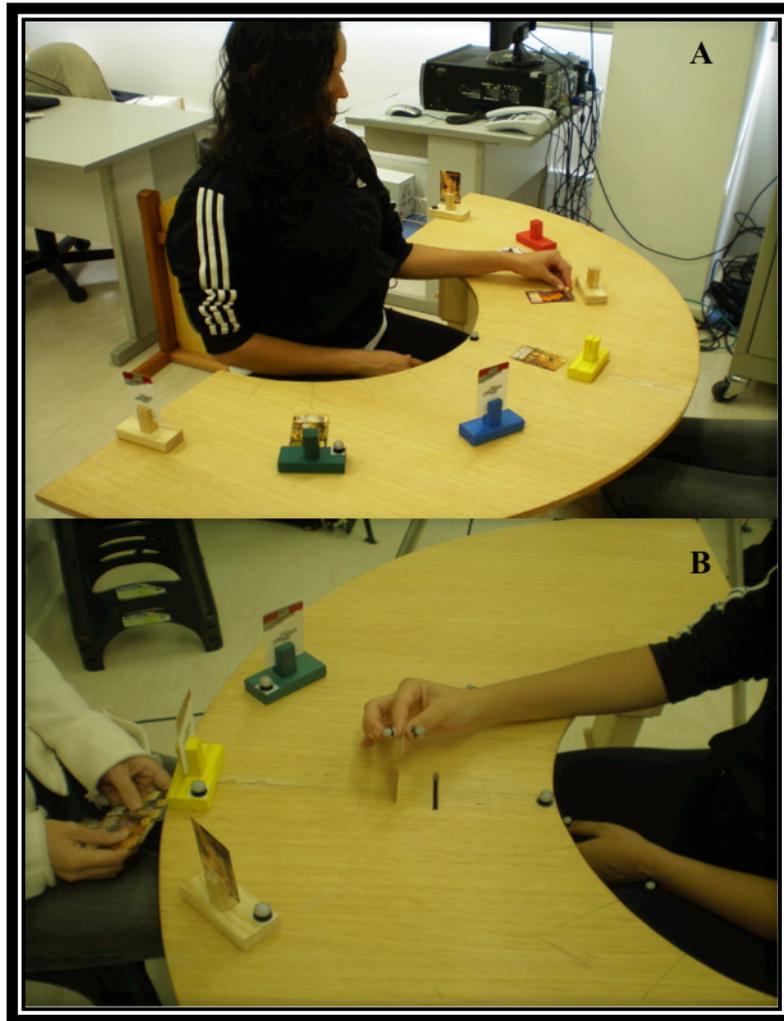


Figura 8. Ilustração das tarefas simples (A) e complexa (B) para avaliação da preferência manual (A) e desempenho motor – análise cinemática (B).

A tarefa específica consistiu em mover peças sobre dois tabuleiros de jogo de trilha (Figura 9). Duas peças eram posicionadas no lado contralateral e duas no lado ipsilateral à mão preferida para início da tarefa. As peças deveriam ser movidas no eixo sagital de proximal para distal (componente simples da tarefa) e da posição distal deveriam ser empilhadas em uma posição central no tabuleiro (componente complexo

da tarefa). Esta tarefa foi empregada para avaliar a preferência manual em cada sessão de treinamento – teste do *princípio da amplificação* -, e foi treinada em todas as sessões.

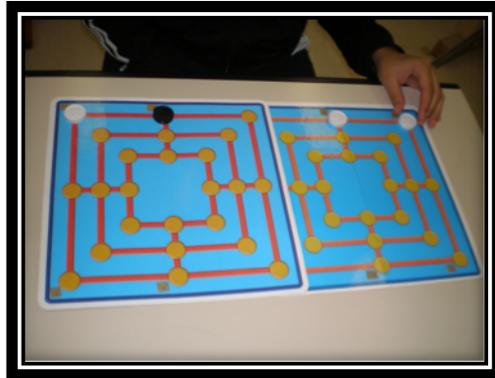


Figura 9. Ilustração do início da tarefa específica. Peças de trilha em posição proximal.

As tarefas de prática consistiram em mover peças sobre dois tabuleiros de jogo de trilha (tarefa específica), empilhar cubos e peças de trilha, encaixe de peças pequenas (jogo “*resta I*”), virar cartas deitadas sobre a mesa, perseguir um alvo móvel na tela de um computador usando mouse, contornar desenho de estrela no computador usando o mouse e jogo de varetas (Figura 10).

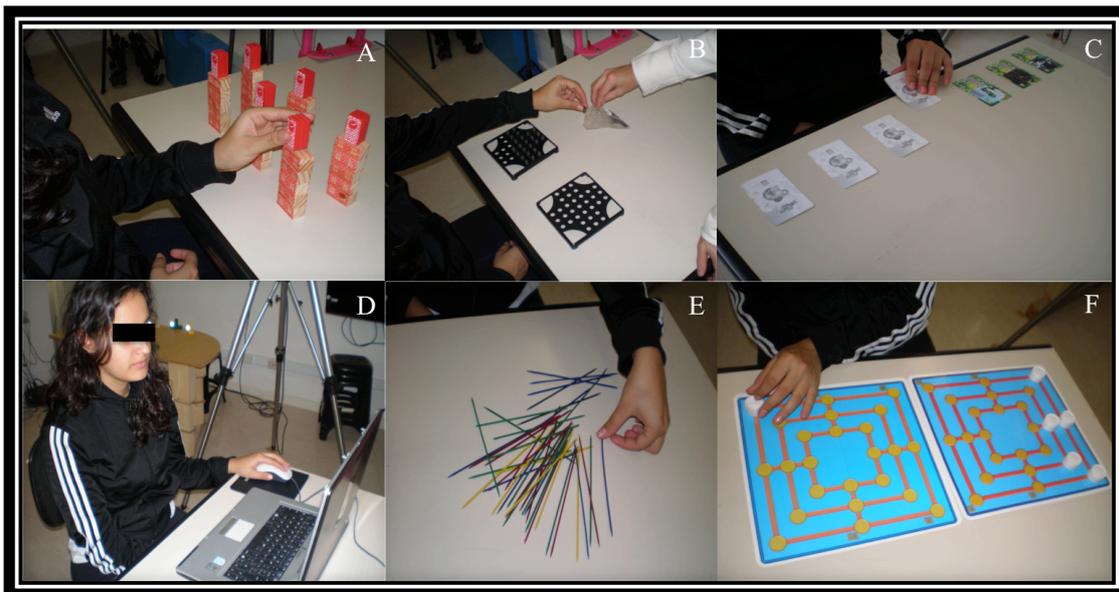


Figura 10. Tarefas de prática: empilhar cubos (A), encaixe de peças pequenas em tabuleiro de *resta 1* (B), virar cartas deitadas sobre a mesa (C), perseguição de alvo e contorno de desenho usando mouse (D), jogo de varetas (E) e empilhar peças de trilha (F).

As tarefas de transferência consistiram em arremessar uma bola (diâmetro de 10 cm) em uma cesta de basquete (diâmetro de 15 cm) a distância de 1,20 m do participante, e apontar para um alvo, localizado sobre a mesa e indicado pelo experimentador, com distância aproximada de 1,30 m (Figura 11). A partir da avaliação da preferência manual nessa tarefa foi testado o *princípio de difusão*.

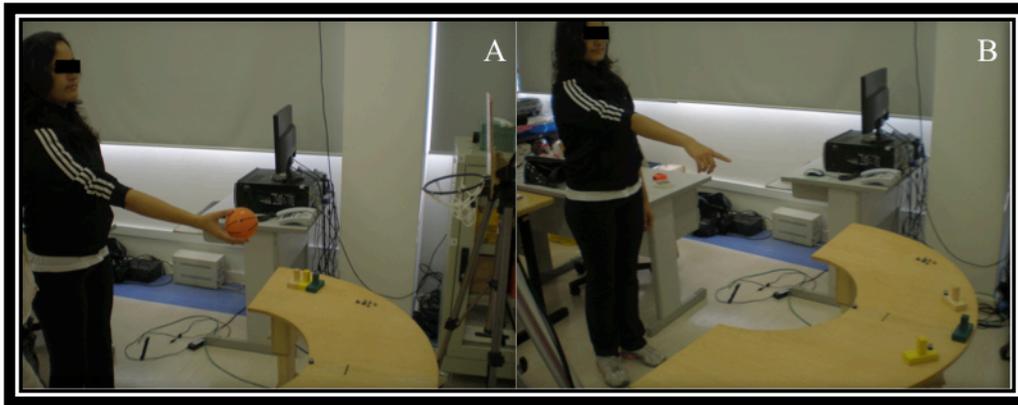


Figura 11. Tarefas de transferência: arremessar uma bola na cesta de basquete (A) e apontar para um alvo localizado sobre a mesa (B).

Para a coleta de dados cinemáticos tridimensionais e posterior análise cinemática, foram utilizadas 4 câmeras acopladas ao sistema Vicon (MX3+, Software Vicon Nexus), com frequência de aquisição de 240 Hz (Figura 12). Durante a avaliação cinemática, foram mantidos um marcador próximo a cada suporte de carta (na lateral dos suportes) e um na mesa próximo ao indivíduo (extremidade da mesa; posição fixa). Esses marcadores foram utilizados como referência espacial para o rastreamento dos marcadores durante a realização da tarefa (veja a figura 8B para ilustração).



Figura 12. Ilustração do posicionamento das câmeras acopladas ao sistema Vicon.

5.3.3. Delineamento experimental e procedimentos

Para início das avaliações, os participantes adultos foram posicionados em uma cadeira de escritório com altura adequada, de forma a manter o quadril e joelhos posicionados a 90 graus. As crianças foram posicionadas em uma cadeira infantil, mantendo a posição descrita para os participantes adultos. A altura da mesa foi mantida em 70 cm para ambos os grupos. Nos casos em que fosse necessário, era adicionado um apoio abaixo dos pés das crianças de forma a manter o posicionamento ideal.

Metade dos participantes de cada faixa etária foram designados ao grupo experimental (crianças, CE; adultos, AE) ou ao grupo controle (crianças, CC; adultos, AC). O estudo foi conduzido em cinco etapas. A primeira correspondeu ao pré-teste, no

qual foram testados a preferência manual e o desempenho motor com cada uma das mãos. Na tarefa probatória os indivíduos tiveram livre escolha no uso das mãos para realizar quatro séries de tentativas na tarefa simples e na tarefa complexa. Em cada série foi realizada uma tentativa para cada posição de carta, totalizando sete tentativas. A sequência de posições das cartas foi pseudo-aleatorizada entre as tentativas. Para análise cinemática dos movimentos, foram posicionados marcadores refletivos sobre as falanges distais dos dedos indicador e polegar de ambas as mãos do participante e nos punhos, mais precisamente ao lado da cabeça do rádio, no centro da articulação rádio-cárpica. Para esta avaliação foram realizadas quatro tentativas para o alvo posicionado a 45 graus, quatro tentativas para o alvo posicionado a 90 graus e quatro tentativas para o alvo posicionado a 135 graus com cada uma das mãos, de forma a avaliar o desempenho no espaço ipsilateral e contralateral para as mãos direita e esquerda. Nessa avaliação, a distância entre o suporte da carta e o centro da urna foi de 20 cm. Antes de iniciar a avaliação do desempenho, foram realizadas três tentativas estáticas de pinça com o dedo indicador e polegar durante 10 s, com o participante segurando uma, seis e dez cartas. Isso permitiu a análise da distância entre os marcadores do polegar e do indicador, que foi utilizada posteriormente como critério para definição de componentes do movimento.

Na segunda etapa os grupos experimentais praticaram tarefas de alcance e manipulação diferentes da tarefa probatória, empregando exclusivamente a mão esquerda (não-preferida). As tarefas de prática foram selecionadas em função de refletir movimentos de alcance e precisão necessários para a realização das tarefas experimentais, embora nenhuma fosse específica àquela. Estas tarefas foram praticadas durante 6 sessões de aproximadamente 20 min., sendo duas sessões por semana. Em cada sessão, os participantes praticaram três das tarefas descritas mais a tarefa

específica (veja Apêndice D para descrição das atividades e protocolo da sessão de prática). Em todas as sessões, os participantes foram avaliados na tarefa específica, que também faz parte do repertório de tarefas que foram praticadas. A preferência manual na tarefa específica foi avaliada no início e no final da primeira sessão. Nas demais sessões, a preferência manual na tarefa específica foi avaliada apenas no final da sessão.

Imediatamente após a sexta sessão, foi aplicado o pós-teste (terceira etapa), da mesma forma como descrito para o pré-teste. Em seguida foi realizado um teste de generalização (quarta etapa) para uma tarefa em que usualmente a preferência manual é bem definida, lançamento de uma bola a um cesto suspenso aproximadamente na altura do ombro do indivíduo, e outra em que usualmente se observa maior frequência de uso da mão não-preferida do que em tarefas requisitando grande precisão de movimentos, apontar para um alvo (HEALEY; LIEDERMAN; GESCHWIND, 1986). Foram realizadas 4 tentativas em cada tarefa. A fim de avaliar em que medida as mudanças esperadas de preferência manual são persistentes, a preferência manual na tarefa probatória foi analisada em um teste de retenção 20 dias após o pós-teste (quinta etapa). Os grupos controle foram testados nas mesmas épocas dos grupos experimentais.

5.3.4. *Análise de dados*

O índice de preferência manual foi calculado utilizando a seguinte equação: $(\sum D - \sum E) / (\sum D + \sum E)$, na qual D corresponde ao número de tentativas feitas com a mão direita, e E ao número de tentativas feitas com a mão esquerda. A somatória foi feita considerando as tarefas e cada posição do alvo. O escore para cada participante variou entre -1 e 1, com valores negativos indicando preferência pela mão esquerda e índices

positivos preferência pela mão direita. Esse escore também foi utilizado para avaliar a preferência manual na tarefa específica em todas as sessões de prática. Para as tarefas de transferência foi elaborado o seguinte escore: todas as 4 tentativas realizadas com a mão esquerda, 1; 3 tentativas com a mão esquerda, 2; duas tentativas com cada mão, 3; 3 tentativas com a mão direita, 4; todas as 4 tentativas realizadas com a mão direita, 5.

Para avaliar o desempenho motor, o movimento foi dividido em duas partes: componente 1, alcance; componente 2, transporte da carta até a urna. O componente 1 foi definido pelo momento no qual a velocidade do marcador do punho foi maior do que 5% de seu valor máximo, como usado por Teasdale et al. (1993), até a prensão. A prensão, por sua vez, foi definida como o momento no qual a distância entre os marcadores do polegar e do indicador foi menor do que a tentativa estática. O componente 2 foi caracterizado pelo transporte e depósito da carta. O transporte foi definido pelo momento em que a distância entre os marcadores do polegar e indicador foi menor do que a tentativa estática até o momento no qual a distância entre o marcador do polegar e o marcador da urna (nas coordenadas x e y) estivessem dentro de um círculo de 140 mm de raio (sendo o centro o marcador na urna). O depósito da carta foi definido como o momento no qual a distância entre o marcador do polegar e o marcador da urna (nas coordenadas x e y) estivessem dentro de um círculo de 140 mm de raio até o momento no qual a distância entre o polegar e o marcador da urna fosse menor do que 70 mm de altura em relação ao plano da mesa.

O software Matlab® foi utilizado para calcular as seguintes variáveis cinemáticas:

Tempo de movimento para o alcance, transporte da carta e depósito da carta: intervalo de tempo entre o início e o final de cada movimento;

Tempo relativo de desaceleração para alcance: razão entre o tempo de desaceleração (tempo após o pico de velocidade até o toque na carta) e o tempo de movimento;

Tempo relativo de desaceleração para transporte e depósito da carta: razão entre o tempo de desaceleração (tempo após o pico de velocidade até o final do transporte) e o tempo de movimento;

Índice de retidão para alcance: razão entre a distância mão-carta no início do movimento de alcance e a distância percorrida durante o movimento;

Índice de retidão para transporte e depósito da carta: razão entre a distância mão-carta no início do transporte da carta e a distância percorrida durante o movimento;

Frequência absoluta de unidades de movimento para o alcance: quantidade de picos entre vales na curva de velocidade do movimento de alcance, para os quais a diferença nas velocidades instantâneas foi maior do que 1cm/s;

Frequência absoluta de unidades de movimento para o transporte e depósito da carta: quantidade de picos entre vales na curva de velocidade do movimento de transporte da carta, para os quais a diferença nas velocidades instantâneas foi maior do que 1cm/s;

Velocidade máxima para alcance: a máxima velocidade durante o movimento de alcance;

Velocidade máxima para o transporte e depósito da carta: a máxima velocidade durante o movimento de transporte da carta.

5.4. Resultados

5.4.1. Preferência manual

Comparações pareadas do índice médio de preferência manual para cada grupo em função do teste, posição do alvo e tarefa foram realizadas através do teste de Wilcoxon (para ilustração dos valores do índice, veja figura 13). As comparações entre pré e pós-teste, e entre pré-teste e retenção revelaram diferenças significantes apenas para os grupos experimentais. As comparações pareadas para o grupo AE revelaram diferenças significantes entre pré e pós-teste ($Z = -1,99$, $p = 0,046$), e entre pré-teste e retenção ($Z = -2,02$, $p = 0,043$) na posição 4, para a tarefa simples. Essas diferenças foram devidas a valores menores no pós-teste ($M = 0,33$, $dp = 0,5$) e retenção ($M = 0,17$, $dp = 0,71$) em comparação ao pré-teste ($M = 0,78$, $dp = 0,36$). As comparações pareadas para o grupo CE apresentaram diferenças significantes entre pré e pós-teste nas posições 6 ($Z = -2,07$, $p = 0,038$) e 7 ($Z = -2,07$, $p = 0,038$), para a tarefa complexa. Essas diferenças foram devidas a valores menores no pós-teste ($M = 0,56$, $dp = 0,46$, para ambas as posições) do que no pré-teste ($M = 1$, $dp = 0$, para ambas as posições). Não foram encontradas diferenças significantes nas demais comparações.

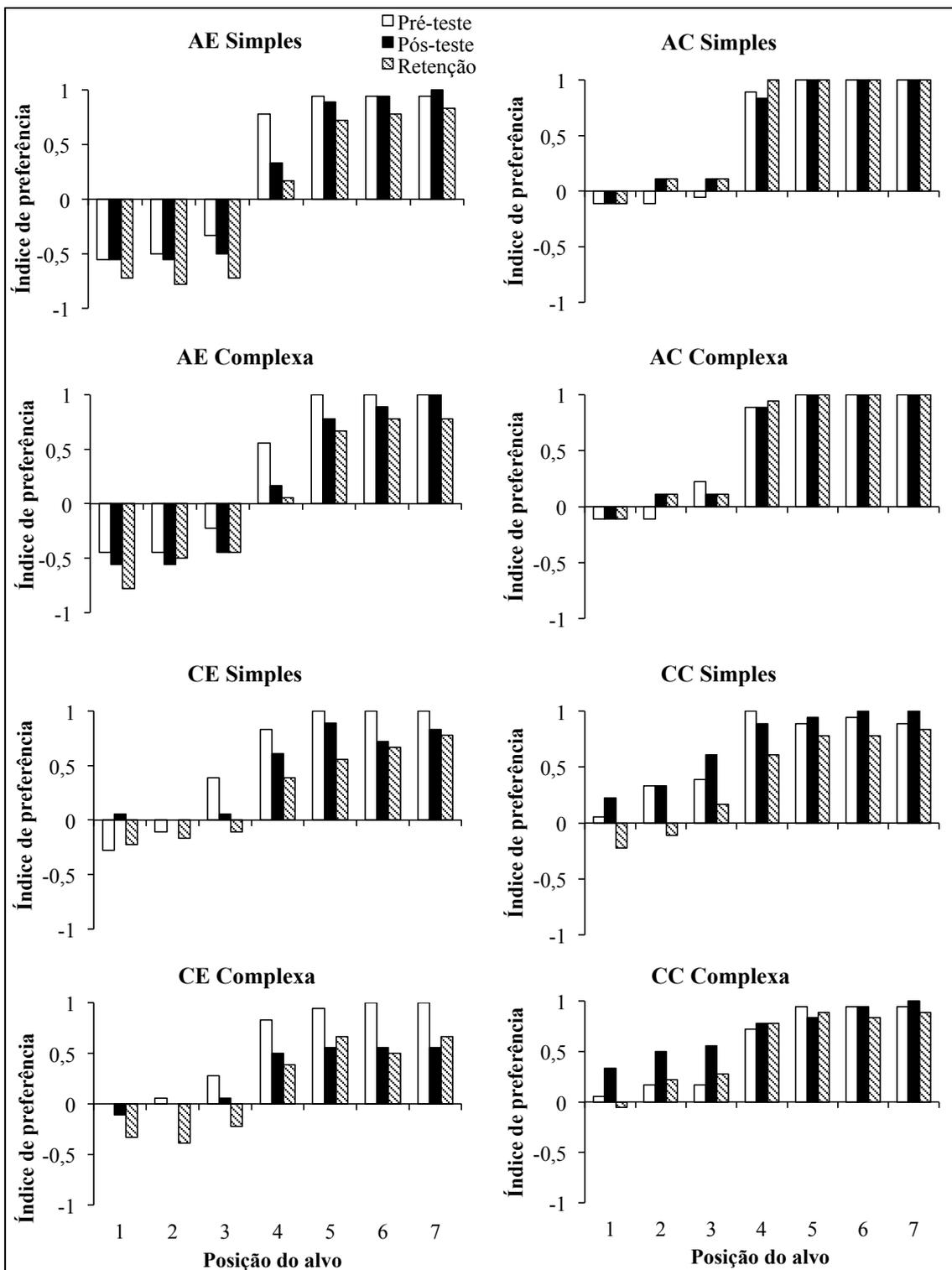


Figura 13. Médias do índice de preferência manual para os grupos experimentais de adultos (AE) e crianças (CE), e grupos controle de adultos (AC) e crianças (CC) nas tarefas simples e complexa em função da posição do alvo, de 1 – extrema esquerda – a 7 – extrema direita.

A figura 14 ilustra os valores médios do índice de preferência manual correspondentes à tarefa específica. A análise dos índices de preferência manual na tarefa específica no decorrer das sessões de prática foi realizada pelo teste de Friedman. Essa análise foi realizada separadamente para o grupo de crianças e adultos, considerando os componentes simples e complexo da tarefa e as posições contralateral e ipsilateral. Apesar de o teste ter apontado valor de p significativo, comparações pareadas pelo teste de Wilcoxon não revelaram diferenças significantes entre as sessões de prática (veja Apêndice E).

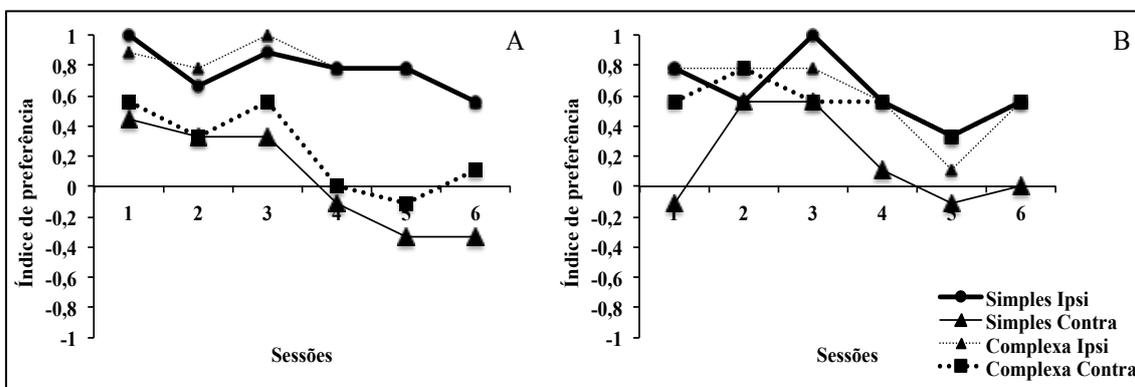


Figura 14. Médias dos índices de preferência manual na tarefa específica para o grupo experimental de adultos (A) e crianças (B) considerando os componentes simples e complexo da tarefa e as posições contralateral e ipsilateral, no decorrer das 6 sessões de prática.

A generalização do efeito da prática foi testada para cada tarefa de transferência – apontar e arremessar-, comparando o escore de preferência manual entre os grupos, através do teste de Kruskal-Wallis (veja figura 15 para ilustração dos escores de preferência). A comparação da preferência manual entre os grupos revelou efeito significativo para a tarefa de apontar ($H=9,07$, $p=0,02$). Comparações pareadas, através

do teste de Mann-Whitney, revelaram que o grupo experimental de crianças ($M=4,33$, $dp=0,86$) apresentou menores escores de preferência manual do que o grupo controle ($M=5$, $dp=0$). As demais comparações, tanto para o grupo de crianças quanto para o grupo de adultos, não indicaram diferenças significantes.

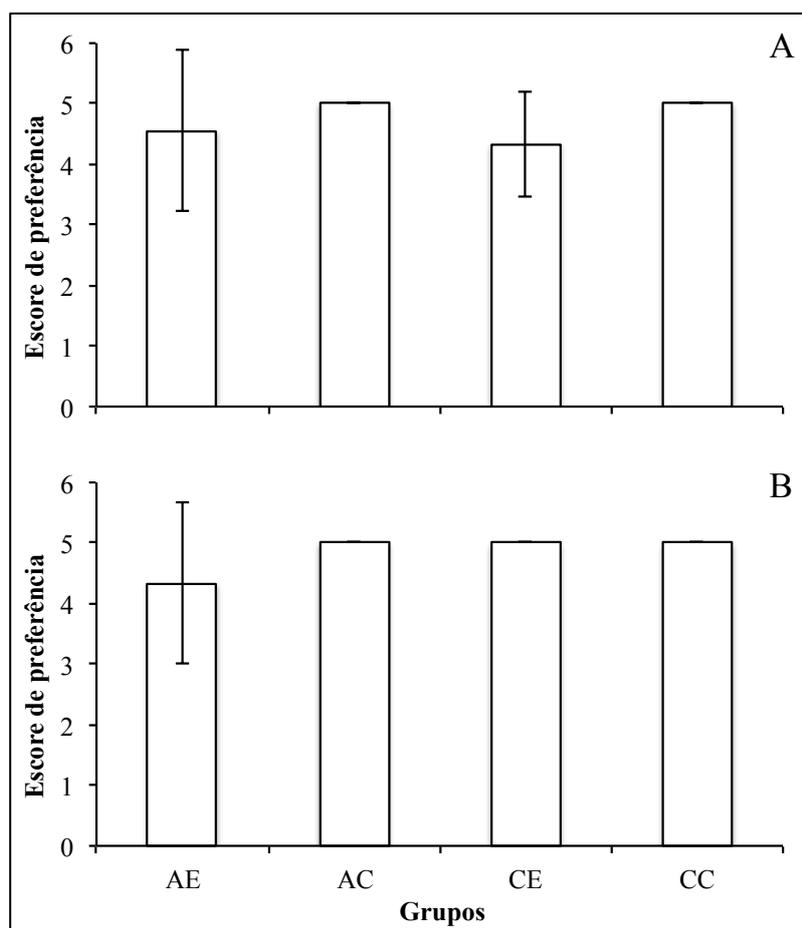


Figura 15. Médias dos escores de preferência manual e desvio padrão para os grupos experimentais de adultos (AE) e crianças (CE) e controles de adultos (AC) e crianças (CC) nas tarefas de apontar (A) e arremessar (B).

5.4.2. Desempenho motor

A análise do desempenho motor foi realizada através da análise de modelos lineares mistos de 4 fatores, 2 (grupo: controle e experimental) x 2 (idade: crianças e adultos) x 3 (teste: pré-teste, pós-teste e retenção) x 2 (mão: direita e esquerda), com medidas repetidas nos dois últimos fatores. Comparações posteriores foram feitas pelo teste de Bonferroni. Essas análises foram realizadas separadamente para cada variável cinemática, sendo considerada apenas a posição central do alvo (veja apêndices de F a R para resultados detalhados do teste estatístico). O nível de significância empregado foi 5% em todas as análises. Os resultados serão apresentados a seguir, em função do componente do movimento.

Componente 1 - Alcance

A Figura 16 ilustra os valores médios e desvio padrão de tempo de desaceleração, índice de retidão, velocidade máxima, tempo de movimento e unidades de movimento para o alcance nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita e esquerda, no pré-teste, pós-teste e retenção.

A análise do tempo de desaceleração revelou efeito principal significativo de idade ($F_{1, 34}=11,20$, $p=0,001$). Crianças ($M=0,34$ s, $dp=0,09$) apresentaram tempo de desaceleração para alcance menor do que adultos ($M=0,38$ s, $dp=0,04$).

A análise do índice de retidão (IR) e da velocidade máxima (VM) revelaram efeito principal significativo de idade ($F_{1, 34}=5,42$, $p=0,021$, para IR; $F_{1, 34}=31,24$, $p<0,001$, para VM). Crianças ($M=0,65$, $dp=0,09$, IR; $M=55,4$ cm/s, $dp=11,9$, VM)

apresentaram valores menores de índice de retidão e velocidade máxima do que adultos ($M=0,68$, $dp=0,09$, IR; $M=63,8$, $dp=9,2$, VM).

A análise do tempo de movimento revelou efeito principal significativo de grupo ($F_{1, 34}=4,38$, $p=0,038$), idade ($F_{1, 34}=25,47$, $p<0,001$) e mão ($F_{1, 34}=5,59$, $p=0,019$). Os grupos controle ($M=1,06$ s, $dp=0,24$) apresentaram maior tempo de movimento do que os grupos experimentais ($M= 0,99$ s, $dp=0,21$). As crianças ($M=1,10$ s, $dp=0,25$) apresentaram maior tempo de movimento do que os adultos ($M=0,95$ s, $dp=0,16$). Além disso, foram encontrados maiores tempo de movimento com a mão esquerda ($M=1,06$ s, $dp=0,24$) do que com a mão direita ($M=0,99$ s, $dp=0,20$).

A análise do número de unidades de movimento revelou efeito principal significativo de idade ($F_{1, 34}=97,20$, $p<0,001$). Crianças ($M=1,88$, $dp=0,25$) apresentaram maior número de unidades de movimento do que adultos ($M=1,04$, $dp=0,84$).

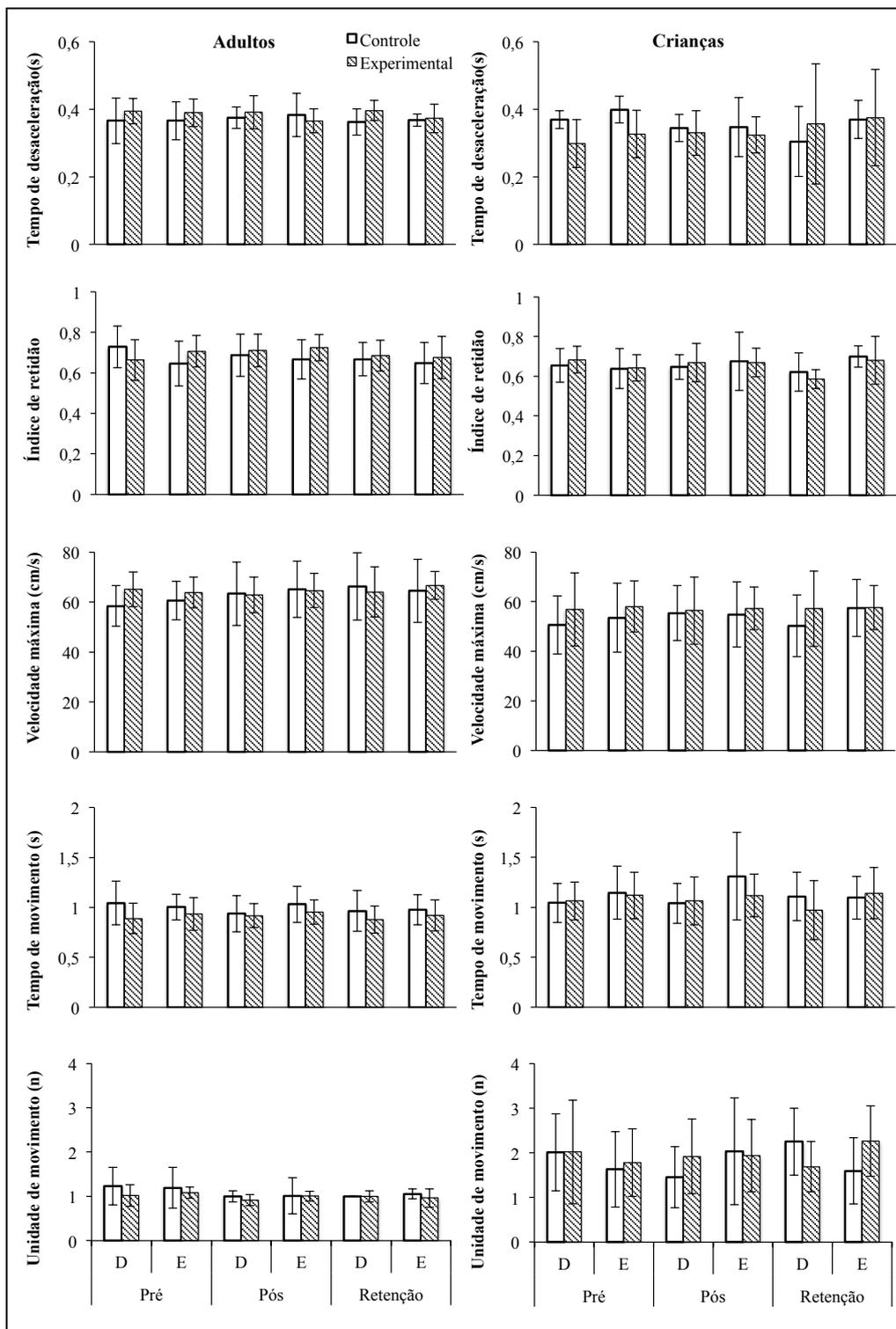


Figura 16. Médias (desvio padrão indicado por barras verticais) de tempo de desaceleração (%), índice de retidão, velocidade máxima (cm/s), tempo de movimento (s) e unidades de movimento (n) para o alcance nos grupos experimental e controle de

crianças e adultos, com as mãos direita (D) e esquerda (E) no pré-teste, pós-teste e retenção.

Componente 2 – Transporte da carta e encaixe na urna

A figura 17 ilustra os valores médios e desvio padrão de tempo de desaceleração, índice de retidão, velocidade máxima e unidade de movimento para o transporte da carta nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita e esquerda, no pré-teste, pós-teste e retenção.

A análise do tempo de desaceleração revelou efeitos principais significantes de idade ($F_{1, 34}=8,42$, $p=0,004$) e mão ($F_{1, 34}=19,33$, $p<0,001$). Crianças ($M=0,43$ s, $dp=0,07$) apresentaram maior tempo de desaceleração para transporte da carta do que adultos ($M=0,41$ s, $dp=0,06$). Foi apresentado maior tempo de desaceleração com a mão direita ($M=0,44$ s, $dp=0,06$) do que com a mão esquerda ($M=0,40$ s, $dp=0,07$).

A análise do índice de retidão revelou efeitos principais significantes de grupo ($F_{3,34}=7,38$, $p=0,007$) e mão ($F_{1, 34}=9,74$, $p=0,002$). Os grupos controle ($M=0,59$, $dp=0,14$) apresentaram índice de retidão maior do que os grupos experimentais ($M=0,53$, $dp=0,17$). Além disso, foi demonstrado maior índice de retidão para a mão direita ($M=0,59$, $dp=0,16$) em comparação à esquerda ($M=0,53$, $dp=0,15$).

A análise da velocidade máxima revelou efeito principal significativo apenas para o fator idade ($F_{1, 34}=6,25$, $p=0,013$). Crianças ($M=56,9$ cm/s, $dp=10,7$) apresentaram menor velocidade máxima do que os adultos ($M=60,4$ cm/s, $dp=8,8$) para o transporte da carta.

A análise do número de unidades de movimento revelou efeitos principais significantes de idade ($F_{1, 34}=79,09$, $p<0,001$) e mão ($F_{1, 34}=27,51$, $p<0,001$). Crianças ($M=2,84$, $dp=1,47$) apresentaram maior número de unidades de movimento para transporte da carta do que adultos ($M=1,5$, $dp=0,74$). Além disso, a mão esquerda ($M=2,56$, $dp=1,55$) apresentou maior número de unidades de movimento do que a mão direita ($M=1,77$, $dp=0,94$).

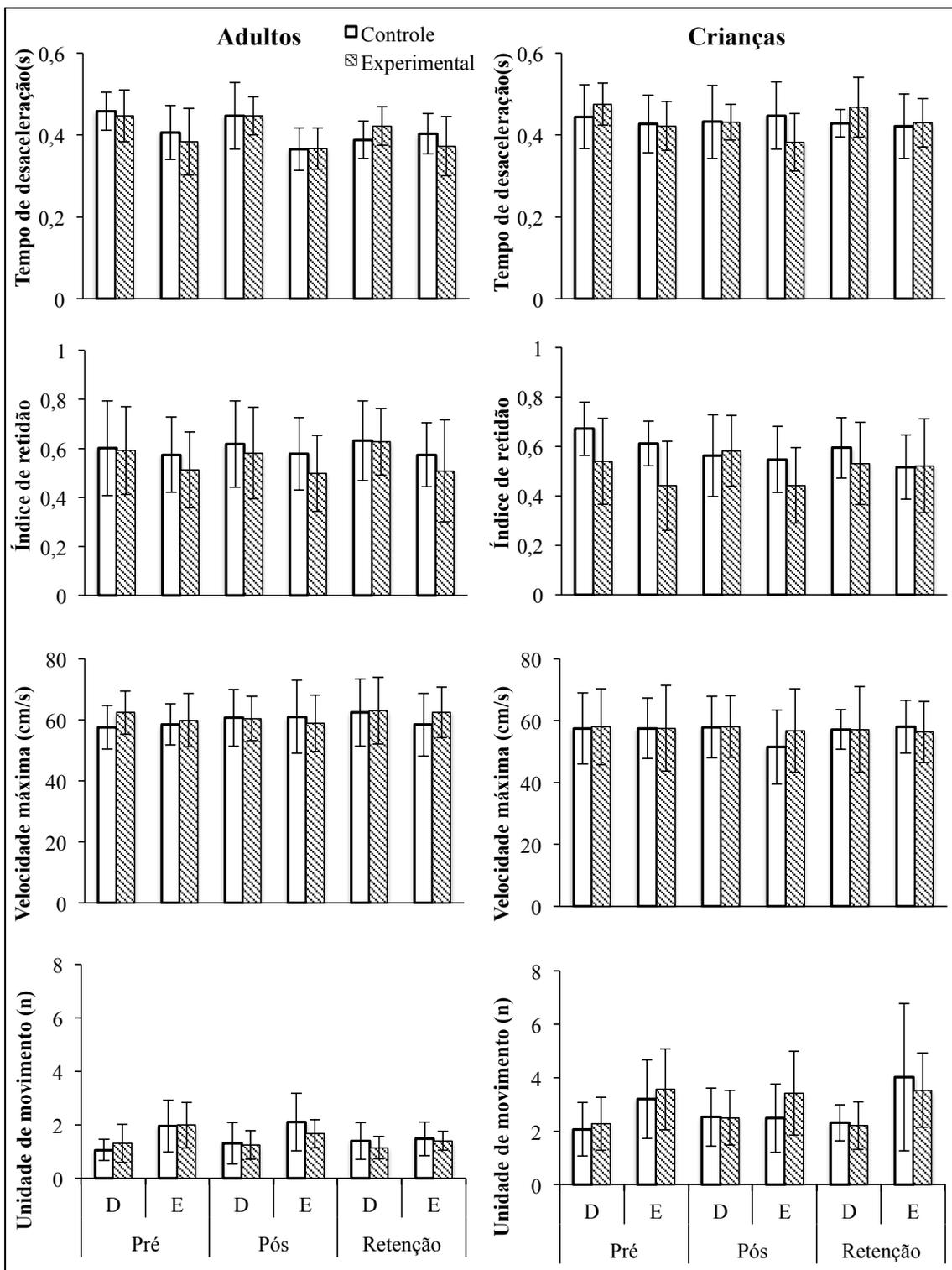


Figura 17. Médias (desvio padrão indicado por barras verticais) de tempo de desaceleração (%), índice de retidão, velocidade máxima (cm/s) e unidade de movimento (n) para o transporte da carta nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita (D) e esquerda (E), no pré-teste, pós-teste e retenção.

A análise do tempo de movimento total revelou efeito principal significativa de idade ($F_{1, 34}=63,44$, $p<0,001$) e mão ($F_{1, 34}=41,00$, $p<0,001$). As crianças ($M=1,61$ s, $dp=0,40$) apresentaram maior tempo de movimento do que os adultos ($M=1,26$ s, $dp=0,29$ - para ilustração dos valores médios e desvio padrão do tempo de movimento, veja figura 18). Além disso, foi demonstrado maior tempo de movimento com a mão esquerda ($M=1,57$ s, $dp=0,41$) do que com a mão direita ($M=1,29$ s, $dp=0,31$). Em uma análise mais detalhada do tempo de movimento no componente 2, foi verificado efeito principal significativa de idade, tanto para o transporte da carta (TM2a, $F_{1, 34}=47,00$, $p<0,001$) quanto para o encaixe da carta na urna (TM2b, $F_{1, 34}=36,50$, $p<0,001$). Crianças apresentaram valores maiores do que adultos tanto para o transporte ($M=0,81$ s, $dp=0,23$, crianças; $M=0,67$ s, $dp=0,13$, adultos) quanto para o encaixe da carta ($M=0,76$ s, $dp=0,26$, crianças; $M=0,58$ s, $dp=0,21$, adultos). Especificamente em relação ao tempo de movimento para encaixe da carta, a análise também revelou efeito principal significativa de mão ($F_{1, 34}=68,82$, $p<0,001$) e interação entre idade, teste e mão ($F_{2, 64}=3,43$, $p=0,036$). Análises posteriores indicaram que a mão direita demonstrou tempo de movimento menor do que a mão esquerda para encaixe da carta em adultos, no pré-teste ($M=0,44$ s, $dp=0,14$, direita; $M=0,69$ s, $dp=0,19$, esquerda) e no pós-teste ($M=0,45$ s, $dp=0,16$, direita; $M=0,78$ s, $dp=0,21$, esquerda). Crianças apresentaram menor tempo de movimento com a mão direita do que com a mão esquerda no pré-teste ($M=0,59$ s, $dp=0,18$, direita; $M=0,84$ s, $dp=0,26$, esquerda) e na retenção ($M=0,64$ s, $dp=0,17$, direita; $M=0,95$ s, $dp=0,29$, esquerda). Além disso, crianças ($M=0,95$ s, $dp=0,29$) apresentaram tempo de movimento maior do que adultos ($M=0,63$ s, $dp=0,20$) com a mão esquerda, na retenção.

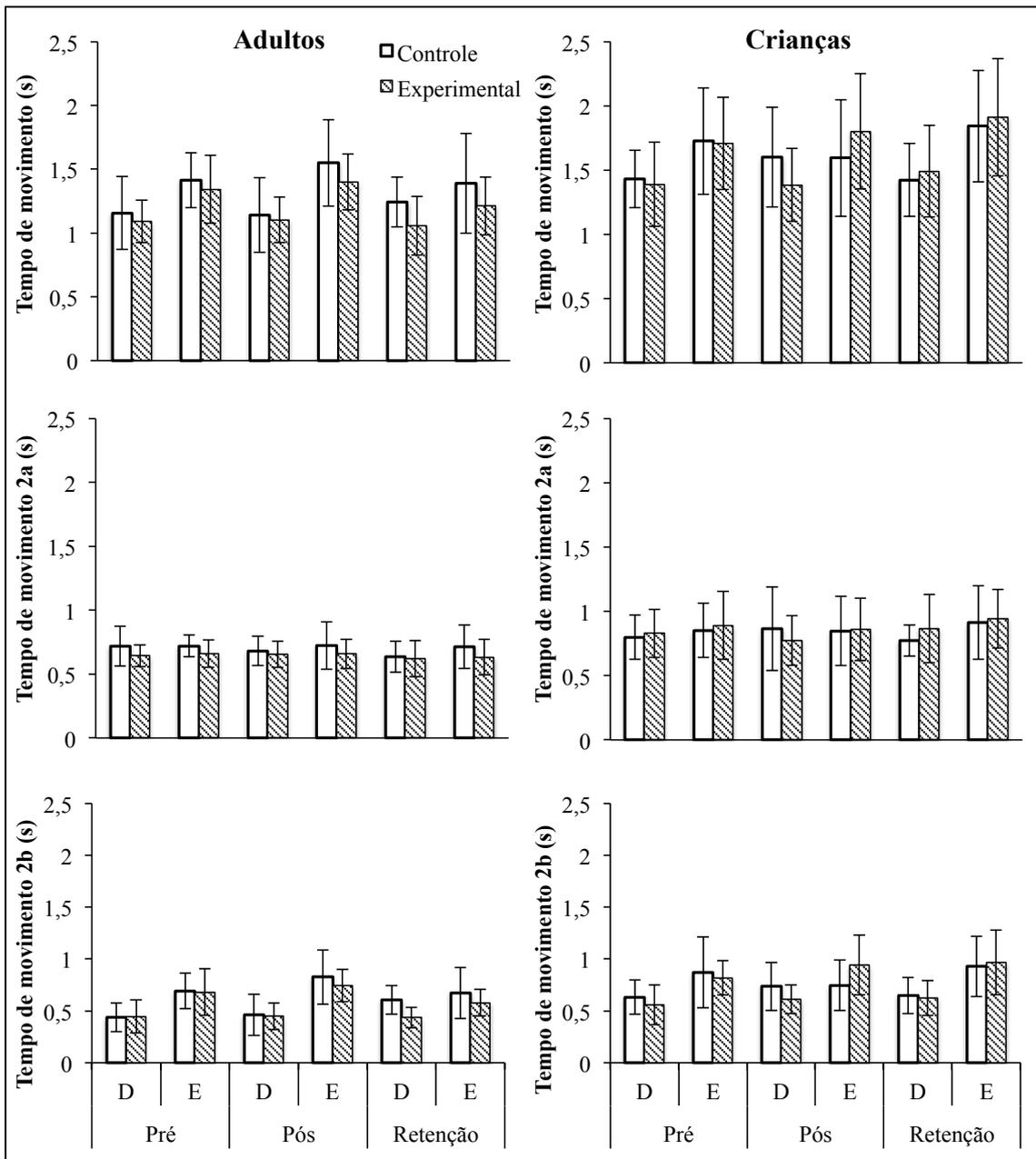


Figura 18. Médias (desvio padrão indicado por barras verticais) do tempo de movimento (s) total, para o transporte da carta (TM2a) e encaixe da carta na urna (TM2b), nos grupos experimental e controle de crianças e adultos, com as mãos direita (D) e esquerda (E), no pré-teste, pós-teste e retenção.

5.5. *Discussão*

O objetivo deste estudo foi testar o efeito de prática com a mão não-preferida sobre a preferência manual e sobre as assimetrias intermanuais de desempenho em crianças e adultos, no desempenho de duas tarefas com diferentes níveis de complexidade. Em relação à preferência manual, foi observada uma redução do índice de preferência como efeito da prática. Esse efeito, entretanto, foi diferente entre crianças e adultos e não foi generalizado para todas as tarefas e posições. Enquanto as crianças apresentaram modificação da preferência manual para a tarefa complexa nas posições extremas à direita, os adultos apresentaram modificação na preferência manual para a tarefa simples na posição central. Considerando o desempenho motor, não foi encontrado efeito de prática lateralizada. Os resultados serão discutidos, a seguir, em função das diferenças entre idades e tarefas e do efeito da prática lateralizada sobre a preferência manual e as assimetrias intermanuais de desempenho.

5.5.1. *Efeito da tarefa e da idade independente da prática*

No presente estudo, foi observado que a mão direita apresentou vantagem de desempenho em relação à mão esquerda no componente fino da tarefa – transporte e encaixe da carta na urna -, independente da prática. No entanto, com exceção do tempo de movimento, não foram encontradas assimetrias de desempenho no movimento de alcance. Transportar uma carta com a finalidade de encaixá-la em um orifício requer maior precisão e melhor controle do que alcançar a carta. Além disso, as assimetrias no tempo de movimento para o transporte e depósito da carta estiveram relacionadas ao sub-componente depósito da carta na urna, que é o que demanda maior precisão de

movimento. Algumas evidências indicam que a mão direita apresenta vantagem de desempenho em relação à mão esquerda em indivíduos destros (BAGESTEIRO; SAINBURG, 2002; SAINBURG, 2002; SAINBURG; KALAKANIS, 2000). Por outro lado, Przybyla et al. (2013) sugerem que a vantagem de desempenho é específica à tarefa, podendo a mão esquerda apresentar vantagem de desempenho em relação à direita. Nesse sentido, parece que geralmente tarefas mais complexas – com exigência de precisão - levam a maiores assimetrias intermanuais de desempenho favoráveis à mão preferida do que tarefas mais simples (BAGESTEIRO; SAINBURG, 2002; SAINBURG, 2002). Assim como proposto originalmente neste experimento, os resultados deste estudo evidenciam que a demanda de controle foi diferente entre as duas tarefas testadas, com a mão direita apresentando vantagem de desempenho em relação à esquerda para os componentes mais finos da tarefa.

Em relação à comparação do desempenho motor entre crianças e adultos, foi demonstrado maior tempo de desaceleração, índice de retidão e velocidade máxima e menor tempo de movimento e número de unidades de movimento em adultos para o alcance. Além disso, adultos apresentaram menor tempo de desaceleração, tempo de movimento e número de unidades de movimento e maior velocidade máxima do que crianças para transporte e depósito da carta. Claudio e Teixeira (2012) demonstraram que crianças apresentaram maior tempo de movimento em índices altos de dificuldade da tarefa de apontar, indicando que crianças são mais sensíveis ao aumento da restrição da acurácia espacial do que adultos. Também no presente estudo, as crianças apresentaram tempo de movimento maior do que adultos. No entanto, essa diferença foi observada tanto para o componente simples da tarefa – alcance -, quanto para o componente complexo – transporte da carta e depósito na urna. O tempo de desaceleração, entretanto, foi maior para crianças na fase de transporte da carta –

componente do movimento mais complexo do que o alcance -, corroborando os achados de Claudio e Teixeira (2012). De forma geral, foi evidenciado que adultos apresentaram melhor desempenho do que crianças, o que está em acordo com evidências anteriores (BRYDEN; ROY, 2005; ZOIA et al., 2006).

5.5.2. Efeito da prática com a mão não-preferida

Ao analisar o efeito da prática lateralizada sobre a preferência manual, observamos que as crianças passaram a utilizar a mão esquerda com maior frequência no pós-teste em comparação ao pré-teste, na tarefa complexa para as posições extremas à direita. Resultado similar foi observado por Teixeira, Silva e Freitas (2010) em crianças aos 3-4 anos de idade. No entanto, nesse estudo o efeito mais marcante da prática foi a mudança da preferência manual para a tarefa complexa nas posições de 3 a 7 - correspondentes às posições utilizadas no presente estudo. Comparando os dois estudos, nota-se que crianças mais novas foram mais influenciadas pela prática com a mão não-preferida do que as crianças mais velhas (veja também MENG, 2007). Considerando que na idade de 8-11 anos as crianças apresentam preferência manual mais forte do que as crianças entre 4-5 anos (BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; HILL; KHANEM, 2009; MENG, 2007), a força da preferência manual pode ser o fator determinante para o efeito restrito da prática com a mão não-preferida nas crianças do presente estudo. Reforçando essa suposição, no estudo de Bishop et al. (1996), os indivíduos com preferência manual direita fraca (chamado de preferência manual direita predominante por esses autores) utilizaram a mão esquerda nas posições extremas à esquerda, enquanto que os participantes com preferência manual direita forte utilizaram quase exclusivamente a mão direita. Dessa forma, a modificação ou o enfraquecimento

da preferência manual deve levar ao aumento de uso da mão esquerda em posições que a mão direita era predominantemente usada antes da prática. O aumento do uso da mão esquerda no lado contralateral neste estudo indica que, apesar de a prática não ter induzido reversão da preferência manual, houve uma redução da força da preferência manual nas crianças. A redução da força da preferência manual apenas para a tarefa complexa está em acordo com Teixeira, Silva e Freitas (2010), que também encontraram mudança na preferência para a tarefa complexa, mas contrário ao comportamento esperado de uso mais frequente da mão preferida no desempenho de tarefas complexas (BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; GABBARD; RABB, 2000; HILL; KHANEM, 2009; LECONTE; FAGARD, 2006). Sabe-se que a escolha da mão para realizar determinada tarefa está relacionada à quantidade de experiência prévia naquela tarefa (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007) e em tarefas relacionadas (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; SILVA; FREITAS, 2010). Nesse sentido, as crianças aumentaram o uso da mão não-preferida em tarefa com exigência de precisão a partir da prática em tarefas não-específicas ao teste, mas com demanda de precisão relacionada.

Para os adultos também houve uma redução na força da preferência, demonstrada pelo maior uso da mão esquerda para alcançar alvos posicionados na linha média após o período de prática. Resultados prévios têm indicado que alvos posicionados na linha média do indivíduo são predominantemente alcançados com a mão preferida (BISHOP, 2005; BISHOP et al., 1996; BRYDEN; HUSZCZNSKI, 2011; BRYDEN; ROY, 2006; BRYDEN; MAYER; ROY, 2011; CARLIER; DOYEN; LAMARD, 2006; DOYEN et al., 2008; GABBARD; HELBIG, 2004; HILL; KHANEN, 2009; LECONTE; FAGARD, 2006; MAMOLO et al., 2004). Oliveira et al. (2010) indicam que a escolha da mão envolve um processo competitivo de decisão entre

os planos de ação para cada mão. Przybyla et al. (2013) oferecem suporte a essa proposição a partir da observação de que o tempo de reação para alcance de um objeto localizado em posição ambígua (central ou próxima ao centro) é maior do que para objetos localizados em posições laterais extremas. E a razão de o tempo de reação ser maior em posições ambíguas é devido ao tempo de tomada de decisão de qual mão deve ser usada para desempenhar determinada tarefa. Dessa forma, supõe-se que a prática de uso da mão não-preferida tenha levado ao aumento da frequência de uso dessa mão em uma situação na qual qualquer uma das mãos poderia ser usada com sucesso, como no alcance de um objeto em posição central. Sendo assim, propomos que a mão esquerda passou a ser escolhida para realização de algumas tentativas de alcance como uma alternativa ao uso da mão direita, reduzindo a demanda do processo competitivo de decisão entre os planos de ação para uso de cada mão.

Apesar de ter sido observada modificação da preferência manual, a prática com a mão não-preferida não teve efeito sobre o desempenho motor, tanto de crianças quanto de adultos. Isso foi demonstrado pela ausência de diferenças no desempenho de cada mão ao longo dos testes. De acordo com Przybyla et al. (2013), a escolha de uma das mãos para realizar determinada tarefa está relacionada à vantagem de desempenho dessa mão. Sendo assim, seguindo essa proposição, se a preferência por uma das mãos é reduzida, deveria também ser observada vantagem de desempenho reduzida dessa mão em relação à outra. O fato de a mudança da preferência manual não ter sido acompanhada por vantagem no desempenho com a mão não-preferida no presente estudo é contrário à hipótese de que a mão escolhida para realizar uma tarefa manual é a mão que apresenta vantagem de desempenho naquela tarefa (PRZYBYLA et al., 2013) e mais chances de ser bem sucedida (STOLOFF et al., 2011). Olhando por uma perspectiva desenvolvimental, evidências indicam que inicialmente no desenvolvimento

do alcance os bebês demonstram ausência de vantagem de desempenho com a mão preferida (SOUZA et al., 2012). Somadas, essas são indicações de que a princípio a escolha de uma das mãos parece não ser consequência da vantagem de desempenho. Assim como indicado por Bryden e Roy (2005), a vantagem de desempenho com a mão preferida parece surgir da necessidade crescente de confiança em uma das mãos para realização de tarefas unimanuais. Dessa forma, caso o desempenho motor seja um aspecto levado em consideração na escolha de uma das mãos, é provável que ele passe a ser predominante mais tarde, após extensiva prática unimanual. Esses resultados indicam que provavelmente exista algum outro fator induzindo a escolha de uma das mãos e conseqüentemente sendo responsável pela alteração da preferência manual como consequência imediata da prática.

Um importante resultado deste estudo que ajuda na investigação sobre o fator responsável pela alteração da preferência manual é que as tarefas treinadas não foram as mesmas que as tarefas de teste, apesar de apresentarem componentes semelhantes como o alcance de alvos e a precisão no movimento. Dessa forma, as mudanças de preferência manual discutidas até aqui são consequência da generalização da prática e provenientes da história imediata de maior uso da mão não-preferida em tarefa não-específica. A difusão do efeito da prática unilateral foi demonstrada em estudos em atletas (MAEDA; SOUZA; TEIXEIRA, 2014; MIKHEEV et al., 2002) e em experimento laboratorial em adultos não-atletas (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007). A partir do treino com a mão não-preferida em uma tarefa de toques sequenciais entre os dedos em laboratório, Teixeira e Okazaki (2007) encontraram modificação da preferência manual para uma tarefa similar de toques sequenciais. Nesse caso, o efeito da prática unilateral foi generalizado para uma tarefa relacionada. Esse resultado foi atribuído ao aumento de confiança na mão treinada. Estudos em atletas, por sua vez, encontraram evidências de consistência

reduzida de preferência manual para tarefas do dia-a-dia (MAEDA; SOUZA; TEIXEIRA, 2014; MIKHEEV et al., 2002). Esse comportamento lateral em atletas foi atribuído à prática extensiva bilateral. Nesse caso, a prática extensiva em tarefas de alta complexidade – como no caso de gestos esportivos – levou à generalização da preferência manual para tarefas do dia-a-dia de baixa complexidade. Assim, parece que a generalização do uso de uma das mãos está relacionada à história de uso diferencial entre os membros, o que levaria à maior confiança em uma das mãos. Como tem sido sugerido (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007), é plausível supor que o primeiro aspecto relacionado à escolha de uma das mãos seja a confiança adquirida em cada mão. Seguindo essa racionalidade, a maior confiança em uma das mãos induziria a escolha dessa mão em situações futuras. Dessa forma, em uma escala temporal a curto prazo (SERRIEN; IVRY; SWINNEN, 2006) – como neste estudo-, a prática unimanual levaria ao ganho de confiança na mão treinada, induzindo a escolha mais frequente dessa mão após a prática.

Um teste mais rigoroso da generalização da preferência manual foi feito através da avaliação da preferência manual nas tarefas de apontar e arremessar. Como essas tarefas não foram avaliadas antes da prática, os grupos experimental e controle de cada faixa etária foram comparados a fim de verificar um possível efeito da prática. Em adultos, a ausência de diferença entre os grupos na frequência de uso da mão direita indicou que a prática de curto prazo com a mão não-preferida não levou à generalização da redução da preferência manual para as tarefas de apontar e arremessar. Essas tarefas são realizadas com frequência na vida de um indivíduo. Até chegar à idade adulta, o indivíduo já acumulou prática unilateral nessas tarefas, e devido a isso é provável que apresentem maior confiança na mão preferida. Sendo assim, em adultos a prática de curto-prazo parece não ser capaz de reverter a confiança já adquirida na mão preferida

para realizar tarefas não-relacionadas à praticada, como apontar para um objeto e arremessar. Em crianças, por sua vez, a generalização do efeito da preferência manual para uma tarefa não relacionada à praticada ainda não havia sido testada. No presente estudo, foi encontrada diferença entre grupo experimental e controle de crianças para a tarefa de apontar, mas não para a tarefa de arremessar. Existe uma controvérsia na literatura em relação à mão mais frequentemente utilizada para a tarefa de apontar. Evidências indicam que o uso da mão direita é maior na tarefa de apontar, que é uma tarefa comunicativa, do que na tarefa de preensão (JACQUET et al., 2012; MEUNIER et al., 2013), visto que o hemisfério cerebral esquerdo apresenta um papel no controle de gestos comunicativos (ver também MEUNIER; FIZET; VAUCLAIR, 2013; MEUNIER; VAUCLAIR; FAGARD, 2012). No entanto, neste estudo consideramos que a tarefa de apontar exige menor precisão do que a tarefa de arremessar (HEALEY; LIEDERMAN; GESCHWIND, 1986). Por isso, era esperada uma modificação da preferência manual para essa tarefa como efeito da prática. Essa hipótese foi confirmada em crianças. As crianças do grupo experimental demonstraram maior frequência de uso da mão não-preferida do que as crianças do grupo controle, o que pode indicar que a prática foi capaz de aumentar a frequência de utilização dessa mão nesta tarefa. Como visto, o efeito da prática na tarefa de apontar foi evidenciado entre as crianças, mas não entre adultos. Sugere-se que crianças apresentam preferência manual mais maleável do que adultos, sendo mais facilmente modificada para tarefas não-relacionadas à tarefa praticada, principalmente para tarefas com demanda de precisão reduzida.

Os resultados deste experimento indicam que prática unimanual leva à modificação da preferência manual em crianças e adultos, sendo que a preferência manual em crianças parece ser mais facilmente modificada em tarefas complexas e posições extremas contralaterais. No entanto, a modificação da preferência manual não

foi acompanhada por alterações no desempenho motor. Propõe-se que a curto-prazo a modificação da preferência manual após prática com a mão não-preferida seja consequência do aumento de confiança na mão treinada, e não da vantagem de desempenho com essa mão.

CONCLUSÕES

6. Conclusões

Foi mostrado que um curto período de experiências lateralizadas em bebês é capaz de induzir o uso mais frequente da mão não-preferida. Esse resultado sugere que a preferência manual em bebês é moldada por experiências sensório-motoras. Os resultados em crianças e adultos, por sua vez, demonstraram que a preferência manual, mesmo após definida, pode ser modulada por prática com a mão não-preferida.

A ausência do efeito de uso repetido da mão não-preferida sobre o desempenho motor nas diferentes idades indica que a variação de preferência manual não foi motivada por ganho de desempenho com a mão não-preferida.

LIMITAÇÕES

7. Limitações

Uma limitação deste estudo pode ter sido o número de alcances realizados pelos bebês durante a fase de experiências lateralizadas. Neste estudo o número de tentativas de alcance foi definido visando o número máximo de tentativas que a maioria dos bebês, particularmente os bebês aos 4 meses, suportariam. No entanto, como discutido, as experiências lateralizadas com a mão não-preferida não foram suficientes para levar à melhora de desempenho com essa mão. É provável que o oferecimento de uma maior quantidade de experiências no alcance seja capaz de detectar modificações no desempenho como efeito das experiências lateralizadas.

INVESTIGAÇÕES FUTURAS

8. Investigações futuras

Para investigações futuras sugiro testar o efeito de prática unilateral intensiva sobre a preferência manual e sobre o desempenho motor em crianças e adultos. Além disso, sugiro que a tarefa de teste seja também a tarefa praticada.

Particularmente em bebês, a manipulação e o controle de fatores ambientais, como posicionamento do berço, posicionamento de móveis ou brinquedos, interação social entre mãe e bebê durante brincadeiras e alimentação, podem trazer informações adicionais sobre como esses fatores influenciam no desenvolvimento da lateralidade.

Estudos com neuroimagens são uma ótima forma de testar os processos que estão envolvidos na escolha de uma mão. Seria interessante utilizar neuroimagens para detectar mudanças na ativação de regiões hemisféricas cerebrais e a relação com a lateralidade após experiências unilaterais. Uma técnica que tem sido utilizada em bebês e com bons resultados é o fNIRS. A utilização dessa técnica tornaria possível a comparação entre bebês, crianças e adultos.

REFERÊNCIAS

9. Referências

ADOLPH, K. E. et al. What is the shape of developmental change? *Psychological Review*, v. 115, n. 3, p. 527-543, 2008.

ANNETT, M. The growth of manual preference and speed. *British Journal of Psychology*, v. 61, n. 4, p. 545-558, 1970.

ANNETT, M. Genetic and nongenetic influences on handedness. *Behavior Genetics*, v. 8, p. 227-249, 1978.

ANNETT, M. In defense of the right shift theory. *Perceptual and Motor Skills*, v. 82, p. 115-137, 1996.

ASHTON, G. C. Handedness: An alternative hypothesis. *Behavior Genetics*, v. 12, p. 125-147, 1982.

ATUN-EINY, O. et al. Strength of infants' bimanual reaching patterns is related to the onset of upright locomotion. *Infancy*, julho, 2013.

BAGESTEIRO, L. B.; SAINBURG, R. L. Handedness: Dominant arm advantages in control of limb dynamics. *Journal of Neurophysiology*, v. 88, p. 2408-2421, 2002.

BEATON, A. A. The nature and determinants of handedness. *The asymmetrical brain*, capítulo 4, p. 105-158, MIT Press, 2003.

BERGER, S. E.; FRIEDMAN, R.; POLIS, M. C. The role of locomotor posture and experience on handedness and footedness in infancy. *Infant Behavior and Development*, v. 34, p. 472-480, 2011.

BERNSTEIN, N. *Coordination and regulation of movements*. New York: Pergamon Press. 1967.

BISHOP, D. V. Handedness and specific language impairment: a study of 6-year-old twins. *Developmental Psychobiology*, v. 46, n. 4, p. 362-369, 2005.

BISHOP, D. V. et al. The measurement of hand preference: a validation study comparing three groups of right-handers. *British Journal of Psychology*, v. 87, p. 269-285, 1996.

BOULINGUEZ, P.; NOUGIER, V.; VELAY, J. Manual asymmetries in reaching movement control I: study of right-handers. *Cortex*, v. 37, p. 101-122, 2001.

BRACKENRIDGE, C. Secular variation in handedness over ninety years. *Neuropsychologia*, v. 19, n. 3, p. 459-62, 1981.

BRANDÃO, S. J. *Desenvolvimento psicomotor da mão*. Rio de Janeiro: Enelivros, 453p, 1984.

BRYDEN, P. J.; HUSZCZNSKI, J. Under what conditions will right-handers use their

left hand? The effects of object orientation, object location, arm position, and task complexity in preferential reaching. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, v. 16, n. 6, 2011.

BRYDEN, P. J.; MAYER, M.; ROY, E. A. Influences of task complexity, object location, and object type on hand selection in reaching in left and right-handed children and adults. *Developmental Psychobiology*, v. 53, p. 47-58, 2011.

BRYDEN, P. J.; PRYDE, K. M.; ROY, E. A. A performance measure of the degree of hand preference. *Brain and Cognition*, v. 44, n. 3, p. 402-414, 2000.

BRYDEN, P. J.; ROY, E. A. Unimanual performance across the age span. *Brain and Cognition*, v. 57, p. 26-29, 2005.

BRYDEN, P. J.; ROY, E. A. Preferential reaching across regions of hemispace in adults and children. *Developmental Psychobiology*, v. 48, p. 121-132, 2006.

CAMPBELL, S.K.; LINDEN, D.W.V.; PALISANO, R.J. *Physical Therapy for Children*. WB Saunders Company, 1995.

CAMPOS, A. C. et al. Infants with Down syndrome and their interactions with objects: development of exploratory actions after reaching onset. *Research in Developmental Disabilities*, v. 34, p. 1906-1916, 2013.

CAREY, D. P.; HARGREAVES, E. L.; GOODALE, M. A. Reaching to ipsilateral or contralateral targets: within-hemisphere visuomotor processing cannot explain hemispatial differences in motor control. *Experimental Brain Research*, v. 112, n. 3, 1996.

CARLIER, M.; DOYEN, A. L.; LAMARD, C. Midline crossing: Developmental trend from 3 to 10 years of age in a preferential card-reaching task. *Brain and Cognition*, v. 61, n. 3, p. 255-261, 2006.

CARVALHO, R. P. et al. Early control of reaching: effects of experience and body orientation. *Infant Behavior and Development*, v. 31, p. 23-33, 2008.

CASTRO-BARROS, B. A. et al. Interlateral asymmetry in the time course of the effect of a peripheral prime stimulus. *Brain and Cognition*, v. 66, n. 3, p. 265-279, 2008.

CASTRO-BARROS, B. A. et al. Lateral asymmetry of voluntary attention orienting. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 43, n. 8, p. 745-758, 2010.

CIRULLI, F.; BERRY, A.; ALLEVA, E. Early disruption of the mother-infant relationship: effects on brain plasticity and implications for psychopathology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 27, p. 73-82, 2003.

CLAUDIO, A. P. K.; TEIXEIRA, L. A. A developmental perspective of intermanual performance asymmetry in aiming. *Perceptual & Motor Skills: Physical Development & Measurement*, v. 115, n. 1, p. 153-165, 2012.

- CORBETTA, D.; BOJCZYK, K. E. Infants return to two-handed reaching when they are learning to walk. *Journal of Motor Behavior*, v. 34, n. 1, p. 83-95, 2002.
- CORBETTA, D.; THELEN, E. A method for identifying the initiation of reaching movements in natural prehension. *Journal of Motor Behavior*, v. 27, n. 3, p. 285-293, 1995.
- CORBETTA, D.; THELEN, E. The developmental origins of bimanual coordination: a dynamic perspective. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 22, p. 502-22, 1996.
- CORBETTA, D.; THELEN, E. Lateral biases and fluctuations in infants' spontaneous arm movements and reaching. *Developmental Psychobiology*, v. 34, p. 237-255, 1999.
- CORBETTA, D.; WILLIAMS, J.; SNAPP-CHILDS, W. Plasticity in the development of handedness: Evidence from normal development and early asymmetric brain injury. *Developmental Psychobiology*, v. 48, p. 460-471, 2006.
- COREN, S.; PORAC, C.; DUNCAN, P. Lateral preference behaviors in preschool children and young adults. *Child Development*, v. 52, p. 443-450, 1981.
- CORYELL, J. F.; MICHEL, G. F. How supine postural preferences of infants can contribute toward the development of handedness. *Infant Behavior and Development*, v. 1, p. 245-257, 1978.
- CUNHA, A. B. et al. Effect of training at different body positions on proximal and distal reaching adjustments at the onset of goal-directed reaching: a controlled clinical trial. *Motor Control*, v. 17, p. 123-144, 2013.
- DIEDRICH, F. J. et al. Motor memory is a factor in infant perseverative errors. *Developmental Science*, v. 3, n. 4, p. 479-494, 2000.
- DOYEN, A. L. et al. Hand preference and hand performance: Cross-sectional developmental trends and family resemblance in degree of laterality. *Laterality*, v. 13, n. 2, p. 179-197, 2008.
- FAGARD, J. The nature and nurture of human infant hand preference. *Annals of the New York Academy of Sciences: Evolution of Human Handedness*, p. 1-10, 2013.
- FAGARD, J.; LEMOINE, C. The role of imitation in the stabilization of handedness during infancy. *Journal of Integrative Neuroscience*, v. 5, n. 4, p. 519-533, 2006.
- FITCH, W. T.; BRACCINI, S. N. Primate laterality and the biology and evolution of human handedness: a review and synthesis. *Annals of the New York Academy of Sciences: Evolution of Human Handedness*, p. 1-16, 2013.
- FRÔNIO, J. S. et al. Influência da posição do objeto na frequência de alcances manuais em lactentes com desenvolvimento típico. *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 139-44, abr/jun., 2011.

GABBARD, C.; HELBIG, C. R. What drives children's limb selection for reaching in hemispace? *Experimental Brain Research*, v. 156, p. 325-332, 2004.

GABBARD, C.; RABB, C. What determines choice of limb for unimanual reaching movements? *The Journal of General Psychology*, v. 127, n. 2, p. 178-184, 2000.

GESELL, A. The ontogenesis of infant behavior. In L. Carmichael (Ed.). *Manual of Child Psychology*, p. 295-331, Nova York: Wiley, 1946.

GESELL, A.; AMES, L. B. The development of handedness. *Journal of Genetic Psychology*, v. 70, p. 155-175, 1947.

GREENWOOD, J. G. et al. A survey of sidedness in Northern Irish schoolchildren: the interaction of sex, age, and task. *Laterality*, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2007.

HARKINS, D. A.; UZGIRIS, I. C. Hand-use matching between mothers and infants during the first year. *Infant Behavior and Development*, v. 14, p. 289-298, 1991.

HEALEY, J. M.; LIEDERMAN, J.; GESCHWIND, N. Handedness is not a unidimensional trait. *Cortex*, v. 22, p. 33-53, 1986.

HEDBERG, A. et al. Development of postural adjustments in sitting position during the first half year of life. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 47, p. 312-320, 2005.

HELBIG, C. R.; GABBARD, C. What determines limb selection for reaching? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 75, n. 1, 2004.

HILL, E. L.; KHANEM, F. The development of hand preference in children: the effect of task demands and links with manual dexterity. *Brain and Cognition*, v. 71, p. 99-107, 2009.

HINOJOSA, T.; SHEU, C. F.; MICHEL, G. F. Infant hand-use preferences for grasping objects contributes to the development of a hand-use preference for manipulating objects. *Developmental Psychobiology*, v. 43, p. 328-334, 2003.

HOPKINS, W. D.; ADAMS, M. J.; WEISS, A. Genetic and environmental contributions to the expression of handedness in Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Genes, Brain and Behavior*, v. 12, n. 4, p. 446-52, 2013.

HOPKINS, B.; RÖNNQVIST, L. Facilitating postural control: effects on the reaching behavior of 6-month-old infants. *Developmental Psychobiology*, v. 40, p. 168-182, 2002.

JACQUET, A. et al. Handedness for grasping objects and declarative pointing: a longitudinal study. *Developmental Psychobiology*, v. 54, n. 1, p. 36-46, 2012.

JACOBSON, L. et al. Lateral manual asymmetries: a longitudinal study from birth to 24 months. *Developmental Psychobiology*, v. 56, n. 1, p. 58-72, 2014.

JENKINS, I. H. et al. Motor Sequence Learning: A Study with Positron Emission Tomography. *The Journal of Neuroscience*, v. 14, n. 6, p. 3775-3790, 1994.

KELSO, J. A. S. *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, M.A: MIT Press. 1995

KONCZAK, J. et al. The development of goal-directed reaching in infants: hand trajectory formation and joint torque control. *Experimental Brain Research*, v. 106, p. 156-168, 1995.

LAVRYSEN, A. et al. The control of sequential aiming movements: the influence of practice and manual asymmetries on the one-target advantage. *Cortex*, n. 39, p. 307-325, 2003.

LECONTE, P.; FAGARD, J. Which factors affect hand selection in children's grasping in hemispace? Combined effects of task demand and motor dominance. *Brain and Cognition*, v. 60, p. 88-93, 2006.

LIBERTUS, K.; NEEDHAM, A. Teach to reach: the effects of active vs. passive reaching experiences on action and perception. *Vision Research*, v. 50, p. 2750-2757, 2010.

LOBO, M. A.; GALLOWAY, J. C.; SAVELSBERGH, G. J. P. General and task-related experiences affect early object interaction. *Child Development* v. 75, n. 4, p. 1268-1281, 2004.

MAEDA, R. S.; SOUZA, R. M.; TEIXEIRA, L. A. From specific training to global shift of manual preference in Kung Fu experts. *Perceptual and Motor Skills: Learning and Memory*, v. 118, n. 1, p. 1-13, 2014.

MAMOLO, C. M. et al. The effects of skill demands and object position on the distribution of preferred hand reaches. *Brain and Cognition*, v. 55, n. 2, p. 349-351, 2004.

MCGRAW, M. B. Maturation of behavior. In *Manual of child psychology*. Carmichael, L. (Ed), p. 332-369, Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc, 1068 pp, 1946.

MCGRAW, M. B. From Reflex to Muscular Control in the Assumption of an Erect Posture and Ambulation in the Human Infant. *Child Development*, v. 3, n. 4, p. 291-297, 1932.

MARCHANT, L. F.; MCGREW, W. C. Laterality of limb function in wild chimpanzees of Gombe National Park: comprehensive study of spontaneous activities. *Journal of Human Evolution*, v. 30, p. 427-443, 1996.

MARCHANT, L. F.; MCGREW, W. C. Handedness is more than laterality: lessons from chimpanzees. *Annals of the New York Academy of Sciences: Evolution of Human Handedness*, p. 1-8, 2013.

MARSCHIK, P. B. et al. From the reaching behavior at 5 months of age to hand

preference at preschool age. *Developmental Psychobiology*, v. 50, p. 511-518, 2008.

MCGONIGLE, B. O.; FLOOK, J. The learning of hand preferences by squirrel monkey. *Psychological Research*, v. 40, p. 93-98, 1978.

MCGREW, W. C.; MARCHANT, L. F. Ethological studies of manual laterality in the chimpanzees of the Mahale Mountains, Tanzania. *Behaviour*, v. 138, p. 329-358, 2001.

MELZER, A.; PRINZ, W.; DAUM, M. M. Production and perception of contralateral reaching: a close link by 12 months of age. *Infant Behavior and Development*, v. 35, p. 570-579, 2012.

MENG, L. The rate of handedness conversion and related factors in left-handed children. *Laterality*, v. 12, p. 131-138, 2007.

MEUNIER, H. et al. Patterns of hemispheric specialization for a communicative gesture in different primate species. *Developmental Psychobiology*, v. 55, n. 6, p. 662-71, 2013.

MEUNIER, H.; FIZET, J.; VAUCLAIR, J. Tonkean macaques communicate with their right hand. *Brain & Language*, v. 126, p. 181-187, 2013.

MEUNIER, H.; VAUCLAIR, J.; FAGARD, J. Human infants and baboons show the same pattern of handedness for a communicative gesture. *PLoS ONE*, v. 7, n. 3, 2012.

MICHEL, G. E.; HARKINS, D. A. Postural and lateral asymmetries in the ontogeny of handedness during infancy. *Developmental Psychobiology*, v. 19, p. 247-258, 1986.

MICHEL, G. F.; OVRUT, M. R.; HARKINS, D. A. Hand-use preference for reaching and object manipulation in 6- through 13-month-old infants. *Genetic, Social, and General Monographs*, v. 111, p. 407-427, 1985.

MIKHEEV, M. et al. Motor control and cerebral hemispheric specialization in highly qualified judo wrestlers. *Neuropsychologia*, v. 40, n. 8, p. 1209-1219, 2002.

MORANGE, F.; BLOCH, H. Lateralization of the approach movement and the prehension movement in infants from 4 to 7 months. *Early Development and Parenting*, v. 5, p. 81-92, 1996.

MORANGE-MAJOUX, F.; PEZE, A.; BLOCH, H. Organisation of left and right hand movement in a prehension task: A longitudinal study from 20 to 32 weeks. *Laterality*, v. 5, p. 351-362, 2000.

NAGY, E. et al. Index finger movement imitation by human neonates: Motivation, learning, and left-hand preference. *Pediatric Research*, v. 58, p. 749-753, 2005.

NEGAYAMA, K. et al. Behavioral development of infant holding and its laterality in relation to mothers' handedness and child-care attitude. *Infant Behavior and Development*, v. 33, p. 68-78, 2010.

NELSON, E. L.; CAMPBELL, J. M.; MICHEL, G. F. Unimanual to bimanual: tracking

the development of handedness from 6 to 24 months. *Infant Behavior and Development*, v. 36, p. 181– 188, 2013.

NEWELL, K.M. Constraints on the development of coordination. *In: Wade, M.G; Whitine, H.T.A. Motor development in children: aspects of coordination and control.* Boston, Martin Nihoff, 341-60, 1986.

OLIVEIRA, F. T. P. et al. Transcranial magnetic stimulation of posterior parietal cortex affects decisions of hand choice. *PNAS*, set., p. 1-6, 2010.

PAPADEMETRIOU, E.; SHEU, C.; MICHEL, G. F. A meta-analysis of primate hand preferences, particularly for reaching. *Journal of Comparative Psychology*, v. 119, n. 1, 33-48, 2005.

PARLOW, S. E.; KINSBOURNE, M. Asymmetrical transfer of braille acquisition between hands. *Brain and Cognition*, v. 39, p. 319-330, 1990.

PASCALIS, O. et al. Plasticity of face processing in infancy. *PNAS*, v. 102, n. 14, p. 5297-5300, 2005.

PETERS, M.; IVANOFF, J. Performance asymmetries in computer mouse control of right-handers, and left-handers with left- and right-handed mouse experience. *Journal of Motor Behavior*, v. 31, n. 1, p. 86-94, 1999.

PETERS, M.; MURPHY, K. Cluster analysis reveals at least three, and possibly five distinct handedness groups. *Neuropsychologia*, v. 30, n. 4, p. 373-380, 1992.

PIEK, J. P. The role of variability in early motor development. *Infant Behavior and Development*, v. 25, 452-465, 2002.

POGETTI, L. S. et al. Visibilidade dos braços afeta a preferência manual em bebês. *Motriz, Rio Claro*, v. 19, n. 1, p. 160-170, jan./mar., 2013a.

POGETTI, L. S. et al. Early infant's use of visual feedback in voluntary reaching for a spatial target. *Frontiers in Psychology*, v. 4, n. 520, 2013b.

PORAC, C.; COREN, S.; SEARLEMAN, A. Environmental factors in hand preference formation: Evidence from attempts to switch the preferred hand. *Behavior Genetics*, v. 16, p. 251-261, 1986.

POTIER, C.; MEGUERDITCHIAN, A.; FAGARD, J. Handedness for bimanual coordinated actions in infants as a function of grip morphology. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, v. 18, n. 5, 576-593, 2012.

PROVINS, K. A. Handedness and speech: A critical reappraisal of the role of genetic and environmental factors in the cerebral lateralization of function. *Psychological Review*, v. 104, p. 554-571, 1997a.

PROVINS, K. A. The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications. *Journal of Motor Behavior*, v. 29, p. 183-192, 1997b.

PROVINS, K. A.; GLENCROSS, D. J. Handwriting, typewriting and handedness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 20, n. 3, p. 282-289, 1968.

PRZYBYLA, A. et al. Sensorimotor performance asymmetries predict hand selection. *Neuroscience*, v. 228, p. 349-360, 2013.

RAMSAY, D. S. Onset of unimanual handedness in infants. *Infant Behavior and Development*, v. 3, p. 377-385, 1980.

RAT-FISCHER, L.; O'REGAN, J. K.; FAGARD, J. Handedness in infants' tool use. *Developmental Psychobiology*, set., 2013.

RÖNNQVIST, L.; DOMELLOF, E. Quantitative assessment of right and left reaching movements in infants: A longitudinal study from 6 to 36 months. *Developmental Psychobiology*, v. 48, p. 444-459, 2006.

SACREY, L. R.; KARL, J. M.; WHISHAW, I. Q. Development of rotational movements, hand shaping, and accuracy in advance and withdrawal for the reach-to-eat movement in human infants aged 6-12 months. *Infant Behavior and Development*, v. 35, p. 543-560, 2012.

SAINBURG, R. L. Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Experimental Brain Research*, v. 142, p. 241-258, 2002.

SAINBURG, R.L.; KALAKANIS, D. Differences in control of limb dynamics during dominant and nondominant arm reaching. *Journal of Neurophysiology*, v. 83, p. 2661-2675, 2000.

SANN, C.; STRERI, A. Inter-manual transfer of object texture and shape in human neonates. *Neuropsychologia*, v. 46, p. 698-703, 2008.

SEJNOWSKI, T. Learning optimal strategies in complex environments. *PNAS*, v. 107, n. 47, p. 20151-20152, 2010.

SERRIEN, D. J.; IVRY, R. B.; SWINNEN, S. P. Dynamics of hemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nature reviews. Neuroscience*, v. 7, n. 2, p. 160-166, 2006.

SHIRLEY, M.M. *The first two years, a study of twenty-five babies: I. Postural and locomotor development.* Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 1931.

SINGH, M.; MANJARY, M.; DELLATOLAS, G. Lateral preferences among Indian school children. *Cortex*, v. 37, p. 231-241, 2001.

SOUZA, R. M. et al. Is early manual preference in infants defined by intermanual performance asymmetry in reaching? *Infant Behavior and Development*, v. 35, p. 742-750, 2012.

SOUZA, R. M.; TEIXEIRA, L. A. Sobre a relação entre filogenia e ontogenia no desenvolvimento da lateralidade na infância. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 24, n. 1,

p. 62-70, 2011.

SOUZA, R. M.; TUDELLA, E.; TEIXEIRA, L. A. Preferência manual na ação de alcançar em bebês em função da localização espacial do alvo. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 24, n. 2, p. 318-325, 2011.

STÖCKEL, T.; WEIGELT, M. Plasticity of human handedness: decreased one-hand bias and intermanual performance asymmetry in expert basketball players. *Journal of Sports Sciences*, v. 30, n. 10, p. 1037-1045, jun, 2012.

STOLOFF, R. H. et al. Effect of reinforcement history on hand choice in an unconstrained reaching task. *Frontiers in Neuroscience*, v. 5, n. 41, p. 1-14, 2011.

TAN, U.; TAN, M. Incidences of asymmetries for the palmar grasp reflex in neonates and hand preference in adults. *NeuroReport*, v. 10, n. 16, p. 3253-3256, 1999.

TEASDALE, N. et al. Determining movement onsets from temporal series. *Journal of Motor Behavior*, v. 25, p. 97-106, 1993.

TEIXEIRA, L. A. Categories of manual asymmetry and their variation with advancing age. *Cortex*, v. 44, p. 707-716, 2008.

TEIXEIRA, L. A.; OKAZAKI, V. H. A. Shift of manual preference by lateralized practice generalizes to related motor tasks. *Experimental Brain Research*, v. 183, p. 417-423, 2007.

TEIXEIRA, L. A.; SILVA, R. P. P.; FREITAS, S. L. Amplification and diffusion of manual preference from lateralized practice in children. *Developmental Psychobiology*, v. 52, p. 723-730, 2010.

TEIXEIRA, L. A.; TEIXEIRA, M. C. T. Shift of manual preference in right-handers following unimanual practice. *Brain and Cognition*, v. 65, p. 238-243, 2007.

THELEN, E.; CORBETTA, D.; SPENCER, J. P. Development of reaching during the first year: Role of movement speed. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 22, p. 1059-76, 1996.

THELEN, E. et al. The transition to reaching: mapping intention and intrinsic dynamics. *Child Development*, v. 64, p. 1058-1098, 1993.

THELEN, E., FISHER, D. M.; RIDLEY-JOHNSON, R. The relationship between physical growth and a newborn reflex. *Infant Behavior and Development*. v. 7, p. 479-493, 1984.

THELEN, E; SMITH, L. B. A dynamic systems approach to the development of cognition and action. Cambridge, M. A.: MIT Press. 1994

THELEN, E; SMITH, L. B. Dynamic systems theories. In: Lerner, R. M. Handbook of child psychology: Theoretical models of human development. New York: John Wiley & Sons, p. 563-634, 1998.

WARREN, J. M. The development of paw preference in cats and monkeys. *The Journal of Genetic Psychology*, v. 93, p. 229-236, 1958.

VAN DER FITS, I. B. M. et al. Postural adjustments during spontaneous and goal directed arm movements in the first half year of life. *Behavioural Brain Research*, v.106, p. 75-90, 1999.

VAN HOF, P.; VAN DER KAMP, J.; SAVELSBERGH, G. J. P. The relation of unimanual and bimanual reaching to crossing the midline. *Child Development*, v. 73, n. 5, p. 1353-1362, 2002.

VAN WERMESKERKEN, M. et al. Getting the closer object? An information-based dissociation between vision for perception and vision for movement in early infancy. *Developmental Science*, v. 16, n. 1, p. 91-100, 2013.

VON HOFSTEN, C. Structuring of early reaching movements: A longitudinal study. *Journal of Motor Behavior*, v. 23, n. 4, 1991.

VON HOFSTEN, C.; FAZEL-ZANDY, S. Development of visually guided hand orientation in reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 38, p. 208-219, 1984.

ZELAZO, P. R., ZELAZO, N. A., KOLB, S. "Walking" in the newborn. *Science*, v. 177, p. 1058-1059, 1972.

ZOIA, S. et al. A comparison of the reach-to-grasp movement between children and adults: a kinematic study. *Developmental Neuropsychology*, v. 30, n. 2, p. 719-738, 2006.

APÊNDICES

Apêndice A - Folha para avaliação do comportamento lateral – Experimento 1

Effect of lateralized experiences in the reaching in infants

Infant Code: _____ Date: _____

1° Session:

- Affordance:(cup) - Video: _____ H: _____ Bird: # Trial
 ▪ 1- () R () L # _____

- Baseline: Video: _____ H: _____ Bird: # Trial
 ▪ 2- () R () L # _____
 ▪ 3- () R () L # _____
 ▪ 4- () R () L # _____
 ▪ 5- () R () L # _____
 ▪ 6- () R () L # _____

- Practice: Video: _____ H: _____

() Right side () Left side Bird: # Trial
 ▪ 7- () R () L # _____
 ▪ 8- () R () L # _____
 ▪ 9- () R () L # _____
 ▪ 10- () R () L # _____
 ▪ 11- () R () L # _____
 ▪ 12- () R () L # _____
 ▪ 13- () R () L # _____
 ▪ 14- () R () L # _____
 ▪ 15- () R () L # _____
 ▪ 16- () R () L # _____

- Assessment: Video: _____ H: _____ Bird: # Trial
 ▪ 17- () R () L # _____
 ▪ 18- () R () L # _____
 ▪ 19- () R () L # _____
 ▪ 20- () R () L # _____
 ▪ 21- () R () L # _____

- Affordance:(cup) - Video: _____ H: _____ Bird: # Trial
 22- () R () L # _____

Apêndice B - TCLE Crianças

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Consentimento Pós-Informação para Pesquisa com Seres Humanos)

LABORATÓRIO SISTEMAS MOTORES HUMANOS (SMH)

Escola de Educação Física e Esportes - Universidade de São Paulo.

Consentimento formal de participação no estudo intitulado “Origem, amplificação e difusão da preferência manual na infância e sua relação com assimetrias intermanuais de desempenho”

Responsável: Ft. Rosana Machado de Souza

Orientador: Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira

Eu,,
portador(a) do RG no., residente à
....., n., bairro
na cidade de, telefone, responsável pelo
(a) menor, autorizo a
participação de meu (minha) filho (a) no estudo e concordo em participar da pesquisa
conduzida por Ft. Rosana Machado de Souza e Dr. Luis Augusto Teixeira.

Objetivo do Estudo:

Testar os princípios de amplificação e difusão da preferência manual a partir de prática lateralizada.

Explicação do procedimento:

A primeira etapa do estudo corresponderá à avaliação da preferência manual e do desempenho motor em movimentos de alcançar objetos, o que será realizado no Laboratório Sistemas Motores Humanos da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. As crianças terão livre escolha no uso das mãos para realizar as tarefas manuais. Após esse teste as crianças terão sessões de prática em várias tarefas manuais com a mão não-preferida. Essas tarefas serão praticadas durante 6 sessões de 20 min., sendo duas sessões por semana, realizadas na sede do Programa Esporte e Talento (PET). Dois dias após a sexta sessão será nova avaliação no Laboratório da mesma forma como na primeira avaliação. Trinta dias após a segunda avaliação será feita a mesma avaliação pela terceira vez no mesmo Laboratório. Para análise dos movimentos serão afixados com fita adesiva três marcadores refletivos em cada mão: punho, ponta do dedo indicador e ponta do polegar. Os movimentos serão filmados para análise.

Benefícios previstos:

Participando do estudo, as crianças e seus responsáveis estarão ajudando na compreensão do papel que experiências lateralizadas desempenham na formação, desenvolvimento e alteração da preferência manual e do desempenho motor com cada uma das mãos durante diferentes períodos durante a infância, o que possui o potencial de gerar informações relevantes para a compreensão da lateralização em seres humanos. Além disso, resultados deste estudo poderão oferecer suporte a uma proposição teórica bem fundamentada de estabelecimento da lateralidade em função predominantemente da prática lateralizada durante o desenvolvimento motor.

Potenciais riscos e incômodos:

O experimento não trará riscos para a saúde de seu (sua) filho (a), e a identidade de ambos não será revelada.

Liberdade de participação:

A participação neste estudo é voluntária e poderá ser interrompida a qualquer momento sem necessidade de justificativa.

Sigilo de identidade

As informações obtidas neste estudo serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem sua autorização. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, ficando resguardada a sua privacidade.

Declaro que estou de acordo com a participação de meu (minha) filho (a) no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele.

Para questões relacionadas a esse estudo, contate:

Ft. Rosana Machado de Souza

Fone: (11)3091-8795/(16)9172-6158

E-mail: romasouza@yahoo.com.br

Assinatura da mãe ou responsável legal*

Nome por extenso

Assinatura do pesquisador

Nome por extenso

São Paulo,dede

(*) Responsável Legal:.....

Idade: Grau de Parentesco:

Apêndice C - TCLE (Adultos)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL
LEGAL****1. DADOS DO INDIVÍDUO**

Nome completo

Sexo Masculino
 Feminino

RG

Data de
nascimentoEndereço
completo

CEP

Fone

e-mail

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo

Natureza (grau de parentesco, tutor,
curador, etc.)

Sexo Masculino

Feminino

RG

Data de
nascimentoEndereço
completo

CEP

Fone

e-mail

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

Origem, amplificação e difusão da preferência manual na infância e sua relação com assimetrias intermanuais de desempenho

2. Pesquisador Responsável

Rosana Machado de Souza

3. Cargo/Função

Estudante de doutorado

4. Avaliação do risco da pesquisa:

 RISCO
MÍNIMO RISCO
BAIXO RISCO
MÉDIO RISCO
MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

2 meses

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

A primeira etapa do estudo corresponderá à avaliação da preferência manual e do desempenho motor em movimentos de alcançar objetos. Os participantes terão livre escolha no uso das mãos para realizar as tarefas manuais. Após esse teste uma parte dos participantes terá sessões de prática em várias tarefas manuais com a mão não-preferida. Essas tarefas serão praticadas durante 6 sessões de 20 min., sendo duas sessões por semana. Dois dias após a sexta sessão todos os participantes serão avaliados da mesma forma como na primeira avaliação. Trinta dias após a segunda avaliação será feita a mesma avaliação pela terceira vez. A pesquisa será realizada no Laboratório Sistemas Motores Humanos da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. Para análise dos movimentos serão afixados com fita adesiva três marcadores refletivos em cada mão: punho, ponta do dedo indicador e ponta do polegar. Os movimentos serão filmados para análise.

Participando do estudo, os participantes estarão ajudando na compreensão do papel que experiências lateralizadas desempenham na formação, desenvolvimento e alteração da preferência manual e do desempenho motor com cada uma das mãos durante diferentes períodos durante a infância, o que possui o potencial de gerar informações relevantes para a compreensão da lateralização em seres humanos. Além disso, resultados deste estudo poderão oferecer suporte a uma proposição teórica bem fundamentada de estabelecimento da lateralidade em função predominantemente da prática lateralizada durante o desenvolvimento motor.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

O experimento não trará riscos para a saúde dos participantes, e sua identidade não será revelada. A participação neste estudo é voluntária e poderá ser interrompida a qualquer momento sem necessidade de justificativa. As informações obtidas neste estudo serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem

sua autorização. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, ficando resguardada a sua privacidade.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

(11)3091-8795/(16)9172-6158

E-mail: romasouza@yahoo.com.br

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____ / ____ / ____

assinatura do sujeito da pesquisa

ou responsável legal

Rosana Machado de Souza

(carimbo ou nome legível)

Apêndice D - Protocolo das sessões de prática

Projeto: Origem, amplificação e difusão da preferência manual na infância e sua relação com assimetrias intermanuais de desempenho

Tarefas

Tarefa específica: 2 tabuleiros de trilha com duas peças nas marcas extremas realizar movimentos de proximal para distal, depois de distal para proximal empilhando as peças no centro. Realizar somente uma vez, avaliação.

TREINAMENTO:

Tarefa 1 - (trilha) peças empilhadas (3 peças) em 6 posições iniciais proximais , de proximal para distal empilhar as peças para a posição mais distal. Sempre das posições externas para as posições internas até completar a tabuleiro, sendo que proximal para distal o movimento é retilíneo e de distal para proximal o transporte da peça é em diagonal.

Tarefa 2- (trilha) transportar peças empilhadas (3 peças) em 6 posições da direita para esquerda, virando as peças, empilhando-as e vice-versa.

Tarefa 3- (trilha) transportar peças de um tabuleiro à direita para a posição extrema no outro tabuleiro à esquerda virando e empilhando-as, voltar as peças para o tabuleiro à direita na posição inicial; realizar o mesmo da esquerda para a direita.

Tarefa 4 – (blocos) fazer prédios um do lado do outro, deixando livre escolher peças grandes e pequenas.

Tarefa 5 – (blocos) fazer casas com telhados de dois tamanhos.

Tarefa 6 – (blocos) fazer pilhas com peças com orifício.

*A partir da quarta sessão, podem brincar com todas as peças do jogo de blocos e montar o que quiserem.

Tarefa 7 – (resta 1) colocar pinos no tabuleiro e depois passar para o outro tabuleiro e vice-versa. Em seguida tirar as peças, guardando as peças na mão e depois colocar no saco.

Tarefa 8 – (trunfo) pegar 7 cartas que estão sobre a mesa de cada vez virando-as e colocando sobre a mesa novamente.

Tarefa 9 – (jogos com varetas) soltar as varetas e pegar.

Tarefa 10 – trajeto zigue-zague e tortuoso usando softwares star task e de perseguição

Protocolo de treinamento

Geral: tarefa específica todas as sessões, tarefas de 1 a 6 (1 por sessão, alternando trilha e blocos), tarefas 7 a 9 (alternar durante as sessões), tarefa 10 (todos os dias alternando o software).

- Sessão 1: início com avaliação na tarefa específica; tarefa 1 (5 min), tarefa 7 (5 min);
- Sessão 2: treino: tarefa 4 (5 min), tarefa 8 (3 min), tarefa 7 (5 min), tarefa 10 (5 min); avaliação na tarefa específica;
- Sessão 3: treino: tarefa específica (3 min), tarefa 2 (5 min), tarefa 9 (2 min), tarefa 7 (3 min), tarefa 10 (5 min); avaliação na tarefa específica;
- Sessão 4: treino: tarefa específica (3 min), tarefa 5 (5 min), tarefa 7 (5 min), tarefa 10 (5 min); avaliação na tarefa específica;
- Sessão 5: treino: tarefa específica (3 min), tarefa 6 (5 min), tarefa 7 (5 min), tarefa 10 (5 min); avaliação na tarefa específica;
- Sessão 6: treino: tarefa específica (3 min), tarefa 3 (5 min), tarefa 9 (5 min), tarefa 10 (5 min); avaliação na tarefa específica.

Apêndice E – Resultados estatísticos para análise dos escores de preferência manual na tarefa específica no decorrer das sessões de prática.

Tabela 1. Valores estatísticos do teste de Friedman para análise dos escores de preferência manual na tarefa específica no decorrer das sessões de prática.

Grupo	Componente da tarefa	X ²	p
Adultos			
	Simplex – Ipsilateral	4,05	0,543
	Simplex – Contralateral	11,10	0,049*
	Complexa – Ipsilateral	6,50	0,261
	Complexa – Contralateral	10,00	0,075
Crianças			
	Simplex – Ipsilateral	4,44	0,487
	Simplex – Contralateral	5,00	0,416
	Complexa – Ipsilateral	5,00	0,416
	Complexa – Contralateral	1,30	0,934

* Valor significante

Apêndice F – Resultados estatísticos para a variável tempo de desaceleração,
componente 1

Tabela 2. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável tempo de desaceleração, componente 1.

Fatores	F	p
Grupo	0,084	0,773
Idade	11,200	0,001*
Teste	0,242	0,786
Mão	0,741	0,392
Grupo * Idade	3,429	0,068
Grupo * Teste	1,681	0,194
Grupo * Mão	1,177	0,281
Idade * Teste	0,360	0,699
Idade * Mão	2,451	0,121
Teste * Mão	0,630	0,536
Grupo * Idade * Teste	3,384	0,040*
Grupo * Idade * Mão	0,009	0,925
Grupo * Teste * Mão	0,262	0,770
Idade * Teste * Mão	0,426	0,655
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,101	0,904

OBS: Apesar de ter sido encontrada interação significativa entre grupo, idade e teste, as comparações posteriores não revelaram efeitos significantes.

* Valores significantes

Apêndice G – Resultados estatísticos para a variável índice de retidão, componente 1

Tabela 3. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável índice de retidão, componente 1.

Fatores	F	p
Grupo	0,561	0,455
Idade	5,422	0,021*
Teste	1,173	0,313
Mão	0,237	0,627
Grupo * Idade	0,726	0,395
Grupo * Teste	0,397	0,673
Grupo * Mão	0,795	0,374
Idade * Teste	0,072	0,931
Idade * Mão	2,159	0,143
Teste * Mão	2,075	0,130
Grupo * Idade * Teste	0,691	0,503
Grupo * Idade * Mão	1,887	0,171
Grupo * Teste * Mão	0,349	0,706
Idade * Teste * Mão	1,818	0,167
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,882	0,416

* Valor significativa

Apêndice H – Resultados estatísticos para a variável velocidade máxima, componente 1

Tabela 4. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável velocidade máxima, componente 1.

Fatores	F	p
Grupo	2,842	0,094
Idade	31,240	0,001*
Teste	0,775	0,463
Mão	0,935	0,335
Grupo * Idade	0,479	0,490
Grupo * Teste	0,895	0,412
Grupo * Mão	0,109	0,741
Idade * Teste	0,252	0,778
Idade * Mão	0,147	0,701
Teste * Mão	0,051	0,950
Grupo * Idade * Teste	0,093	0,911
Grupo * Idade * Mão	0,203	0,653
Grupo * Teste * Mão	0,102	0,903
Idade * Teste * Mão	0,233	0,792
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,484	0,618

* Valor significante

Apêndice I – Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento,
componente 1

Tabela 5. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável tempo de movimento, componente 1.

Fatores	F	p
Grupo	4,378	0,038
Idade	25,474	0,001*
Teste	0,595	0,553
Mão	5,596	0,019*
Grupo * Idade	0,305	0,581
Grupo * Teste	0,008	0,992
Grupo * Mão	0,004	0,948
Idade * Teste	0,222	0,801
Idade * Mão	1,712	0,193
Teste * Mão	0,572	0,566
Grupo * Idade * Teste	0,524	0,594
Grupo * Idade * Mão	0,162	0,688
Grupo * Teste * Mão	1,346	0,265
Idade * Teste * Mão	0,047	0,954
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,722	0,488

* Valores significantes

Apêndice J – Resultados estatísticos para a variável unidades de movimento,
componente 1

Tabela 6. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável unidades de movimento, componente 1.

Fatores	F	p
Grupo	0,015	0,902
Idade	97,201	0,001*
Teste	0,343	0,711
Mão	0,001	0,971
Grupo * Idade	1,244	0,267
Grupo * Teste	0,124	0,883
Grupo * Mão	0,749	0,389
Idade * Teste	0,576	0,565
Idade * Mão	0,064	0,800
Teste * Mão	1,052	0,354
Grupo * Idade * Teste	0,085	0,918
Grupo * Idade * Mão	0,488	0,486
Grupo * Teste * Mão	2,205	0,117
Idade * Teste * Mão	0,808	0,450
Grupo * Idade * Teste * Mão	3,367	0,040*

OBS: Apesar de ter sido encontrada interação significativa entre grupo, idade, teste e mão, as comparações posteriores não revelaram efeitos significantes.

* Valores significantes

Apêndice L – Resultados estatísticos para a variável tempo de desaceleração,
componente 2

Tabela 7. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável tempo de desaceleração, componente 2.

Fatores	F	p
Grupo	0,044	0,834
Idade	8,417	0,004*
Teste	1,656	0,195
Mão	19,333	0,001*
Grupo * Idade	0,124	0,726
Grupo * Teste	0,923	0,400
Grupo * Mão	3,793	0,053
Idade * Teste	0,797	0,453
Idade * Mão	2,325	0,129
Teste * Mão	1,228	0,296
Grupo * Idade * Teste	1,250	0,290
Grupo * Idade * Mão	0,292	0,590
Grupo * Teste * Mão	0,167	0,846
Idade * Teste * Mão	1,387	0,254
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,712	0,493

* Valores significantes

Apêndice M – Resultados estatísticos para a variável índice de retidão, componente 2

Tabela 8. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável índice de retidão, componente 2.

Fatores	F	p
Grupo	7,383	0,007*
Idade	1,753	0,187
Teste	0,208	0,813
Mão	9,743	0,002*
Grupo * Idade	0,536	0,465
Grupo * Teste	0,715	0,491
Grupo * Mão	0,977	0,324
Idade * Teste	0,327	0,722
Idade * Mão	0,000	0,985
Teste * Mão	0,002	0,998
Grupo * Idade * Teste	0,953	0,388
Grupo * Idade * Mão	0,058	0,811
Grupo * Teste * Mão	0,351	0,705
Idade * Teste * Mão	0,262	0,770
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,504	0,605

* Valores significantes

Apêndice N – Resultados estatísticos para a variável velocidade máxima, componente 2

Tabela 9. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável velocidade máxima, componente 2.

Fatores	F	p
Grupo	0,586	0,445
Idade	6,251	0,013*
Teste	0,263	0,769
Mão	0,880	0,349
Grupo * Idade	0,060	0,807
Grupo * Teste	0,050	0,951
Grupo * Mão	0,003	0,957
Idade * Teste	0,327	0,722
Idade * Mão	0,003	0,958
Teste * Mão	0,132	0,876
Grupo * Idade * Teste	0,682	0,507
Grupo * Idade * Mão	0,084	0,772
Grupo * Teste * Mão	0,152	0,859
Idade * Teste * Mão	0,330	0,719
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,410	0,665

* Valor significante

Apêndice O – Resultados estatísticos para a variável unidades de movimento,
componente 2

Tabela 10. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável unidades de movimento, componente 2.

Fatores	F	p
Grupo	0,038	0,845
Idade	79,096	0,001*
Teste	0,013	0,987
Mão	27,506	0,001*
Grupo * Idade	0,607	0,438
Grupo * Teste	0,704	0,498
Grupo * Mão	0,032	0,858
Idade * Teste	1,067	0,350
Idade * Mão	3,141	0,080
Teste * Mão	0,949	0,393
Grupo * Idade * Teste	0,658	0,522
Grupo * Idade * Mão	0,409	0,524
Grupo * Teste * Mão	0,167	0,847
Idade * Teste * Mão	1,992	0,145
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,814	0,448

* Valores significantes

Apêndice P – Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento total,
componente 2

Tabela 11. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável tempo de movimento, componente 2.

Fatores	F	p
Grupo	1,375	0,243
Idade	63,441	0,001*
Teste	0,394	0,675
Mão	41,004	0,001*
Grupo * Idade	2,049	0,154
Grupo * Teste	0,004	0,996
Grupo * Mão	0,427	0,514
Idade * Teste	1,035	0,359
Idade * Mão	0,441	0,508
Teste * Mão	0,001	0,999
Grupo * Idade * Teste	0,523	0,594
Grupo * Idade * Mão	1,092	0,298
Grupo * Teste * Mão	0,312	0,733
Idade * Teste * Mão	1,722	0,184
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,939	0,394

* Valores significantes

Apêndice Q – Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento,
componente 2a

Tabela 12. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável tempo de movimento, componente 2a.

Tarefas	F	p
Grupo	0,459	0,499
Idade	47,000	0,001*
Teste	0,025	0,975
Mão	3,113	0,080
Grupo * Idade	1,923	0,168
Grupo * Teste	0,259	0,772
Grupo * Mão	0,015	0,903
Idade * Teste	0,707	0,496
Idade * Mão	0,618	0,433
Teste * Mão	0,332	0,718
Grupo * Idade * Teste	0,380	0,685
Grupo * Idade * Mão	0,193	0,661
Grupo * Teste * Mão	0,303	0,739
Idade * Teste * Mão	0,072	0,930
Grupo * Idade * Teste * Mão	0,200	0,819

* Valor significante

Apêndice R – Resultados estatísticos para a variável tempo de movimento,
componente 2b

Tabela 13. Valores de F e p calculados pelo teste estatístico de modelos mistos de 4 fatores, para a variável tempo de movimento, componente 2b.

Fatores	F	p
Grupo	1,425	0,234
Idade	36,502	0,001*
Teste	1,105	0,335
Mão	68,821	0,001*
Grupo * Idade	0,891	0,347
Grupo * Teste	0,332	0,718
Grupo * Mão	1,263	0,263
Idade * Teste	0,718	0,490
Idade * Mão	0,094	0,760
Teste * Mão	0,229	0,795
Grupo * Idade * Teste	1,144	0,323
Grupo * Idade * Mão	1,476	0,226
Grupo * Teste * Mão	0,407	0,667
Idade * Teste * Mão	3,431	0,036*
Grupo * Idade * Teste * Mão	1,229	0,297

* Valores significantes

ANEXOS

Anexo A - Parecer Comitê de Ética – Experimento 1

INFORMED CONSENT STATEMENT**Project title:**

Effect of lateralized experiences in the development of manual reaching in infants

INTRODUCTION

You and your infant are invited to participate in a study aiming to understand how lateralized experiences affect infant reaching ability. The research is conducted at the University of Tennessee in the Infant Perception-Action Laboratory under the direction of Rosana Souza, a visiting scholar in the Department of Psychology.

INFORMATION ABOUT THE STUDY

This study investigates the reaching in different positions and how short-term lateralized experiences in different periods of infancy affect infant reaching ability. In particular, this study aims to compare 4 month old infants, an age at which manual preference is not manifest with 7 month old infants who are more likely to manifest a preferred hand use. The testing will consist of 2 sessions in the laboratory performed on two consecutive days. Each session will last approximately 30-45 minutes. In both sessions your infant will visit the laboratory and reach for objects located at midline, and also an object will be presented in the contralateral side of the preferred hand for some attempts in the first day, while in the second day the same objects will be presented at the opposite side. Your infant's behavior will be videotaped and arm movements will be recorded using a motion analysis system. You will be with your infant at all time during the sessions.

RISKS

There are no risks of participating in this study that are different than those encountered in everyday activities. The motion analysis system is safe and poses no risk of injury.

BENEFITS

The benefits for participating in this study are minimal. However, this study will provide important information regarding how practice in reaching influences reaching ability. Participation in this study may also enhance your infant's reaching skills.

CONFIDENTIALITY

All information collected for this study will be kept confidential. Participants will be given an identification code to be used in publications/data records so as to protect you and your infant's identity. No references will be made in any reports that could link you or your infant to this study. All data will be stored securely in our laboratory and viewed only by the researchers conducting the study.

COMPENSATION

You will receive \$5.00 in cash on the first day of the study. A picture, certificate of participation, and \$5.00 will be given on the second day of the study. You will receive this compensation even if you withdraw from the study prior to its completion.

EMERGENCY MEDICAL TREATMENT

The University of Tennessee does not "automatically" reimburse subjects for medical claims or other compensation. If physical injury is suffered in the course of research, or for more information, please notify the investigator in charge (Rosana Souza (865) 974-6060) and her advisor (Dr. Daniela Corbetta (865) 974-3346).

CONTACT INFORMATION

If you have questions at any time about the study or the procedures, (or you experience adverse effects as a result of participating in this study,) you may contact the researcher, Rosana Souza, at Ayres 105, and (865) 974-6060. If you have questions about your rights as a participant, contact the Office of Research Compliance Officer at (865) 974-3466.

_____ Participant's Initials

EXPEDITED REV.

NOV 16 2011 ^{INITIALS}
 UTK IRB *D.S.*
 FWA 6629

Anexo B - Parecer Comitê de Ética – Experimento 2

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS
 Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676
 CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil
 Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR
cephumanos@power.ufscar.br <http://www.propq.ufscar.br>

Parecer Nº. 361/2010

CAAE: 3168.0.000.135-10

Título do projeto: Origem, amplificação e difusão da preferência manual na infância e sua relação com assimetrias intermanuais de desempenho

Área de conhecimento: 4.00 - Ciências da Saúde / 4.08 - Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Pesquisador Responsável: ROSANA MACHADO DE SOUZA

Orientador: Luis Augusto Teixeira

Processo número: 23112.003676/2010-42

Grupo: III

Análise da Folha de Rosto

Em acordo com a resolução 196/96.

Descrição sucinta dos objetivos e justificativas

Este estudo tem como objetivo analisar a formação e posterior reversão da preferência manual e das assimetrias intermanuais de desempenho na ação de alcançar em função da assimetria do ambiente de vida diária de bebês nos quatro primeiros meses após o surgimento da ação de alcançar. Será também testada a generalização da preferência manual no alcance para outras ações em situação natural. Além disso serão testados os princípios de amplificação e difusão da preferência manual a partir da prática lateralizada em crianças de 3 a 10 anos.

Metodologia aplicada

Com os bebês serão feitas visitas domiciliares agendadas, em tais visitas serão fixados móveis ao berço da criança em posições específicas para atingir os objetivos da pesquisa. Tais visitas serão gravadas para análise posterior.

Com as crianças de 3 a 10 anos: As crianças serão posicionadas em uma cadeira de frente para uma mesa, as quais terão altura e profundidade do assento ajustadas. A tarefa probatória consistirá em alcançar, agarrar, transportar e depositar cartas de baralho sobre uma mesa. Para análise dos movimentos serão afixados três marcadores refletivos em cada mão: punho, ponta do dedo indicador e ponta do polegar, os movimentos serão filmados.

Identificação de riscos e benefícios

São previstos riscos como choro e irritação poderão ocorrer durante a avaliação. Caso isso ocorra, a avaliação será interrompida para que o bebê ou a criança seja afagada ou alimentada por seu responsável. Se o desconforto persistir, a avaliação será novamente interrompida e se o problema não for resolvido, será cancelada e remarcada. Os responsáveis permanecerão na sala durante toda a avaliação, sendo permitido que eles interrompam o procedimento caso julguem necessário.

Quanto aos benefícios, o estudo tem o fator moral de colaborar com a avaliação da dominância manual na infância, permitindo uma maior compreensão sobre a lateralização em seres humanos. Caso seja observada alguma anormalidade, o bebê ou a criança será encaminhado ao pediatra para avaliação. O estudo será realizado porque o objetivo proposto não poderia ser obtido por outros meios e este será conduzido por profissionais capacitados e com experiência na área específica.

Forma de recrutamento

Para recrutamento de bebês e crianças o Laboratório de Pesquisa e Análise do Movimento tem mantido um canal de comunicação com as creches e postos de saúde da cidade de São Carlos.

Cronograma

Adequado.

Orçamento financeiro detalhado

O projeto é de custo relativamente baixo, requisitando os seguintes itens de financiamento:

1. transporte dos bebês e crianças ao laboratório e de volta para suas residências: R\$ 2.000,00



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS
 Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676
 CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil
 Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR
cephumanos@power.ufscar.br <http://www.propq.ufscar.br>

2. brinquedos para as tarefas manuais: R\$ 1.000,00

Este projeto será submetido para financiamento pela FAPESP.

Remuneração: Foi solicitada bolsa de doutorado à FAPESP para a pesquisadora responsável pelo projeto.

Adequação do TCLE

Em acordo com a resolução 196/96.

Identificação dos currículos dos participantes da pesquisa

Adequados.

Conclusão

O projeto atende a Resolução 196/96. Aprovado.

Normas a serem seguidas:

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente dentro de 1 (um) ano a partir desta dada e ao término do estudo.

São Carlos, 13 de outubro de 2010.


 Prof. Dr. Daniel Vendruscolo
 Coordenador do CEP/UFSCar