

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - CAMPUS DE RIO CLARO**

**A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO DIRIGIDA NA COORDENAÇÃO BIMANUAL DE
CRIANÇAS**

ELLEN CRISTINA ANDRADE

**RIO CLARO
São Paulo - Brasil
2003**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - CAMPUS DE RIO CLARO**

**A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO DIRIGIDA NA COORDENAÇÃO BIMANUAL DE
CRIANÇAS**

ELLEN CRISTINA ANDRADE
Orientadora: Prof. Dra. ANA MARIA PELLEGRINI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade - Área de Biodinâmica da Motricidade Humana.

RIO CLARO
São Paulo - Brasil
2003

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela saúde e pelas inúmeras bênçãos que tem me dado todos os dias;

A meus pais e meu irmão pelo carinho, incentivo e apoio incondicional em todas as minhas decisões;

Ao Davi, meu amor, pela alegria constante, paciência e ajuda principalmente nos momentos difíceis;

A Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini pela oportunidade, sugestões e orientações no desenvolvimento da pesquisa científica;

Aos grandes amigos do Labordam: Wellington (meu irmão de todas as horas), Marina (minha irmã feliz), Flavia (a conselheira), Claudio, Kiki, Pedro e Larissa por estarem sempre por perto em todos os momentos;

Ao pessoal do CENPRA, principalmente Profa. Dra. Alaíde Pellegrini Mammana, pelo desenvolvimento e auxílio na parte tecnológica;

As diretoras da escola e crianças pela participação no estudo;

Aos membros da banca pelas sugestões dadas;

Aos professores e funcionários do Departamento de Educação Física pelo afeto com que me receberam;

E ao CNPq pelo apoio financeiro.

*Este trabalho é dedicado aos que me
ensinaram (e continuam me ensinando)
as coisas mais preciosas e essenciais da vida...
A vocês, Dirceu, Sueli, Fabricio e Davi,
dedico este trabalho.*

*“Rir muito e sempre;
Ganhar o respeito de pessoas inteligentes
e a afeição das criancinhas;
Conseguir a apreciação de críticos honestos
e suportar a traição de falsos amigos;
Apreciar a beleza, encontrar o melhor nos outros;
Deixar o mundo um pouquinho melhor,
Seja por uma criança saudável, um pequeno jardim
ou uma condição social redimida;
Saber que ao menos uma vida respirou mais aliviada
Porque você viveu.
Isso é ter tido sucesso.”*

- Ralph Waldo Emerson.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	v
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	06
2.1 Sistemas Dinâmicos: Características	06
2.1.1 A Abordagem dos Sistemas Dinâmicos no Estudo da Coordenação Motora	09
2.2 O Desenvolvimento da Coordenação Motora	13
2.3 O Comportamento Motor e a Preferência Manual	17
2.4 A Atenção no Comportamento Motor	24
2.4.1 A Atenção na Coordenação Bimanual	31
3. OBJETIVO	40
4. HIPÓTESES DO ESTUDO	41
5. MÉTODO	42
5.1 Sujeitos	42
5.2 Material	43
5.3 Procedimentos	44
5.4 Tratamento dos Dados	45
5.5 Tratamento Estatístico	46
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6.1 Velocidade de Movimento	48
6.2 Precisão Espacial	55
6.3 Variabilidade na Distribuição Espacial dos Toques	63
6.4 Relacionamento Temporal entre as Mãos (Fase Relativa)	70
6.5 Variabilidade do Relacionamento Temporal	72
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
8. REFERÊNCIAS	79
ANEXO I	91
ANEXO II	95

RESUMO

Um grande número de atividades manuais exige do executante um perfeito acoplamento nos movimentos das duas mãos como, por exemplo, ao tocar piano e outros instrumentos. Além disso, algumas ações só são consideradas perfeitas quando as duas mãos se movem em um exato momento, o que é o caso dos movimentos da ginástica rítmica desportiva. Neste contexto, uma questão que surge, então, é se existiria uma tendência desenvolvimental em prestar atenção em uma das mãos e não na outra com o objetivo de manter as mãos temporalmente acopladas. Este estudo foi projetado com a finalidade de verificar se o direcionamento da atenção para uma ou outra mão interfere da mesma forma nos movimentos bimanuais de crianças com preferência manual direita e crianças com preferência manual esquerda e, ainda, se a atenção interfere igualmente nos movimentos bimanuais de crianças mais novas quando comparadas às mais velhas. Participaram do estudo 44 crianças, sendo 22 destros e 22 canhotos (preferência manual identificada através do inventário adaptado de Edinburgh). O desempenho de dois grupos contendo 22 crianças cada foi analisado, sendo um com crianças com idade entre 5 a 8 anos (que freqüentava o pré e o primeiro ano) e outro com crianças de 9 a 12 anos de idade (que freqüentava o terceiro e quarto ano de escolarização). A tarefa executada foi o “Reciprocal Tapping” utilizada por Fitts e realizada de forma bimanual, no padrão em fase, em dois Índices de dificuldade ($ID=2$ bits/s, $ID=3$ bits/s). As crianças executaram três blocos de sete tentativas, sendo que cada tentativa durava 15 segundos. No primeiro bloco de tentativas nenhuma instrução foi dada

em relação ao local onde as crianças deveriam dirigir a atenção e seus resultados foram considerados de controle para o efeito da atenção na coordenação bimanual de crianças. No segundo bloco elas foram orientadas a dirigir a atenção aos alvos da mão preferida e no terceiro bloco deveriam dirigir a atenção para os alvos da mão não preferida. A ordem dos dois últimos blocos foi contrabalançada entre os sujeitos. Análises de Variância com os fatores faixa etária, preferência manual, mão, ID e atenção com medidas repetidas nos três últimos fatores foram empregadas tendo como variável dependente a média da velocidade dos toques, porcentagem de erros, variabilidade espacial dos toques, fase relativa e desvio angular. Os resultados das análises dos dados relativos à porcentagem de erros indicaram que a mão direita foi mais precisa do que a mão esquerda; a performance com ID mais fácil mais precisa do que a performance no ID mais difícil; e os movimentos foram mais precisos e mais rápidos quando a atenção era dirigida à mão não preferida. Além disso, nesse bloco foi encontrada menor diferença temporal entre os movimentos da mão preferida em relação à não preferida. Resultados da análise da variabilidade espacial indicaram que os movimentos da mão direita foram mais variáveis do que os da mão esquerda; os toques no ID maior foram mais variáveis do que no ID menor; e a performance quando a atenção não foi dirigida intencionalmente a uma das mãos foi mais variável do que nas outras condições de manipulação do foco atencional. Além disso, os alvos localizados mais distantes do executante apresentaram maior variabilidade espacial do que os alvos localizados mais centralmente. Em relação à fase relativa, os resultados indicaram que a diferença temporal entre as mãos foi mais acentuada nos participantes com preferência manual direita do que nos participantes com preferência manual esquerda, sendo que os destros também apresentaram maior variabilidade na diferença temporal entre os toques das duas mãos do que os canhotos. Podemos concluir, portanto, que o direcionamento do foco atencional influencia diretamente a performance das mãos durante a realização da tarefa bimanual, tanto da mão que está recebendo o direcionamento da atenção quanto daquela que está fora do foco atencional.

Palavras-chave: coordenação bimanual, atenção, preferência manual, controle motor.

ABSTRACT

A large number of manual activities require a precise coupling in the displacement of the hands as for example when playing the piano. Moreover, some motor actions are considered successful only when the two hands move together. Is there a developmental trend in paying attention to one over the other hand in order to keep the hands temporally coupled? The aim of this study was to exam the effect of attention of children performing bimanual coordination task. Specifically, this study investigates the influence of attention towards the preferred and non- preferred hands in the speed and accuracy of performance and in the temporal relationship between hands when performing a continuous bimanual task. Forty-four children participated in this study; 22 were right-handers and 22 left-handers (handedness identified through an adapted form of the Edinburgh Inventory). The performance of two groups (22 individuals each) 5 to 8 and 9 to 12 years old was analyzed. The task employed was the Fitts' reciprocal tapping task performed in the in-phase mode of bimanual coordination. In each Index of Difficulty (ID=2 bits/s, ID=3 bits/s) children performed three blocks of seven trials, lasting 15 s each. In the first block of trials, no instruction was given to where to focus attention and it was considered as control for the effect of directing attention to one over the other hand. In the second block they were told to pay attention to the targets of the preferred hand and in the third block towards the targets of the non-preferred hand. The order of the last two blocks was counterbalanced among subjects. ANOVAs with the factor handedness, age group, hand, Index of Difficulty and attention repeated measures in the last three factors were used with mean of

velocity, error score, spatial variability, relative phase and angular deviation of relative phase as dependent variables. Results of mean error score indicated that the right-hand was more accurate than the left-hand; the performance in the easiest condition was more accurate than in the most difficult one; and the performance was more accurate and faster when attention was directed to the non-preferred hand than in the remaining attention conditions. Results of spatial variability analysis indicated that the right-hand was more variable than the left-hand; performance in the most difficult condition (ID =3) was more variable than in the easiest one (ID =2); and performance in the free visual attention condition was more variable than in the remaining conditions. Finally, there was more variability in the targets located further away from the participant's midline than in the central targets. In terms of relative phase, the results indicated that neither the age group nor the Index of Difficulty main factor reached level of significance ($p > .05$). Weaker coupling between hands were observed for the right-handers ($p < .01$). Independently of handedness, paying attention to the non-preferred hand produced the smaller temporal difference between hands when compared to the other two conditions ($p < .01$). In terms of relative phase variability, only the handedness factor reached the level of significance ($p < .01$), with right-handers relative phase more variable than left-handers. In summary, the results of the present study confirmed earlier results that indicated no changes in attention capacity of children at school age. The results also indicated that the temporal coupling of the hands is similar for different combinations of amplitude and target size. As observed with adults, left-handed children showed stronger coupling of the hands in bimanual tasks than right-handed. Finally, the focus of attention showed to be a strong factor in the coupling of the hands but not for the stability of the coupling. However, when children were free to where direct their attention, they did not choose the most effective in terms of coupling. In sum, directing visual attention to either the right or the left-hand not only influences children's performance of the attend limb but also the non-attend one.

Key Words: bimanual coordination, attention, handedness, motor control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Média e desvio padrão da velocidade média de deslocamento das mãos em função do foco atencional	51
Figura 2. Média e desvio padrão da velocidade média de deslocamento das mãos em função do foco atencional e do ID da tarefa	53
Figura 3. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função do foco atencional	57
Figura 4. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função da mão e da preferência manual	58
Figura 5. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função dos IDs da tarefa e do foco atencional	59
Figura 6. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função do foco atencional e da faixa etária dos participantes	60
Figura 7. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função do foco atencional e da preferência manual dos participantes	62
Figura 8. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques em função do foco atencional	66
Figura 9. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques em função do ID da tarefa e da localização dos alvos	67
Figura 10. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques em função do foco atencional e da localização dos alvos	68
Figura 11. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques em função do ID da tarefa, da localização dos alvos e do foco atencional ..	69
Figura 12. Média da fase relativa (°) em função do foco atencional	71

1. INTRODUÇÃO

Podemos ver o ser humano como possuidor de um conjunto de características decorrentes de sua interação com o meio ambiente, de sua herança genética e de suas emoções em relação a si mesmo e a tudo que o cerca. Essas características, embora independentes, interagem entre si e acompanham o ser humano por toda a vida, sendo que algumas já estão presentes antes mesmo do nascimento. Elas podem permanecer estáveis durante toda a existência do ser humano, mas algumas delas estão em constante mudança em todo o tempo.

Uma das qualidades característica dos organismos vivos é o alto grau de coordenação entre suas partes constituintes. Segundo Turvey (1990), a coordenação é definida como a minimização e o controle dos graus de liberdade que são as possibilidades de movimento que o ser humano tem à sua disposição para executar ações motoras. Outra fundamental característica é sua capacidade de ajustar continuamente seu padrão comportamental às exigências do meio que o cerca.

Um padrão motor é considerado coordenado quando o ajustamento entre os segmentos do corpo do executante e a seqüência de ações a serem realizadas é suave e harmônico. Dessa forma, o padrão temporal e o controle da velocidade da seqüência do movimento a ser executada são importantes em todos os tipos de ação, mesmo nas atividades simples (FAGARD, 1991).

Em busca de princípios gerais que regem a coordenação do comportamento humano, Monno, Chardenon, Temprado, Zanone e Laurent

(2000) propuseram uma abordagem operacional constituída de conceitos e ferramentas matemáticas oriundas da Teoria da Auto-Organização em sistemas longe do equilíbrio. De acordo com esta visão, a estabilidade dos padrões de coordenação motora é governada por uma dinâmica flexível, específica da tarefa, proveniente de informações neurais, biomecânicas, musculares, metabólicas, ambientais e intencionais. A interação do indivíduo, visto aqui como sistema, com tudo o que está ao seu redor, a interação dos seus elementos constituintes (por exemplo: as estruturas musculares e neurais) com o ambiente e as mudanças provocadas por essa íntima relação levam o sistema sujeito-ambiente a uma maior estabilidade e a um maior grau de harmonia, ou seja, a um estado de equilíbrio e ótima organização.

Elemento central para a emergência e estabilidade do sistema é a Auto-Organização que é um processo que se baseia nos elementos do sistema e se deve às características intrínsecas dos elementos do sistema e à relação desses elementos com o ambiente (DEBRUN, 1996). Esse relacionamento leva à constituição de um novo estado do sistema, à manutenção ou à retomada de um estado já existente quando os elementos se reúnem e promovem um ajuste organizacional.

O corpo humano capta do ambiente, a todo instante, inúmeras informações de origem variada, relativas a assuntos diversos. Para lidar com um volume tão grande de informação, o ser humano dispõe de mecanismos eficientes de selecionar aquilo que lhe convém e desprezar o que não desempenha papel fundamental na realização da ação naquele momento de sua vida: a capacidade de direcionar sua atenção. Segundo Pellegrini (2000, p.59): “A atenção é um elemento do comportamento em geral relacionado com a atividade cognitiva, isto é, com a direção que o pensamento toma.” Ainda de acordo com esta autora, a atenção apresenta também uma função auto-organizadora na relação entre os elementos internos (do organismo) e externos (do meio ambiente). Após um primeiro ajuste funcional, de acordo com Debrun (1997), essa relação deixa de possuir uma característica de sobreposição e seus elementos passam a apresentar uma relação de dependência e interdependência. Para este trabalho, nos apoiaremos no modelo teórico de Pellegrini (2001) e consideraremos que a atenção limita o relacionamento do ser humano com o meio externo e dirige suas

ações motoras no dia-a-dia, estando, portanto, vinculada à emergência e coordenação de padrões motores.

Segundo Kelso (1995), o ser humano apresenta dois padrões estáveis espontaneamente gerados de coordenação bimanual: em-fase (quando músculos homólogos são ativados simultaneamente nos dois membros) e fora-de-fase (quando os músculos homólogos são ativados de forma alternada). A troca do segundo para o primeiro acontece quando o aumento na frequência de oscilação das mãos ultrapassa um ponto crítico, uma vez que o primeiro é naturalmente mais estável. Portanto, a alteração do padrão antes e depois da transição pode estar associada ao aumento e à diminuição do custo energético necessário para a execução do padrão de coordenação, enquanto que a estabilidade do padrão pode ser alterada (transição de fase) por processos cognitivos como intenção e atenção (AMAZEEN, AMAZEEN, TREFFNER & TURVEY, 1997; PETERS, 1994).

A atenção é considerada como uma variável controlada pelo Sistema Nervoso Central (S.N.C.), com a finalidade de intervir na estabilização voluntária de padrões motores, como os bimanuais. Os efeitos da atenção na dinâmica básica da coordenação refletem a influência do S.N.C. nos padrões coordenados e esses efeitos podem ser medidos através da estabilidade da relação entre os movimentos das duas mãos. Para Monno, Chardenon, Temprado, Zanone e Laurent (2000), esta relação temporal, denominada de fase relativa, é a variável coletiva utilizada para quantificar a estabilidade do padrão de coordenação bimanual e a transição de um padrão de coordenação para outro. Para esses autores, a atenção é constituída de uma quantidade limitada de energia, e a dinâmica da coordenação bimanual e sua modulação implicariam no uso dessa capacidade atencional disponível.

Muitas habilidades motoras complexas exigem controle simultâneo dos dois membros superiores e, mesmo que ambos sejam controlados precisamente para realizar determinada ação motora, os erros podem acontecer em quantidade diferente em cada mão (SHERWOOD & RIOS, 2001). Para alcançar a meta desejada, várias das habilidades do repertório humano são realizadas conjuntamente pelas duas mãos com alta precisão temporal e espacial sendo, portanto, essencial para o comportamento habilidoso humano a coordenação bimanual e seu controle.

Entendemos que, embora os dois lados do corpo sejam equivalentes e controlados de forma semelhante pelo S.N.C., eles apresentam assimetrias funcionais, isto é, as estruturas (os dois membros superiores) são semelhantes, mas os desempenhos são diferentes. Essas assimetrias se devem ao fato dos movimentos realizados no dia-a-dia serem freqüentemente unimanuais e a utilização constante de um mesmo membro (independentemente de ser o direito ou o esquerdo) levará a uma performance mais eficiente de um lado do corpo sobre o outro.

O uso consistente de uma mão, em específico na realização das tarefas unimanuais, não está totalmente estabelecido em crianças até cinco anos de idade e, portanto, a utilização de uma ou outra mão de forma indiferente é comum nos primeiros anos de vida. Segundo Gudmundsson (1993), a consequência desse fato é que crianças que não apresentam preferência manual tendem, com o passar do tempo, a amadurecer sua preferência através do uso maior de uma das mãos. Deste modo, existe uma menor incidência de crianças mais novas consistentes no uso de apenas uma das mãos quando comparadas às mais velhas.

Em relação ao custo energético exigido durante a realização de ações motoras, de acordo com Irwin-Chase e Burns (2000), as crianças mais velhas apresentam um gasto menor de energia durante a realização de duas tarefas ao mesmo tempo quando comparadas às crianças mais novas. Embora as crianças mais novas não apresentem déficits estruturais na capacidade atencional, elas encontrariam dificuldade no gerenciamento da atenção, não sendo tão eficientes no uso da atenção disponível e na utilização de estratégias atencionais quando comparadas as mais velhas. Esses autores também afirmam que a alocação bem sucedida da atenção na execução de ações com diferentes prioridades se torna mais rapidamente automatizada em crianças mais velhas, requerendo uma menor capacidade atencional. Com o passar dos anos, se torna mais fácil implementar estratégias para negociar atenção entre tarefas de importâncias diferentes.

Uma vez que grande parte das atividades que realizamos no dia-a-dia é constituída de situações de divisão da atenção disponível, é de extrema importância, portanto, entendermos os processos subjacentes à performance da tarefa bimanual e as consequências causadas pelo compartilhamento da atenção

entre as mãos ao desempenhar juntas uma mesma tarefa. Assim, o objetivo do presente estudo é investigar como os movimentos das mãos se comportam frente a alterações do foco atencional na execução da tarefa bimanual, levando em consideração as diferenças funcionais entre os dois membros superiores provocadas pela preferência manual e a faixa etária dos participantes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Tendo em vista o objetivo do presente estudo de verificar, em diferentes faixas etárias, as consequências do direcionamento do foco atencional durante a realização de uma tarefa que envolva a coordenação bimanual, a revisão de literatura focalizará inicialmente a abordagem dos sistemas dinâmicos por conter os pressupostos teóricos fundamentais ao desenvolvimento desse estudo. A seguir, o desenvolvimento da coordenação motora é revisto com ênfase nos seus modos de funcionamento e com as estruturas necessárias para seu controle.

O comportamento motor e a influência que a preferência manual e a consistência da preferência por uma mão exercem na performance motora é então apresentada, com destaque para os conceitos de velocidade e precisão do movimento na coordenação bimanual. Por fim, é apresentado o papel da atenção no comportamento motor e uma revisão dos trabalhos que focalizam a atenção na coordenação bimanual.

2.1 Sistemas Dinâmicos: Características

De acordo com a abordagem dos sistemas dinâmicos, um sistema pode ser definido como uma entidade unitária, de natureza complexa e organizada, sendo formado por um conjunto não vazio de elementos ativos que mantém relações e lhe garantem sua própria identidade. Um sistema consiste, portanto, num conjunto de elementos que forma uma estrutura e que possui uma finalidade (BRESCIANI FILHO & D'OTTAVIANO, 2000).

Os elementos do sistema são suas partes, ou seja, são os agentes que realizam atividades, produzem fenômenos e são responsáveis por eventos que caracterizam o estado do sistema. Para Debrun (1996), como não existem elementos isolados no sistema, as propriedades, as relações e o comportamento de cada elemento do conjunto interferem nas propriedades e no comportamento do todo.

Para Bresciani Filho e D'Ottaviano (2000), as relações que ocorrem no sistema podem ser classificadas como: 1) aquelas que são funcionalmente necessárias e caracterizam o sistema; 2) aquelas que acrescentam algo ao comportamento do sistema e podem ser chamadas de relação de cooperação; 3) aquelas que indicam condições antagônicas entre os elementos e podem ser chamadas de competição e 4) aquelas que duplicam as relações existentes, sendo chamadas de relações redundantes. A presença dessas relações possibilita a ocorrência de processos auto-organizados.

Assim, um sistema constituído de muitos elementos pode ser considerado complicado devido ao número de elementos que possui, mas não necessariamente complexo. A complexidade é dada a partir das relações e dos tipos de relações entre os elementos do sistema, e uma maior variedade de elementos pode proporcionar um maior conjunto de relações e fornecer, então, uma maior complexidade (BRESCIANI FILHO & D'OTTAVIANO, 2000).

Segundo esses autores, os sistemas complexos apresentam necessariamente relações circulares entre os seus elementos, mesmo que elas não sejam numerosas. As relações circulares se identificam por um processo no qual os efeitos de uma relação entre elementos são as causas dessa mesma relação, onde o produto de um sistema afeta o processo de produção desse produto ou o estado final de um sistema gera ou modifica o estado inicial desse mesmo sistema.

As relações e atividades do sistema constituem o conjunto das características (estruturais e funcionais) dele, e esse conjunto representa a organização do sistema. É pela organização, que se instala após o afastamento de um estado de equilíbrio, que o sistema se torna capaz de transformar, produzir, reunir e manter seus comportamentos. Dessa forma, a organização pode ser vista como uma característica interna do sistema devido ao fato de ser

capaz de transformar o comportamento dos elementos do sistema. Quando o sistema não se transforma e mantém suas características organizacionais, podemos dizer que ele está em estado de equilíbrio.

O sistema pode permanecer por longos períodos de tempo em estado de equilíbrio, mas o aparecimento de algum ruído ou perturbação pode afastá-lo desse estado. Longe do equilíbrio o sistema passa por transformações nas suas características e por novas relações entre seus elementos, até que seja capaz de alcançar o estado de equilíbrio novamente. Em algumas situações, pode-se caracterizar um potencial de instabilidade quando o sistema se encontra em um estado estável e um potencial de estabilidade quando o sistema se encontra em um estado instável (BRESCIANI FILHO & D'OTTAVIANO, 2000).

Esses autores sugerem que a mudança de estado está associada a duas características do sistema: característica de regulação e característica de adaptação. A primeira diz respeito à manutenção do estado de equilíbrio, enquanto que a segunda garante a manutenção da existência do sistema através da mudança de um estado atual para um novo estado de equilíbrio. Essas características podem co-existir no sistema, surgindo a partir das relações dinâmicas do sistema com o seu meio-ambiente e mantendo a existência do sistema em equilíbrio com o meio.

A transformação e/ou criação de uma organização é a principal característica da Auto-Organização que decorre da atividade autônoma e espontânea dos elementos do sistema. Os elementos do meio-ambiente exercem influência sobre os elementos do sistema, influência esta identificada como ruído ou perturbação. Este ruído pode ser definido como tudo aquilo que afasta o sistema do estado de equilíbrio, qualquer forma de distúrbio ao padrão estabelecido e pode contribuir também para a ocorrência do fenômeno da Auto-Organização (DEBRUN, 1996).

Nesse estudo, a atenção é considerada como alteração para a estabilidade do sistema que corresponde ao ser humano. O direcionamento intencional do foco atencional para uma ou outra mão se torna um ruído com o qual o executante deve lidar durante a execução da tarefa bimanual, a fim de desempenhar da melhor maneira a tarefa proposta. Sendo assim, seus elementos

(os músculos dos membros superiores) têm que encontrar uma solução para esse problema e levar o sistema a um novo estado de equilíbrio.

2.1.1 A Abordagem dos Sistemas Dinâmicos no Estudo da Coordenação Motora

O controle e a coordenação dos movimentos e as mudanças que ocorrem no comportamento motor têm sido explicados tendo como referência a abordagem dos sistemas dinâmicos (BARELA, 1997). O ser humano, de acordo com essa abordagem, passa a ser considerado como um sistema complexo e dinâmico, pois interage com o meio que o cerca (PELLEGRINI & GONZALES, 1997).

Como visto anteriormente, o sistema é considerado complexo quando apresenta vários elementos interdependentes e uma grande quantidade de relações entre seus elementos. A relação dos elementos com o ambiente determina um estado que poderá ser apresentado pelo sistema (SCHOLZ & KELSO, 1989). Os sistemas dinâmicos também são considerados sistemas abertos porque trocam energia e informação com o meio em que estão inseridos, e são denominados de não-lineares porque não seguem uma progressão linear, isto é, pequenas mudanças nos seus parâmetros podem levar o sistema a um outro estado, e grandes mudanças não levam necessariamente a um novo estado (KELSO, 1994; KELSO, HOLT, RUBIN & KUGLER, 1981; KELSO & SCHÖNER, 1988).

Um meio de facilitar o controle dos movimentos coordenados frente às inúmeras dimensões espaciais dos movimentos articulares que o organismo apresenta (graus de liberdade) é através das estruturas coordenativas que promovem a ativação integrada de ossos, músculos e articulações (BERNSTEIN, 1967; KUGLER, KELSO & TURVEY, 1980). Através da ativação das estruturas músculo-esqueléticas como unidades de ação (estruturas coordenativas) e não individualmente, o controle sobre os movimentos pode também ser mais refinado, uma vez que essas estruturas são sensíveis ao meio ambiente e às restrições da tarefa que será executada. Na coordenação bimanual a flexão do cotovelo, por exemplo, é realizada através de um comando único para o grupo dos flexores do

cotovelo, e não por um comando específico ao bíceps braquial, um outro ao braquiorradial, etc...

Outro aspecto importante no controle da coordenação é a regulação dinâmica dos graus de liberdade do sistema motor através de um conjunto de osciladores do tipo ciclo-limite (KELSO, HOLT, RUBIN & KUGLER, 1981). Para esses autores, os osciladores acoplados não-lineares ciclo limite são sistemas que apresentam variações, mas têm fases preferidas. Eles apresentam interação entre dois ou mais osciladores não lineares e a manutenção de sua estabilidade estrutural faz com que pequenas perturbações sejam ignoradas e a órbita preferida seja mantida. Quando dois ou mais membros são movimentados de maneira ordenada, as restrições sobre as possibilidades de movimento dos segmentos corporais são especialmente evidentes. Os movimentos dos membros podem ser realizados de forma precisa, apesar de ocorrerem mudanças inesperadas na condição inicial, adição de cargas inesperadas durante a execução do movimento e suas combinações. Um exemplo dado pelos autores é a frequência de movimentação do dedo indicador que permanece constante mesmo diante da adição de cargas de forma rápida ou contínua, o que dá suporte à visão de que os membros se comportam como osciladores ciclo-limite. Uma característica importante dos processos de ciclo-limite é a tendência da amplitude e da frequência serem mantidas apesar das perturbações que possam ocorrer. A coordenação no sistema surge, então, a partir de relacionamentos cooperativos entre os osciladores não-lineares ciclo-limite, que são aqueles que também apresentam interação entre suas partes.

A abordagem dos sistemas dinâmicos sugere que os padrões coordenados podem ser caracterizados por um parâmetro de ordem que é a variável que captura a redução dos graus de liberdade dos membros, caracterizando o relacionamento entre os movimentos dos membros. A estabilidade do padrão, a perda da estabilidade do mesmo e a transição entre padrões existentes refletem a dinâmica subjacente à coordenação (TEMPRADO, CHARDENON & LAURENT, 2001). Esta perspectiva indica que a estabilidade e a perda da estabilidade do parâmetro de ordem ocorrem em função da dinâmica intrínseca e da informação comportamental (PERRIG, KAZENNIKOV & WIESENDANGER, 1999; SCHÖNER, 1994).

Mais especificamente, os parâmetros de ordem levam o sistema a um novo comportamento e agem restringindo os graus de liberdade do sistema (KELSO, 1995). A redução das dimensões do sistema até um ponto em que ele ainda possa ser identificado é chamada de parâmetro de ordem (SCHOLZ & KELSO, 1989). Na coordenação bimanual esse parâmetro é a fase relativa, que pode ser definida como a diferença de fase entre dois sinais oscilatórios, isto é, o ponto de adiantamento de um sinal em relação a outro dentro de um ciclo. A fase relativa é uma medida de avaliação espaço-temporal da coordenação bimanual, uma vez que descreve a dinâmica do sistema de coordenação motora (SWINNEN, MASSION & HEUER, 1994). É, assim, uma variável que caracteriza o comportamento motor através da diferença temporal entre as trajetórias das duas mãos (KELSO, 1994; PERRIG, KAZENNIKOV & WIESENDANGER, 1999).

O parâmetro de controle é a medida que testa a estabilidade dos padrões do sistema, determinando se e como essa estabilidade irá permanecer (SCHOLZ & KELSO, 1989). Os parâmetros de controle levam o sistema a adquirir um novo estado, mas não predeterminam este estado (KELSO & SCHÖNER, 1988). As mudanças nos modos coordenativos ocorrem quando os parâmetros de controle geram um estado crítico para o sistema e levam à emergência de um novo padrão (SCHOLZ & KELSO, 1989). Essa instabilidade do sistema se torna, então, um pré-requisito para a ocorrência da nova organização e permite ao sistema encontrar novas soluções motoras.

As novas formas de comportamento emergem de uma interação cooperativa de componentes no contexto de uma tarefa (BARELA, 1997). As causas para a emergência de um novo padrão podem ser as mudanças nas relações dos elementos do sistema ou no fluxo de informação (SCHOLZ & KELSO, 1990).

A abordagem dos sistemas dinâmicos explica o padrão de comportamento humano adaptativo e coordenado com base em dois conceitos principais, sendo o primeiro denominado de dinâmica intrínseca e o segundo de informação comportamental ou do meio ambiente. O primeiro diz respeito a padrões comportamentais que emergem de forma preferida a partir da relação e cooperação entre os componentes do sistema em estado de equilíbrio (SCHOLZ & KELSO, 1990; WUYTS, SUMMERS, CARSON, BYBLOW & SEMJEN, 1996). A

dinâmica intrínseca emerge das propriedades internas do sistema, uma vez que pode ser definida como a interação dos subsistemas do organismo que determina o atual estado do sistema. Os subsistemas que definem a dinâmica intrínseca formam, então, as estruturas internas do organismo (SCHÖNER & KELSO, 1988). No caso da coordenação bimanual a dinâmica intrínseca diz respeito aos dois padrões estáveis de coordenação, em-fase e fora de fase, sendo o primeiro mais estável que o segundo. Ao realizar uma tarefa de coordenação bimanual livremente, o executante acabará por realizá-la em um dos dois padrões citados acima, pois eles aparecerão espontaneamente durante a execução da tarefa.

A informação comportamental ou ambiental diz respeito a fatores como, por exemplo, a aprendizagem, a intenção, que levam o sistema a apresentar um comportamento diferente do observado no seu estado preferido e também à informação usada pelo sistema quando ele não está em seu estado preferencial, sendo que essa informação permite que o sistema permaneça nesse estado não natural. A informação comportamental ou ambiental reflete, portanto, a influência de parâmetros ambientais específicos nas variáveis coletivas, as quais representam as relações entre o grande número de graus de liberdade (SCHOLZ & KELSO, 1990; SCHÖNER, 1994; WUYTS, SUMMERS, CARSON, BYBLOW & SEMJEN, 1996). Através da redução dos graus de liberdade, segundo Bernstein (1967), o controle da ação seria, então, obtido.

A preferência do organismo por certos padrões de comportamento (estados) é chamada de atrator, e leva o sistema a um estado de equilíbrio (KELSO, 1994; KELSO, HOLT, RUBIN & KUGLER, 1981). Os padrões das ações manuais seriam, então, propriedades emergentes do organismo e corresponderiam a uma região de estabilidade natural para a coordenação. O padrão motor coordenado reflete, portanto, a tendência natural do sistema a uma ótima auto-organização (MICHEL, 1991; SCHOLZ & KELSO, 1989).

A partir da teoria dos sistemas dinâmicos o ser humano pode ser identificado como um sistema e seu aparato motor (ossos, músculos, nervos) como elementos desse sistema. Ao executar a tarefa de coordenação bimanual o sistema tem que reduzir os graus de liberdade dos membros superiores a fim de controlá-los mais facilmente e realizar a tarefa com sucesso. A fase relativa, definida como a diferença temporal entre as trajetórias das duas mãos, se torna

uma medida de indicação do que está acontecendo durante a execução da tarefa e, portanto, descreve o comportamento das mãos. Por essa razão, a fase relativa será uma das variáveis analisadas nesse estudo e fornecerá informações de como as crianças destros e canhotos executam a tarefa de coordenação bimanual, indicando se a atenção dirigida a um dos alvos é um fator que interfere no acoplamento das mãos.

2.2 O Desenvolvimento da Coordenação Motora

A coordenação motora, segundo Turvey (1990), diz respeito à minimização e ao controle dos graus de liberdade, tendo em vista o número excessivo de variáveis livres que devem ser reguladas para a realização do ato motor. Para Fagard (1991), a coordenação é caracterizada pelo ajuste entre os segmentos corporais e os componentes da ação a ser realizada e pode ser “vista” quando a execução dos movimentos é harmônica e suave.

Segundo Newell (1986), o termo coordenação tem sido definido como uma descrição da seqüência dos movimentos para alcance da meta da ação motora, sendo que essas descrições contêm as unidades anatômicas e as posições relativas do corpo e membros no espaço. Como consequência, o desenvolvimento da coordenação tem sido visto como sinônimo de desenvolvimento dos padrões fundamentais do movimento.

A aquisição dos movimentos coordenados se torna mais evidente na infância porque é durante esse período que vários dos padrões da postura e de movimento aparecem. Os padrões básicos de coordenação são geralmente denominados de atividades filogenéticas devido ao fato de serem vistos como fundamentais à sobrevivência da espécie humana. As atividades ontogenéticas, por outro lado, refletem as habilidades dirigidas socialmente e variam de cultura para cultura (NEWELL, 1986). Tradicionalmente, essas classes distintas de atividades têm fornecido diferentes formulações teóricas que relacionam a aquisição da coordenação com a execução de movimentos.

Na realização da atividade motora desejada, a coordenação corresponde a uma organização no tempo e espaço de impulsos nervosos específicos que ativam agrupamentos musculares. Para Beek e Meijer (1999), a participação de

todas as estruturas do S.N.C. na coordenação motora indica a complexidade extrema do funcionamento coordenativo do organismo, uma vez que cada impulso motor enviado para o músculo, a partir dos neurônios da medula espinhal, causa um movimento em particular. Diferentes impulsos são enviados dependendo da resistência e da velocidade esperada na execução da habilidade motora. Nenhum movimento é totalmente planejado desde seu início e o processo de execução de um movimento já iniciado é acompanhado por contínuos impulsos corretivos enviados pelo S.N.C. para todos os músculos que estão direta ou indiretamente envolvidos na produção do movimento (BEEK & MEIJER, 1999).

Para os seres humanos, os primeiros movimentos sincronizados aparecem em bebês quando utilizam as duas mãos simultaneamente e, apesar de não serem perfeitos, correspondem ao primeiro tipo de relação entre as duas mãos que pode ser observado em uma situação com uma meta definida (WENDEROTH & BOCK, 2001). A assimetria no comportamento manual se desenvolve mais tardiamente, pois exige primeiro uma organização seqüencial (de ações) necessária para a realização dos movimentos (OUT, van SOEST, SAVELSBERGH & HOPKINS, 1998).

As características topológicas do movimento, que são aquelas que permanecem constantes frente às transformações, diferenciam um padrão de coordenação de outro e, por essa razão, seriam utilizadas para a classificação das atividades físicas (NEWELL, 1986). O processo seqüencial e contínuo de transformações que obedece a uma progressão que parte de movimentos simples para movimentos mais complexos e ordenados é denominado de desenvolvimento motor (CLARK & WHITTAL, 1989; HAYWOOD, 1993). O desenvolvimento motor também pode ser considerado como um processo contínuo de mudanças qualitativas e/ou quantitativas que ocorre na complexidade das estruturas e funções, levando o indivíduo a um nível organizado e especializado na execução das suas habilidades motoras (PELLEGRINI, 1996).

O desenvolvimento motor, segundo Zelaznik (1993), promove o desenvolvimento das habilidades cognitivas e intelectuais e permite que as informações do meio ambiente possam ser obtidas e utilizadas para a execução de tarefas motoras. O desenvolvimento motor na infância é determinado pelo desenvolvimento simultâneo dos sistemas de controle postural, estrutural e

perceptivo. Essa afirmação dá às estruturas cognitivas uma função secundária ao desenvolvimento dos elementos utilizados pelas crianças para realizar uma ação, não negando, entretanto, a participação das estruturas cognitivas no desenvolvimento motor.

Os vários desenvolvimentos paralelos que acontecem nos primeiros anos de vida facilitam o aparecimento da capacidade adquirida para realizar movimentos precisos com as mãos. Entre estes desenvolvimentos estão a diferenciação do sistema motor do braço e das mãos, o melhoramento na forma de obtenção de informações sobre as relações espaciais, a integração mais flexível entre os movimentos dos olhos e cabeça em relação à coordenação manual e ainda a estabilidade postural do tronco, que fornece uma base apropriada para os movimentos de alcançar um alvo ou objeto (FRANK, & EARL, 1990; von HOFSTEN, 1989). A precisão dos movimentos manuais depende também da estabilidade postural, pois os extensores do tronco são os responsáveis pela preparação do pegar e os músculos abdominais curvam o corpo em direção ao alvo a ser alcançado (BERTENTHAL & von HOFSTEN, 1998). O desenvolvimento de um agarrar preciso envolveria, ainda, o fornecimento de quadros estáveis de referência ao tronco enquanto o indivíduo realiza o movimento de levar a mão ao alvo. Para esses autores, uma vez que o suporte do tronco é importante no êxito do movimento manual, melhoras significativas dos movimentos manuais são associadas a um aperfeiçoamento no controle dos músculos do tronco.

O desenvolvimento do alcançar ocorre também em função da percepção da distância, da determinação das forças neuromusculares que serão aplicadas, da coordenação entre os segmentos do membro, da dinâmica gravitacional e intersegmental e da formação de mapas visuais (RICCIO, 1993). A informação proveniente dos grupos musculares que agem de forma articulada, denominados de sinergias musculares, também é de extrema importância, para um alcançar preciso, embora a manutenção de uma base de suporte estável seja o fundamento de todos esses fatores (BERTENTHAL & von HOFSTEN, 1998).

O deslocamento da mão até um alvo pré-estabelecido se apresenta bem definido e harmônico graças à combinação dos movimentos do membro superior e do restante do corpo, agindo em cooperação a fim de produzir uma trajetória

suave e bem configurada para a tarefa. Para Marteniuk e Bertram (2001), os vários graus de liberdade devem ser controlados para que o movimento seja realizado. Isso indica que as exigências funcionais relativas à tarefa conduzem a um planejamento único de redução dos graus de liberdade envolvidos na tarefa. Dessa forma, os vários graus de liberdade associados à execução simultânea da locomoção e preensão, por exemplo, seriam controlados de uma forma integrada.

Embora os movimentos da mão, do tronco e o andar possam ser controlados separadamente, uma sinergia (específica da tarefa) usando os elementos de cada segmento pode surgir quando necessária. De acordo com Marteniuk e Bertram (2001), os sistemas efetores são capazes de reorganizar a si mesmos como resposta às alterações das condições do meio ambiente. Segundo Carnahan (1992), existe uma sinergia entre a cabeça e os braços que pode ser "disparada" pelos distúrbios posturais causados pela extensão do braço, de maneira que, a fim de compensar a perturbação no centro de gravidade ocasionada pela movimentação do braço, um movimento correspondente da cabeça na direção oposta deva ser feito. A base dessa sinergia está nas informações cinestésicas provenientes do pescoço com o mapeamento espacial necessário para execução de movimentos precisos dos membros (DIETZ, KOWALEWSKI, NAKAZAWA & COLOMBO, 2000).

De acordo com Bernstein (1967), a melhora na coordenação é alcançada através da utilização de todos os recursos possíveis a fim de reduzir os graus de liberdade dos segmentos envolvidos na ação. Para Newell (1985), enquanto a coordenação dos movimentos se refere à capacidade de garantir homogeneidade, integração e unidade estrutural ao movimento, sendo dependente do sistema motor, o controle motor diria respeito ao ajustamento das variáveis envolvidas no movimento (velocidade, força, amplitude, por exemplo).

A coordenação das ações unimanuais é, em certos aspectos, semelhante à coordenação dos movimentos bimanuais (PERRIG, KAZENNIKOV & WIESENDANGER, 1999). Esses autores afirmam que a coordenação depende muito das exigências particulares e específicas da tarefa que será realizada e a mesma meta pode ser alcançada por estratégias preferidas - que são diferentes de sujeito para sujeito. No interior do indivíduo, a escolha de uma estratégia também depende das restrições impostas, como mudanças na propriedade

mecânica do objeto manipulado (restrições externas) ou a disponibilidade dos sistemas sensoriais (restrições internas). A coordenação exata entre as duas mãos dependeria de uma comunicação neuronal no eixo medial do corpo do indivíduo (HICKS, INMAN, DEHARO & HICKS, 1999; KOHEN-RAZ, 1965).

De acordo com Byblow, Chua, Bysouth-Young e Summers (1999), nas tarefas de coordenação bimanual, ocorre um acoplamento entre as duas mãos para obtenção de estabilidade e bom desempenho da tarefa. Para os adultos, a estabilidade entre os dois membros seria alcançada quando a direção do foco visual fosse em direção ao lado não-dominante. Deste modo, o efeito estabilizador do estímulo visual para a mão não-dominante reduziria o grau de assimetria entre as mãos.

Nesse estudo nos basearemos na definição de coordenação dada por Kelso (1994), que considera a coordenação motora uma consequência dos processos auto-organizados que ocorrem no indivíduo. Esses processos levam à formação de padrões motores que auxiliam o ser humano na realização das tarefas do dia-a-dia.

2.3 O Comportamento Motor e a Preferência Manual

As ações manuais realizadas no dia-a-dia exigem o controle refinado do ombro, cotovelo, punho e dedos, assim como ajustamentos posturais específicos para o tronco e membros inferiores. A falta de sucesso em conseguir um conjunto postural apropriado pode prejudicar (ou até mesmo impedir) a expressão da habilidade manual. A execução das ações manuais está associada a uma grande variedade de estruturas neuroanatômicas, uma vez que os movimentos manuais refletem a união da coordenação dos movimentos multi-articulares com a informação visual e cinestésica. Esta coordenação envolve não somente os movimentos dos olhos e das mãos, mas também a postura da cabeça e tronco (GUTNIK & HYLAND, 1987).

As ações dos membros superiores são controladas por pelo menos três vias motoras distintas: o sistema piramidal, sistema subcortical lateral e sistema subcortical medial. O sistema piramidal se projeta diretamente sobre os motoneurônios da musculatura distal, e é responsável pela movimentação

independente dos dedos; o sistema subcortical medial está relacionado com a manutenção da postura ereta e da integração dos movimentos do tronco e membros; e o sistema subcortical lateral é responsável pela capacidade de usar independentemente as extremidades, particularmente as mãos (von HOFSTEN, 1989).

A visão passa a desempenhar um papel fundamental no controle das mãos quando a criança consegue monitorar o deslocamento de sua mão ao alvo pretendido. De acordo com Hammond (1990), três tipos de informação são exigidos para executar uma tarefa manual: a) informação sobre o objeto que será manipulado (seu posicionamento e orientação no espaço, seu tamanho e sua forma, sua consistência e textura); b) informação sobre a posição e movimento dos braços e mãos em relação ao corpo do indivíduo; e c) posição e movimentação dos braços e mãos em relação ao objeto que será manipulado. Juntamente com a visão, a propriocepção contribui para a eficiência da ação manual, sendo que suas funções colaboram e se completam de uma ótima maneira a fim de providenciar um apoio informacional integrado para a ação manual.

Além da importância da visão no controle manual, uma importante mudança que ocorre no controle das mãos durante o primeiro ano de vida é o aparecimento de movimentos diferenciados dos dedos e o aparecimento do movimento de pinça, afirma von Hofsten (1989). Para que o ato de alcançar um objeto seja desempenhado com sucesso, o controle sobre os movimentos manuais deve estar definido no próprio indivíduo, fazendo com que as mãos se alinhem ao objeto a ser agarrado quando se encontram próximas a ele. Neste momento, a propriocepção proveniente da parte distal do corpo não é precisa o suficiente para assegurar uma movimentação suave da mão até o local desejado: as informações da posição da mão em relação à posição do objeto são usadas, então, para ajustar os movimentos finais até o momento do toque no objeto. Para que a posição e a movimentação do segmento corporal sejam monitoradas de forma precisa, a visão tem então que ser direcionada para o segmento corporal em questão a fim de garantir êxito na realização do movimento.

A fim de identificar os limites do sistema efetor na produção de ações motoras, Fitts (1954) analisou, em um estudo considerado clássico, a relação

entre amplitude de movimento e largura do alvo na determinação do tempo de movimento para execução de três tarefas unimanuais com características similares. De acordo com os resultados obtidos, o tempo para realização de um movimento aumenta na medida em que há aumento da distância que o segmento corporal do executante tem que percorrer (amplitude do movimento) e a precisão manual requerida a fim de acertar o alvo. A equação básica (Lei de Fitts) que fornece a descrição da relação velocidade-amplitude-precisão é: $TM = a + b (ID)$, onde TM é o tempo de movimento, a e b são constantes e ID é o Índice de Dificuldade da tarefa.

Elemento central desta equação é o ID, que estabelece em escala logarítmica a relação da largura dos alvos com a distância entre os alvos que devem ser alcançados. A unidade do ID é a quantidade de informação transmitida. Essa relação obedece a seguinte equação: $ID = \log_2 (2A/L)$, onde A é a amplitude de movimento (distância do centro de um alvo ao centro de outro alvo) e L é a largura dos alvos e a tentativa realizada pelo indivíduo só é validada se o número de erros estiver abaixo do limite estipulado. A Lei de Fitts (1954) pode ser descrita como resultado das consequências das escolhas iniciais feitas pelo executante e suas correções de aceleração e desaceleração do movimento para tocar o alvo.

Em um estudo similar ao de Fitts, realizado por Yan, Thomas, Stelmach e Thomas (2000), os resultados obtidos sugeriram que as crianças mais novas apresentam mais erros nos movimentos rápidos do braço até um alvo quando comparadas aos adultos e às crianças mais velhas. Os movimentos dos membros superiores das crianças mais novas apresentam maior variação do que os movimentos realizados pelas crianças mais velhas, que são mais propensas a controlar cada deslocamento do braço em separado a fim de planejar a sequência de seu movimento.

Em estudo sobre o desenvolvimento da tarefa dual, Pellegrini (1982) utilizou a tarefa de Fitts em três IDs, executada com uma tarefa cognitiva. Com relação à performance da tarefa motora, os resultados apontaram diferenças na velocidade e precisão dos movimentos executados com a mão preferida (direita) entre as faixas etárias e os Índices de Dificuldade ($ID = 2$; $ID = 3$ e $ID = 4$). Os movimentos realizados na tarefa motora com ID maior apresentaram menor

velocidade e maior quantidade de erros e, ao contrário, as crianças mais velhas foram mais rápidas e menos precisas do que as mais novas.

Um empecilho ao desempenho igual dos dois membros superiores é o fato de que os membros superiores são funcionalmente diferentes apesar de serem estruturalmente semelhantes. Isso ocorre porque ao executar tarefas do dia-a-dia uma mão é sempre mais utilizada do que a outra e esse maior uso leva ao aparecimento das diferenças nos seus desempenhos. A escolha freqüente por uma mão para a realização das atividades é denominada de preferência manual.

As crianças começam a perceber que seu corpo tem dois lados distintos aproximadamente aos quatro anos de idade e essa consciência de que existem dois lados é denominada lateralidade (WILLIAMS, 1973). A partir das situações vivenciadas no dia-a-dia, as estruturas de um lado corporal começam a ser mais utilizadas do que as pertencentes ao outro lado. Segundo Williams (1983), a dominância lateral é o uso preferencial de uma das mãos, pés, olhos e ouvido, sendo que se essa preferência acontecer no mesmo lado do corpo para as mãos, pés, olhos e ouvido é chamada de dominância lateral pura - caso contrário é identificada como mista.

Em muitos casos, a preferência manual já pode ser detectada aos quatro anos de idade e parece se estabilizar ao longo da infância, apesar de algumas crianças ocasionalmente mudarem sua preferência manual durante este período (HAYWOOD, 1993). Segundo Gudmundsson (1993), estudos longitudinais mostram que a preferência manual não se altera a partir dos quatro ou cinco anos de idade, sendo que a consistência no uso de apenas uma mão para a realização de tarefas do cotidiano tende a aumentar ao longo de toda a vida. Estudos realizados por esse autor dão suporte à visão de que o uso consistente de uma mão não está totalmente estabelecido em crianças até os três anos de idade e que a utilização indiferente de uma ou outra mão é uma característica dos primeiros anos de desenvolvimento motor. A implicação disso é que crianças em que a preferência manual não está bem definida tendem a progressivamente diminuir o uso de uma ou da outra mão com o aumento da idade (GUDMUNDSSON, 1993). Deste modo, existe uma menor incidência de crianças mais novas consistentes no uso de apenas uma das mãos quando comparadas às crianças mais velhas.

Pesquisadores têm formulado muitas teorias para explicar a emergência da dominância lateral, sendo mais conhecida a que a relaciona à dominância do hemisfério cerebral, ou seja, uma pessoa destra teria o hemisfério esquerdo como dominante, isto é, aquele responsável pela organização da execução das tarefas, e vice-versa. Os hemisférios cerebrais são estruturalmente diferentes e assumem diferentes funções, sendo o hemisfério esquerdo responsável pelo controle da fala e raciocínio matemático e o hemisfério direito pelo controle motor geral, organização e representação espacial. Ainda, o controle da mão esquerda seria exercido pelo hemisfério direito e o controle da mão direita exercido pelo hemisfério esquerdo (HAYWOOD, 1993).

Em nosso cotidiano, as mãos trabalham tipicamente juntas, agindo coordenada e eficientemente para o alcance da tarefa. A atividade de uma das mãos completa a atividade da outra, mesmo nas tarefas convencionalmente tidas como unimanuais, como a tarefa de escrever. Hammond (1990) defende a idéia de que a preferência manual está relacionada à comparação feita pelo indivíduo entre as performances das duas mãos durante a execução de diferentes movimentos. Portanto, existiriam diferenças entre as organizações neurais dos dois hemisférios e, conseqüentemente, diferenças comportamentais entre as mãos. As diferenças na performance manual não seriam relacionadas a diferenças específicas do sistema de controle motor (na organização neural), mas sim a diferenças na organização cerebral hemisférica.

De acordo com Gabbard (1998), os sujeitos que não apresentam preferência manual para a execução de tarefas unimanuais apresentam alteração nas funções exercidas pelos hemisférios cerebrais esquerdo e direito. A preferência manual seria, então, determinada pelas oportunidades e influências do meio ambiente, existindo uma forte relação entre a escolha por uma mão e a performance. De acordo com Bryden, Pryde e Roy (2000), indivíduos com forte preferência manual apresentariam, por esse motivo, uma performance mais desigual entre as mãos do que aqueles com preferência manual inconsistente.

De modo geral, as pessoas denominadas destras tendem a ser relativamente mais consistentes no uso da mão direita em muitas tarefas quando comparadas às pessoas denominadas canhotas, sendo que a classificação das pessoas como destras ou canhotas depende do tipo e do número de tarefas

escolhidas pelo experimentador como critério a ser aplicado na classificação da preferência manual do sujeito. A preferência e a proficiência no uso de uma mão não é só específico da tarefa mas, para Provins (1997), essa especificidade depende também da natureza da ação, das habilidades motoras envolvidas e da associação da melhora de desempenho a partir da experiência anterior com tarefas semelhantes.

A diferença de performance entre os dois lados do corpo durante a execução de uma tarefa motora (denominada de assimetria funcional), varia consideravelmente de sujeito para sujeito, embora maiores diferenças entre as performances sejam esperadas para as tarefas unimanuais – que são comuns e bem praticadas por uma mão em particular –, não importando se ela é a mão esquerda ou direita (PROVINS, 1997). O grau de assimetria na habilidade manual apresentado pela pessoa em determinada tarefa é dependente, então, da história de uso relativo das duas mãos para alcançar esse objetivo em particular. Esse autor sugere ainda que a preferência manual do sujeito ao realizar uma tarefa altamente complexa corresponde à diferença de proficiência entre as mãos que só ocorre na realização de tarefas elaboradas porque, para tarefas extremamente simples, a diferença no desempenho das duas mãos não é evidente.

Para Hammond (1990), ainda não existem evidências suficientes para uma conclusão definitiva sobre a relação entre a preferência manual e o controle preciso de força de preensão, apesar da idéia de que a preferência manual é resultante de um controle de força que é assimétrico ser bastante atraente. Um dos argumentos usados pelo autor para explicar porque a mão não-preferida faz mais correções durante a execução de movimento é que o produto motor da mão não-preferida apresenta mais ruído que o da mão preferida de modo que a mão não-preferida está menos apta para executar movimentos finos (precisos). O autor chama atenção para a idéia de que a preferência manual é uma expressão da variabilidade do desempenho do controle motor das mãos que é observada na performance manual. A grande quantidade e variedade de movimentos controlados pela mão não-preferida pode ser um importante determinante da preferência manual; uma mão pode ser então escolhida porque sua performance é menos variável. A grande variabilidade observada na performance da mão não-preferida indica diferença na forma como as duas mãos são controladas.

As diferenças espaciais e temporais relativas à desigualdade do controle motor das mãos causam uma assimetria da precisão motora, com a mão preferida sendo capaz de uma maior precisão temporal nos seus movimentos e a mão não-preferida uma maior propensão ao erro. Guiard (1987, apud HAMMOND, 1990) demonstrou que as duas mãos realizam diferentes funções nos movimentos bimanuais normais, sendo que a mão não-preferida realiza movimentos com baixa frequência espacial e temporal enquanto a outra realiza movimentos com alta frequência temporal e espacial. O fato das mãos assumirem diferentes funções durante movimentos bimanuais cooperativos não significa que elas são especializadas nessas diferentes funções, mas que apresentam diferentes performances motoras nas ações unimanuais.

Durante a infância, a mão preferida apresentará mais sucesso na apreensão e descoberta das propriedades do objeto. Na verdade, as mãos se diferenciarão nas habilidades devido à preferência manual das crianças. Por essa razão, a preferência pelo uso de uma mão tem papel importante na organização das habilidades sensório-motoras (MICHEL, 1991).

Ao comparar destros e canhotos na coordenação bimanual, Swinnen, Jardin e Meulenbroek (1996) mostraram que os canhotos apresentam menor diferença entre as posições das duas mãos quando comparados aos destros cujos movimentos das duas mãos apresentam maiores diferenças. Segundo esses autores, o controle bimanual é menos lateralizado nos canhotos devido ao fato de que a diferenciação hemisférica cerebral ser menos evidente. No entanto, na literatura, a explicação mais encontrada é a do “mundo para os destros”, devido ao fato de que muitas ferramentas utilizadas no dia-a-dia serem utilizadas com a mão direita.

Hiraga e Pellegrini (2001) relatam estudo com universitários que executaram a tarefa de Fitts de forma bimanual. Os resultados obtidos indicaram que os participantes com preferência manual esquerda apresentaram desempenho mais preciso com a mão esquerda quando comparado à mão direita, mas não houve diferença de precisão entre os desempenhos das mãos dos participantes com preferência manual direita. A mão esquerda dos indivíduos canhotos também foi mais precisa que a mão direita e esquerda dos destros. Uma sugestão dada pelas autoras sobre esse comportamento manual é que o controle

exercido pelo canhoto sobre sua mão preferida parece ser mais robusto à interferência da atividade da outra mão.

Segundo Pellecchia e Turvey (2001), na medida em que há um aumento na velocidade do movimento, o acoplamento entre os membros se enfraquece, e a assimetria do movimento manual se torna maior. Para os autores, existem fortes evidências de que a atividade cognitiva também amplia a influência da frequência do movimento e retira a harmonia da dinâmica da coordenação.

Não encontramos na literatura revisada estudos dirigidos à questão da preferência manual na coordenação bimanual de crianças. Assim, uma vez que de modo geral a literatura aponta a existência de diferenças entre a mão preferida e não-preferida na execução de tarefas motoras, então o controle motor tem que se organizar de forma a compensar estas diferenças para produzir movimentos os mais similares possíveis dos dois membros superiores. Desta forma, este estudo foi projetado de modo a verificar em crianças destros e canhotos como o sistema resolve o problema das diferenças entre os membros superiores na realização de tarefas bimanuais.

2.4 A Atenção no Comportamento Motor

Uma vez que um bom número das atividades que realizamos no dia-a-dia envolve diferentes componentes que precisam ser integrados para que os objetivos sejam alcançados, então temos invariavelmente que focalizar a atenção disponível nos componentes relevantes para a ação, ou seja, naqueles componentes que determinam a qualidade do produto final. A atenção seletiva se refere à percepção do executante dos estímulos relevantes para a ação, e pode ser considerada como um processo de extração de informação do meio ambiente de forma seletiva, ativa, eficiente e econômica (GIBSON & RADER, 1978).

Existe uma grande quantidade de tarefas do dia-a-dia que exigem de crianças e adultos a alocação eficiente da atenção (CSIBRA, JOHNSON & TUCKER, 1997). Para esses autores focalizar a atenção em um único estímulo, dividir atenção entre dois ou mais estímulos, mudar a direção da atenção de um estímulo para outro e ignorar estímulos irrelevantes são tarefas difíceis de serem

realizadas, embora passemos a maior parte do tempo, se não todo o tempo, executando-as.

Dirigir a atenção significa perceber as informações presentes no meio, escolher aquelas que apresentam utilidade para a realização da ação e utilizar essa informação na execução do movimento (GIBSON & RADER, 1978). Ela estabelece a relação entre a percepção e a tarefa a ser executada e influencia a escolha da informação necessária e pertinente para que a meta seja alcançada. Este é o aspecto mais interessante no controle voluntário da atenção e diz respeito à capacidade dos seres humanos de dirigir a atenção ao que interessa e diminuir possíveis influências provenientes de informações irrelevantes para a execução da ação. Embora algumas características do estímulo, como localização espacial e características físicas pareçam ser focalizadas facilmente, a direção voluntária da atenção é bastante flexível e estratégica (GOPHER, 1993).

Um exemplo de um ótimo direcionamento da atenção é aquele da percepção do que é relevante para a performance da tarefa. A relação da escolha da informação com o que vai ser realizado depende de o executante ter bem definida a ação que vai realizar, saber qual informação é importante para realizar essa ação e estruturar de forma apropriada à organização dessas duas características (GIBSON & RADER, 1978).

O desafio para as teorias de desenvolvimento da atenção é propor mecanismos que expliquem as mudanças na seletividade das informações que ocorrem ao longo do tempo e indicar até que ponto a proporção de maturação em diferentes regiões cerebrais está relacionada com as mudanças dos vários componentes da atenção. Enns (1990) sugere que o desenvolvimento das áreas cerebrais acontece em velocidade diferente, sendo de forma mais rápida no tronco cerebral (principalmente no tálamo) e mesencéfalo (colículo). Na área motora primária ele acontece mais lento e as áreas de associação do córtex são as que se desenvolvem mais lentamente que todas as outras áreas. Estudos sobre mielinização, realizados por esse autor, indicam que embora o tronco cerebral esteja completamente mielinizado na primeira infância, os lobos parietais continuam sua maturação ao longo dos dez primeiros anos de vida. Se a concepção de localização das várias funções atencionais estiver correta, então

seria esperado que o desenvolvimento da filtragem dos estímulos (que é uma função talâmica), ocorreria mais rapidamente do que a busca visual do objeto (função colicular), a qual se desenvolveria mais rapidamente que a preparação dos grupos musculares para a ação (função parietal).

Segundo a revisão de literatura feita por Monno, Temprado, Zanone e Laurent (2002), existem evidências de que através da atenção o S.N.C. contribui na manutenção e na estabilização da coordenação do padrão coordenado entre os membros. Kelso (1995) faz referência a estudos que teriam mostrado que a dinâmica cortical do cérebro e a dinâmica comportamental seriam correspondentes, e que as estruturas cerebrais e as vias neurais estariam envolvidas nos processos atencionais.

Assumir que o S.N.C. está envolvido na coordenação do comportamento, que os processos atencionais refletem a intensidade da atividade do S.N.C. na manutenção do padrão de coordenação em situação de perturbação à estabilidade do padrão e, portanto, que a atenção está relacionada aos movimentos coordenados, não implica na localização precisa das estruturas e das redes neurais atencionais envolvidas no controle da coordenação motora. Mostra, no entanto, que a atividade de processamento do S.N.C. associada com a manutenção e estabilização dos padrões de coordenação bimanual pode ser avaliada, no nível macroscópico, usando o paradigma da tarefa dual e o tempo de reação. Dessa forma, a coordenação bimanual e a atividade de processamento assegurada pelo S.N.C. na manutenção da estabilidade dessa coordenação seguem a mesma dinâmica subjacente à abordagem dos sistemas dinâmicos (MONNO, TEMPRADO, ZANONE & LAURENT, 2002). Isso sugere que a covariação observada na estabilidade do padrão e na demanda atencional reflete um princípio geral que une a dinâmica da coordenação e a atividade de processamento central. Este princípio captura o meio pelo qual o S.N.C. estabiliza ou desestabiliza o comportamento humano em uma tarefa específica através da demanda atencional.

No cérebro humano, o sistema atencional pode ser dividido em sistema de orientação posterior, o qual age em conjunto com os sistemas sensoriais, sistema anterior, que constitui a base para as ações voluntárias e sistemas de vigilância que mantêm o estado de alerta (ROTHBART, POSNER & BOYLAN, 1990).

Segundo esses autores, o mesencéfalo desempenha duas funções diferentes, sendo uma a computação da localização espacial de um estímulo e a segunda a mudança do foco atencional em direção a essa outra localização.

Quando a atenção é movida para longe do local onde estava localizada anteriormente, um componente inibitório reduz a probabilidade de ocorrer o retorno dos olhos para um local já examinado, chamada de inibição de retorno. A inibição de retorno é definida como uma redução na tendência em voltar à orientação para uma área no campo visual que foi recentemente atendida (PELLEGRINI, 2001; ROTHBART, POSNER & BOYLAN, 1990). Ela fornece a base para a variabilidade de “varredura” no campo visual: quando um ponto é localizado pelo movimento dos olhos ou se encontra no campo visual periférico, por alguns segundos esta localização é inibida em relação a outros pontos no campo visual (RODRIGUES, 2001).

Ao longo dos anos várias teorias sobre atenção foram postuladas, e entre as principais, citadas por Schmidt e Lee (1999), se encontram a Teoria do Canal Único de Informação, a Teoria do Filtro e a Teoria da Capacidade Flexível de Atenção. A primeira foi formulada por Welford, em 1952, que afirmava existir apenas um canal por onde a informação chegaria e partiria do indivíduo, o que permitiria a execução de apenas uma tarefa com demanda atencional por vez. A segunda teoria apresentou várias ramificações formuladas por diferentes pesquisadores da década de 60, que discordavam quanto à localização do filtro da atenção, mas tinham como princípio a idéia de que vários estímulos poderiam ser processados em paralelo e não exigiam atenção até “alcançar o local” do filtro. Ao se atingir o filtro, somente um estímulo por unidade de tempo seria processado e o processamento da informação passaria a ser seqüencial e exigiria atenção. A terceira teoria, proposta por Kahnemam (1973), sugere que cada tarefa requer determinada cota de atenção e que o indivíduo seria capaz de selecionar (e utilizar) a quantidade necessária para a melhor execução dessa tarefa. Nessa teoria a atenção é considerada como um reservatório de capacidade flexível que pode ser distribuída de uma tarefa para outra de acordo com o interesse do executante para que não ocorra comprometimento da performance.

Allport (1993) afirmou que o pressuposto básico de algumas teorias é a existência no cérebro de um único sistema central (ou “sistema atencional” ou

“executivo central”), com capacidade limitada. O sistema atencional ou central seria responsável por todos os processos controlados, isto é, por todos os processos cognitivos que exigiriam atenção. Esse hipotético sistema central seria, por essa razão, responsável pelo controle da capacidade atencional.

A escolha do que se deve selecionar ou descartar, dentre as inúmeras informações disponíveis no meio em que vivemos, é uma capacidade adquirida muito importante que o ser humano desenvolve com a prática e o leva a obter sucesso no dia-a-dia. O mecanismo que atua na retenção ou inutilização de informações é a atenção seletiva (LADEWIG, 2000). De acordo com a visão do processamento de informação, a atenção seletiva pode ser definida como a capacidade que o indivíduo tem em dirigir o foco atencional a um determinado ponto no meio ambiente, e ela determina o que é percebido e codificado na memória, que por sua vez poderá facilitar a recuperação da informação.

A atenção seletiva pode ser intencional ou involuntária, dependendo de como sua alocação for realizada. A seleção intencional e o direcionamento da atenção ocorrem quando se escolhe atender a uma fonte de informação enquanto se exclui ou se inibe a atenção para outras fontes (SCHMIDT & LEE, 1999). E a seleção involuntária ocorre como resposta a um estímulo externo, ou seja, quando ocorre algo no ambiente que faz com que o executante dirija imediatamente sua atenção ao local de onde veio o estímulo (um exemplo seria dirigir a atenção para o local de onde veio o som de uma batida de carros).

Três componentes funcionalmente separados da atenção espaço-visual (atenção seletiva) foram identificados na década de 80 e apontados pela revisão de literatura elaborada por Allport (1993): a separação do foco da atenção no momento presente, o direcionamento da atenção e a união do foco atencional à nova localização do alvo. Além disso, segundo o autor, teriam sido apresentadas sugestões de que cada um desses componentes depende, ao menos em parte, da integridade de diferentes estruturas cerebrais. Desse modo, um número de componentes neurais separados desempenharia papel essencial no processo de direcionar a atenção a um novo foco e na busca contínua por objetos e/ou locais específicos. A atenção seletiva seria considerada um processo computacional uniforme que receberia as informações privilegiadas e excluiria seletivamente as restantes (BRODEUR, 1990).

Para Allport (1993), no domínio espaço-visual, existiriam evidências de modulações atencionais em diferentes níveis e em diferentes vias do input visual até o controle motor. A seletividade atencional em resposta a estímulos visuais envolveria, então, vários mecanismos qualitativamente diferentes: resposta espacialmente seletiva com intensificação neuronal ao estímulo visual; emergência de limiares de resposta motora em relação ao estímulo localizado fora do foco atencional; e aumento no ajuste do sistema visual em relação ao objeto sem, contudo, ocorrer supressão da informação irrelevante proveniente do meio ambiente. Para esse autor, não existe uma operação mental única a qual todo fenômeno atencional possa ser atribuído. Pelo contrário, existiria uma rica diversidade de mecanismos neuropsicológicos de controle pelos quais emergem interações cooperativas e competitivas da manifestação da atenção no comportamento.

Uma taxonomia com base em síntese de idéias esboçadas na literatura sobre percepção e cognição, desenvolvimento infantil, psicologia educacional e psiquiatria foi desenvolvida por Enns (1990). O nível mais alto nessa taxonomia é a seletividade. A análise das informações provenientes do meio seria inerentemente seletiva por duas razões: primeiro, porque o cérebro é um órgão que interage com o mundo através de sistemas sensoriais que são limitados espaço-temporalmente; segundo, porque o potencial disponível para recebimento de informações para cada sistema sensorial não tem limites. Assim, a seletividade ocorre em todos os canais sensoriais. Na seletividade visual podem ser observados vários ajustamentos, agrupados nos seguintes itens: integração, filtragem, busca e preparação.

Integração: muitas circunstâncias no cotidiano exigem que o observador responda não simplesmente às características do meio, mas às relações entre essas características. Um exemplo de mudanças que ocorrem ao longo do desenvolvimento humano, pode ser visto na integração diz respeito ao fato de que padrões de estimulação tipicamente simétricos se tornam mais facilmente processados quando comparados aos padrões assimétricos.

Filtragem: em muitas condições do dia-a-dia o observador deve ignorar muitas informações a fim de processar outras eficientemente. Crianças mais velhas são mais capazes de inibir as informações irrelevantes quando

comparadas às mais novas, e estudos sugerem que existem mudanças que ocorrem na análise perceptiva durante o desenvolvimento quando há exibição de múltiplos estímulos.

Busca: existem situações em que precisamos procurar um objeto que pode ou não estar presente em nosso campo visual (detecção), ou um objeto que está presente, mas cujo local exato é desconhecido (localização). Em cada uma dessas situações, os recursos visuais devem estar ajustados ao objeto garantindo uma eficiente captura desse mesmo objeto. As fontes sensoriais apresentam grande quantidade de receptores na fóvea, os quais podem ser alinhados com o alvo através de movimentos dos olhos e da cabeça. As fontes cognitivas incluem a facilitação da atenção para regiões específicas no espaço visual, que podem ser alinhadas com o alvo através de dicas visuais, e as expectativas derivadas de um conhecimento prévio e da memória. Embora o alinhamento dos recursos sensoriais seja chamado de orientação evidente devido aos movimentos envolvidos da cabeça e olhos, o alinhamento dos recursos cognitivos é chamado de orientação encoberta. A orientação encoberta pode ser dividida em orientação exógena - dirigida pelo estímulo - ou endógena - dirigida pela meta (RODRIGUES, 2001).

Preparação: envolve a manutenção da atenção em um determinado local no espaço, o aprimoramento e a troca da localização do foco atencional ao longo do tempo de execução de uma tarefa. Ela também diz respeito à ativação dos grupos musculares que irão participar da ação, uma vez que esse processo ocorre na área motora primária.

Nos primeiros meses de vida o sistema atencional apresenta maturação para realizar o controle voluntário da orientação visual e a fim de interpretar o estímulo sensorial (ROTHBART, POSNER & BOYLAN, 1990). Para Shimojo, Tanaka, Hikosaka e Miyauchi (1996), nos quatro primeiros anos de vida as crianças se tornam relativamente aptas a executar tarefas que requerem atenção visual, embora essa capacidade inclua várias habilidades que se desenvolvem em diferentes etapas durante toda a infância.

O aumento geral na seletividade atencional, observada na medida em que as crianças vão se tornando mais velhas, tem sido explicado através de dois tipos de fatores que dão suporte ao desenvolvimento da habilidade atencional: fatores

não-estratégicos de identificação dos estímulos, incluindo o aumento na qualidade de interpretação de informação; e fatores estratégicos, como o desenvolvimento de rotinas sofisticadas para alocar atenção (KAYE & RUSKIN, 1990). A independência dos fatores estratégicos e não estratégicos tem demonstrado que existem diferenças relacionadas às faixas etárias encontradas em tarefas com direcionamento do foco da atenção que podem ser atribuídas às diferenças na percepção de estímulos como estruturas multidimensionais. Para esses autores, embora as crianças mais novas percebam as combinações do estímulo como formando um único objeto, as crianças mais velhas - cinco a dez anos - percebem cada parte do estímulo de forma separada, o que reforça a idéia de que as crianças maiores apresentam maior atenção seletiva. As crianças, entre as idades de sete e dez anos, começam a desenvolver controle considerável sobre a atenção visual disponível, embora o desenvolvimento de estratégias de alocação eficiente continue até a idade adulta (BYBLOW, CHUA, BYSOUTH-YOUNG & SUMMERS, 1999; GOPHER, 1993).

Algumas tarefas do cotidiano exigem que coloquemos toda nossa atenção na sua execução a fim de responder a todos os seus elementos durante sua realização. Estabelecemos as prioridades e identificamos os elementos principais através de estratégias atencionais, sendo que o ajuste de prioridades é comum nas tarefas humanas. Uma questão que surge - e nos deixa sem resposta - é quão competente somos em estabelecer estratégias atencionais e processar mudanças nos elementos relevantes para executar a tarefa. A partir desse questionamento, esse estudo foi realizado para verificar se crianças de diferentes faixas etárias e preferência manual empregam da mesma forma a atenção disponível para a execução da tarefa bimanual e se a estratégia utilizada por elas leva a eficiência na performance, com a melhor combinação possível de velocidade e precisão.

2.4.1 A Atenção na Coordenação Bimanual

Uma característica incrível dos sistemas biológicos é sua flexibilidade comportamental, que expressa a capacidade de alterar seu comportamento em

diferentes escalas – desde uma modulação paramétrica de um padrão comportamental até a aquisição de um novo comportamento através da aprendizagem – como resposta à estimulação de várias origens (atencional, do meio ambiente, etc). Torna-se importante, então, identificar os princípios e mecanismos pelos quais a flexibilidade comportamental emerge a partir das interações entre as restrições inerentes ao sistema e as influências oriundas do meio externo. Para isso, é de extrema importância entendermos os processos básicos de utilização da atenção na execução de tarefas complexas como a de coordenação bimanual.

Um dos meios que o organismo dispõe para adequar seu comportamento à tarefa a ser realizada é através da atenção, que pode ser empregada em quantidades e lugares diferentes, e é determinada pelos elementos da tarefa. A estratégia representa a solução desenvolvida pelo executante para realizar de melhor forma possível a tarefa e lidar com as demandas atencionais disponíveis para executar a tarefa bimanual (GOPHER, 1993).

Uma vez que a maior parte das tarefas bimanuais revela a existência de assimetria entre as mãos, a atenção dirigida à mão preferida ou à mão não-preferida leva a resultados diferentes. De acordo com Peters (1994), o controle dos movimentos bimanuais envolve uma alocação preferencial do foco atencional para a mão preferida, mantendo a diferença entre as mãos. As descobertas de Swinnen, Jardin e Meulenbroek (1996) confirmam esta hipótese e vão além, indicando que a diferença temporal no movimento das mãos em tarefa bimanual depende do componente atencional se dirigido ou não a uma mão. Para Temprado, Zanone, Monno e Laurent (1999), o direcionamento do foco atencional leva à estabilização do comportamento, mas não influencia na assincronia entre as mãos. Assim, a estabilização no desempenho bimanual obtido através da atenção parece ser simetricamente manipulada pela dinâmica da coordenação uma vez que, segundo esses autores, a atenção conduz ao aumento na estabilização do comportamento.

A assimetria bilateral na coordenação bimanual ocorre por causa das diferenças funcionais apresentadas entre as mãos, o que por sua vez provoca o acoplamento assimétrico. Os efeitos do direcionamento do foco atencional são semelhantes àqueles resultantes da assimetria bilateral intrínseca ao executante

(AMAZEEN, AMAZEEN, TREFFNER & TURVEY, 1997; PETERS, 1994). Segundo esses autores, somente quando a atenção é dirigida especificamente a uma das mãos ou quando as mãos têm que realizar movimentos com intensidade diferente de força é que a assimetria bilateral se manifestaria. Esses resultados contribuem para o entendimento da relação entre a atenção e a preferência manual, uma vez que a atenção e a preferência manual estão relacionadas através dos seus efeitos mútuos na dinâmica da coordenação bimanual.

Em estudo realizado por Sherwood e Rios (2001), o foco atencional foi dirigido a apenas uma mão durante a movimentação bimanual de manivelas no plano vertical. A mão que era o centro da atenção (independentemente de ser a preferida do executante), apresentou ótima performance na execução do movimento proposto, enquanto que a mão sem o foco atencional apresentou grande margem de erro. A maior quantidade de erros foi, portanto, encontrada na mão para a qual a atenção não havia sido dirigida.

No estudo de Pellechia e Turvey (2001), a atenção também se mostrou fator de influência na performance da tarefa de coordenação bimanual, pois o deslocamento do foco atencional aumentou a diferença entre as posições das mãos durante a tarefa bimanual, a assincronia (diferença temporal) se tornou maior quando o executante direcionou seu foco atencional à mão dominante e se tornou menor quando a atenção foi dirigida à mão não-dominante. O membro que é o foco da atenção, independentemente de ser o preferido do executante, apresenta também melhora na sua movimentação. A atenção, segundo Swinnen, Jardin e Meulenbroek (1996), facilitaria o acoplamento entre as fontes de inputs aferentes e de output motor, mesmo sendo o sistema de controle do membro dominante capaz de realizar ajustes mais finos na realização do movimento do que o membro não-dominante. Dessa forma, a ênfase dada pelos autores em relação a assincronia é que ela é menos evidente nos canhotos do que nos destros, o que revela um maior grau de flexibilidade dos primeiros frente às tarefas.

O estudo realizado por Amazeen, Amazeen, Treffner e Turvey (1997) confirma os resultados obtidos pelos autores citados acima em relação à influência do direcionamento da atenção na execução da tarefa bimanual, sendo que, nesse experimento, o foco atencional foi dirigido a uma ou outra mão durante

a movimentação de manivelas de forma bimanual. Para os sujeitos canhotos, a estabilidade do padrão de coordenação bimanual foi maior quando o foco atencional foi direcionado para a mão esquerda (preferida) e eles apresentaram também maior estabilidade quando comparados aos destros com foco atencional na mão direita (preferida). Isso significa que quando os participantes direcionam por um tempo maior o foco atencional para a mão preferida do que para a mão não-preferida elas apresentam uma performance mais instável – resultados também obtidos por Peters (1994).

De acordo com Monno, Temprado, Zanone e Laurent (2002), a estabilidade máxima da coordenação entre as duas mãos seria alcançada quando o padrão de coordenação bimanual é executado em uma frequência preferida, pois acarretaria um custo atencional mínimo. Esta estreita co-variação entre estabilidade e quantidade de custo central sugere que a reserva atencional utilizada pelo S.N.C. depende da estabilidade do padrão a ser executado, isto é, da força de acoplamento entre os membros: quanto mais fraco o acoplamento, maior o custo central e vice-versa. Por isso, de acordo com esses autores, o custo atencional e a estabilidade do padrão parecem compartilhar uma dinâmica comum, ou pelo menos, refletem uma mesma dinâmica subjacente.

A assincronia entre as mãos e a conseqüente alteração na variabilidade da fase relativa é causada pelo direcionamento do foco atencional e da preferência manual, uma vez que quando a atenção é dirigida por mais tempo para a mão preferida do que para a mão não-preferida a performance se torna mais instável (AMAZEEN, AMAZEEN, TREFFNER & TURVEY, 1997; TREFFNER & TURVEY, 1995). A variabilidade da fase relativa, por sua vez, indica a mudança no comportamento do padrão de coordenação bimanual podendo até mostrar a alteração do padrão de execução da tarefa bimanual (PETERS, 1994; TEMPRADO, ZANONE, MONNO & LAURENT, 1999).

Em se tratando dos padrões bimanuais preferidos (em-fase e fora-de-fase), a estabilidade deles, assim como as diferentes características de cada um, dependem da atenção dirigida à tarefa de coordenação bimanual quando outra tarefa é também realizada. Nessa condição, se a atenção é liberada da tarefa bimanual ou seja, se é direcionada a um outro componente que não seja as mãos, os padrões motores das duas mãos apresentam um aumento na sua

variabilidade, mas o padrão fora-de-fase continua apresentando maior flutuação (variação) da fase relativa do que o em-fase (MONNO, TEMPRADO, ZANONE & LAURENT, 2002). Uma interpretação para esse acontecimento foi elaborada com base em dados de estudo anterior (TEMPRADO, ZANONE, MONNO & LAURENT, 1999), que sugere que a diferença em relação ao direcionamento do foco atencional entre o padrão em-fase e o fora-de-fase ocorre porque o padrão em-fase é intrinsecamente mais estável e é, portanto, menos afetado pela liberação ou aumento na quantidade de atenção aplicada à coordenação.

Se ocorrerem alterações na estabilidade dos padrões coordenados maior carga atencional será exigida durante a realização da tarefa bimanual a fim de que esses padrões continuem sendo realizados (TEMPRADO, CHARDENON & LAURENT, 2001). Entretanto, a estabilidade do padrão de coordenação pode ser afetada pela manipulação do foco atencional, principalmente no caso do padrão fora-de-fase (TEMPRADO, ZANONE, MONNO & LAURENT, 1999). Estes estudos mostram que a atenção, embora seja uma ferramenta pela qual o S.N.C. busca estabilizar os padrões de coordenação, também pode prejudicar a estabilidade do padrão – cabendo, então, ao executante da tarefa a decisão de empregá-la da maneira eficiente para alcançar a meta objetivada.

A melhora da estabilidade do padrão coordenado é alcançada através do aumento na força do acoplamento entre os componentes que realizam a tarefa, graças à intenção do executante (KELSO, 1994; TEMPRADO, ZANONE, MONNO & LAURENT, 1999). A estabilidade do padrão ocorre, portanto, a partir do aumento da força de acoplamento dos osciladores (das mãos) imposta pelo foco atencional.

Temprado, Chardenon e Laurent (2001) afirmam que a estabilidade do padrão bimanual, medida pela variabilidade da fase relativa, e a exigência atencional co-variam fortemente: o padrão mais estável (em-fase) necessita de uma menor carga atencional, e a perda da estabilidade do padrão, observada quando a frequência de oscilação é aumentada, corresponde a um aumento no custo central. Deste modo, parece plausível que a co-variação observada na estabilidade do padrão e a exigência atencional refletem um princípio geral que “une” a dinâmica da coordenação e o custo central em virtude das restrições da tarefa. Este princípio mostra a forma pela qual o S.N.C. estabiliza ou desestabiliza

o comportamento coordenado em função da especificidade da tarefa, e é contrário à idéia de que as restrições biomecânicas dominam os determinantes da estabilidade do padrão de coordenação e o custo central. Segundo os autores, a contribuição das restrições biomecânicas na estabilidade, na perda da estabilidade e na transição de fase se encontra em um nível mais secundário quando comparada à especificidade da tarefa.

As restrições subjacentes à dinâmica da coordenação espontânea não impedem que o indivíduo apresente flexibilidade em seu comportamento motor. Estudos têm demonstrado que o executante pode intencionalmente trocar o padrão coordenado pelo preferido (SCHOLZ & KELSO, 1990); inibir a transição espontânea de um padrão para outro; estabilizar o padrão de coordenação preferido (AMAZEEN, AMAZEEN, TREFFNER & TURVEY, 1997; SWINNEN, JARDIN & MEULENBROEK, 1996; WUYTS, SUMMERS, CARSON, BYBLOW & SEMJEN, 1996), e estabilizar um novo padrão de coordenação através de aprendizagem (SWINNEN, JARDIN & MEULENBROEK, 1996).

Uma das formas de estabilizar o padrão motor se dá pela intenção, definida como a prioridade atencional dirigida ao segmento que está realizando a tarefa e que constitui, por definição, a informação comportamental que estabiliza especificamente o padrão de coordenação. A partir da perspectiva dinâmica, a melhora na estabilidade do padrão pode ser alcançada através do aumento da força de acoplamento entre os componentes executantes da tarefa (as mãos) devido à intenção e à atenção (MONNO, TEMPRADO, ZANONE & LAURENT, 2002). Portanto, a contribuição atencional pode ser vista como o ajuste na força de acoplamento entre os componentes necessários para realizar o padrão bimanual pretendido através da melhor sincronização dos movimentos manuais e da conseqüente diminuição da assimetria funcional apresentada pelos membros superiores.

A prioridade atencional, centrada na informação comportamental, pode competir ou cooperar com os padrões espontâneos de coordenação, dependendo se ela coincide ou não com os estados espontâneos definidos pela dinâmica da coordenação. Assim, as propriedades dinâmicas do padrão de coordenação executado são determinadas pelas tendências espontâneas da coordenação, e é desta forma que a informação comportamental revela as influências intencionais,

ambientais e de aprendizagem na dinâmica da coordenação (MONNO, TEMPRADO, ZANONE & LAURENT, 2002).

A dinâmica da coordenação atua como restrição limitando a intenção do executante em estabilizar o padrão de coordenação (SCHOLZ & KELSO, 1990; TEMPRADO, ZANONE, MONNO & LAURENT, 1999), e em manter esse padrão (MONNO, TEMPRADO, ZANONE & LAURENT, 2002). A intenção, por outro lado, muda algumas características dinâmicas do padrão comportamental, apesar da influência da dinâmica intrínseca do padrão poder ser vista ainda no padrão resultante (SCHOLZ & KELSO, 1990). Os resultados de Monno, Temprado, Zanone e Laurent (2002) sugerem que a dinâmica intrínseca limita a estabilização que o padrão preferido pode assumir, e que o gasto atencional é afetado pela estabilidade inerente. A co-variação observada entre a estabilidade do padrão e a demanda atencional reflete o princípio pelo qual o S.N.C., então, estabiliza ou desestabiliza o comportamento coordenado em uma tarefa específica.

O comportamento humano surge a partir de um conjunto de restrições internas e externas, sendo que essas restrições são fatores que influenciam e determinam a forma de execução dos movimentos (NEWELL, 1986). As restrições proporcionam a organização do sistema de ação do ser humano, uma vez que ele apresenta enormes possibilidades de ação. Elas também objetivam um desempenho habilidoso em uma dada situação em determinado ambiente e são determinantes no desenvolvimento da coordenação.

Segundo esse autor, as restrições são divididas em três categorias: restrições do organismo, do ambiente e da tarefa. As restrições do organismo são divididas em estruturais, que são as que dizem respeito às dimensões do indivíduo, e funcionais, que são as responsáveis pelo funcionamento do sistema. As restrições da tarefa correspondem ao que precisa ser realizado motoramente para que a meta seja alcançada, e as restrições do ambiente envolvem os aspectos físicos e sócio-culturais do local onde o indivíduo está inserido, sendo muito difíceis de serem manipuladas pelo experimentador - ao contrário das restrições do organismo e da tarefa, que são mais facilmente manipuladas pelo experimentador.

No presente estudo as restrições do organismo e da tarefa foram manipuladas a fim de se observar como os movimentos manuais se comportam

frente às restrições impostas. As restrições do organismo correspondem à faixa etária em que os participantes devem estar e ao nível de desenvolvimento cognitivo dado pelo nível de escolaridade. E a restrição da tarefa corresponde à amplitude e largura dos alvos propostos para a realização da tarefa bimanual.

Além disso, uma restrição do organismo que não foi manipulada mas é uma característica com a qual o executante tem que lidar é o fato de que os dois lados do corpo não são funcionalmente iguais, ou seja, apresentam diferenças durante a realização de tarefas porque são usados em frequência diferente para realização das atividades do cotidiano. Ainda, o fato dos participantes apresentarem diferente preferência manual leva a diferenças entre o desempenho dos membros superiores do grupo dos destros em relação ao grupo dos canhotos, uma vez que menores diferenças são esperadas para os canhotos porque são obrigados a usar a mão não-preferida em algumas atividades do dia-a-dia, como por exemplo ao abrir uma porta.

Os movimentos coordenados e controlados são resultantes de um íntimo e dinâmico relacionamento entre os vários componentes presentes no executor da ação, no ambiente e no objetivo relacionado à realização do movimento desejado. Então, a performance habilidosa, que é um reflexo do ótimo padrão de coordenação e controle, seria determinada pela interação das três restrições (NEWELL, 1986).

Uma vez que a solução para os problemas na realização da tarefa se encontra na interação das restrições, a atenção passa a desempenhar papel fundamental no desempenho bem-sucedido da tarefa, pois é a responsável pela relação entre as restrições do organismo e da tarefa. Quando o indivíduo dirige sua atenção aos alvos a serem tocados, a atenção faz com que ele encontre a melhor maneira de executar o movimento a partir das diferenças funcionais dos dois lados do corpo e da dimensão dos alvos.

Em resumo, a literatura indica que a coordenação bimanual e a atividade do S.N.C. para manter a estabilidade da coordenação seguem uma mesma dinâmica. A atenção (ou o foco atencional) se mostra, portanto, capaz de alterar a estabilidade dos padrões coordenados bimanuais e de influenciar a performance motora. O potencial de interferência da atenção tanto positiva como negativamente na coordenação bimanual se tornou uma das razões pelas quais

estamos realizando este estudo tendo em vista suas implicações na aprendizagem e no desenvolvimento motor.

Uma vez que a literatura não nos diz muito sobre o comportamento das crianças durante a realização de tarefa de coordenação bimanual com manipulação do foco atencional, este estudo foi realizado a fim de verificar de que forma a atenção influencia as mãos de crianças destros e canhotos na coordenação bimanual.

3. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é investigar o papel da atenção na precisão, velocidade e distribuição dos toques na execução de uma tarefa bimanual em função da preferência manual, do Índice de Dificuldade da Tarefa e da faixa etária das crianças. Especificamente, este estudo tem por objetivo verificar se o direcionamento da atenção interfere da mesma forma nos movimentos bimanuais de crianças destros e canhotos e crianças mais novas e mais velhas.

O desenho experimental foi elaborado com base no pressuposto de que diferenças espaciais e temporais do desempenho entre a mão preferida e não-preferida na tarefa bimanual vão refletir a atenção dirigida pelo executante a uma ou outra mão, e tais diferenças (espaciais e temporais) podem variar em função da faixa etária e da preferência manual dos executantes.

Uma vez que a literatura é escassa em termos de estudos que envolvam crianças executando tarefa bimanual com manipulação do foco atencional, este estudo foi realizado a fim de informar se os movimentos manuais das crianças sofrem a mesma influência do direcionamento da atenção que os adultos.

4. HIPÓTESES DO ESTUDO

Hipótese 1: quando a atenção não é intencionalmente dirigida a uma mão, não há diferença entre a velocidade das mãos, independentemente do Índice de Dificuldade da tarefa e da faixa etária das crianças.

Hipótese 2: quando a atenção não é intencionalmente dirigida a uma mão, não há diferença entre a precisão da performance das mãos, independentemente do Índice de Dificuldade da tarefa e da faixa etária das crianças.

Hipótese 3: quando a atenção é dirigida para a mão não-preferida, a velocidade e precisão na performance da tarefa bimanual é melhor do que quando a atenção é dirigida para a mão preferida ou quando a atenção não é explicitamente dirigida a uma das mãos.

Hipótese 4: a proporção de erros em relação ao número de toques realizados durante as tentativas será igual para os dois Índices de Dificuldade, independentemente do foco atencional, da preferência manual e da faixa etária das crianças.

Hipótese 5: a mão preferida é a que lidera na fase relativa, ou seja, o deslocamento da mão não-preferida ao alvo ocorre depois do movimento da mão preferida.

Hipótese 6: a variabilidade da fase relativa dos canhotos é menor que a dos destros, independentemente do Índice de Dificuldade e da faixa etária das crianças.

5. MÉTODO

5.1. Sujeitos

Participaram desse estudo 44 crianças que freqüentavam, em 2002, uma escola municipal da cidade de Limeira – SP, sendo 22 com preferência manual direita e 22 com preferência manual esquerda, das quais metade (11 crianças) tinha entre 5 e 8 anos de idade (média 79 meses) e freqüentava o pré e o primeiro ano (crianças mais novas) e a outra metade tinha entre 9 e 12 anos de idade (média 139 meses) e freqüentava o terceiro e quarto ano de escolarização (crianças mais velhas). A faixa etária de 5 a 8 anos foi escolhida por ser nessa fase que o desenvolvimento motor assume papel importante no processo de escolarização, em que a alfabetização é o centro, e a segunda faixa etária já corresponderia a uma estabilidade do comportamento cognitivo-motor.

O modelo pedagógico da escola escolhida é identificado como “fora de série”, o que por si só já aponta para a não existência de séries como usualmente encontrado nas escolas públicas. Daí a identificação de anos de escolarização ao invés de séries. O agrupamento das crianças no início do ano letivo e o reagrupamento durante o ano garantem o nivelamento das crianças com base no desenvolvimento cognitivo e conseqüentemente no nível de alfabetização em que elas se encontram. Uma breve descrição da escola e de seu modelo pedagógico se encontram no Anexo I.

Foi obtido o quociente de lateralidade de cada uma das crianças de acordo com o Inventário de Edinburgh adaptado (Anexo I) que indica a consistência no uso de uma das mãos em tarefas unimanuais (direita, esquerda ou sem consistência definida) (OLDFIELD, 1971). Tendo por base que o grau de consistência no uso de uma das mãos pode influenciar o desempenho motor e tendo em vista os objetivos do presente estudo, utilizamos apenas crianças que apresentaram 100% de consistência no uso de uma das mãos (GABBARD, 1998; BRYDEN, PRYDE & ROY, 2000). Todas as crianças do período da tarde destas duas faixas etárias, com 100% de consistência no uso da mão esquerda e pertencentes a esses níveis de escolarização foram incluídas no estudo. As crianças com 100% de consistência no uso da mão direita foram selecionadas por meio de sorteio aleatório entre todas aquelas assim identificadas, em cada um dos níveis de escolarização escolhidos para o presente estudo. A combinação dos critérios faixa etária e nível de escolarização para a seleção dos participantes teve por objetivo garantir maior uniformidade em cada grupo.

5.2. Material

Os seguintes materiais foram usados para coleta e análise dos dados: Ficha individual para registro do Inventário de Edinburgh (adaptado); lápis, folha de papel branca, tesoura, pente, escova de dente, colher, faca, caixa com tampa, vassoura e bola de borracha; Microcomputador; mesa digitalizadora de dupla entrada com duas ponteiros independentes e com resolução de 1024 x 1024 pontos em ambas as direções, construída pelo Centro de Pesquisa Renato Archer (CENPRA) – Campinas/SP; software desenvolvido para controle do experimento e coleta dos dados on-line, também desenvolvido no CENPRA e Programa *Statistica 4.3 for Windows*. A mesa digitalizadora fornece os dados espaço-temporais dos toques, ou seja, o momento e as coordenadas nos eixos cartesianos dos toques das lapiseiras na tela.

5.3. Procedimentos

A tarefa executada foi a de toques alternados ("Reciprocal Tapping"), utilizada por Fitts (1954) e realizada de forma uni e bimanual, contínua, no modo de coordenação em-fase (HAKEN, KELSO & BUNZ, 1985). As crianças foram instruídas a acertar alvos pré-estabelecidos sobre uma mesa digitalizadora o mais rápido e com a menor quantidade de erro possível na sua execução. Para que os participantes visualizassem os alvos, era colocada uma folha de papel com as áreas demarcadas sob a placa de vidro transparente da mesa digitalizadora. Os alvos foram traçados no plano vertical de modo que os movimentos eram realizados no sentido centro-lateral, iniciando pelo(s) alvo(s) central(is).

Dois Índices de Dificuldade (ID) para a tarefa proposta foram utilizados, sendo que a distância entre os alvos foi mantida constante enquanto que a largura do alvo foi modificada. O ID menor correspondia a 2 bits/seg ($A = 8$; $L = 4$) e o ID maior a 3 bits/seg ($A = 8$; $L = 2$). As tentativas nas quais a proporção de erros em relação à quantidade total de toques realizados era maior do que 5% (tarefa unimanual) e 13% (tarefa bimanual) foram refeitas imediatamente (KELSO, SOUTHARD & GOODMAN, 1979). O programa computacional informava ao final da tentativa a porcentagem de erros na mesma. Um observador monitorou a direção da atenção na execução das tentativas e aquelas em que a criança não dirigiu a atenção o tempo todo para a mão especificada para aquela tentativa, também foram refeitas.

Na condição unimanual, as crianças realizaram um bloco de 5 tentativas com cada uma das mãos em cada um dos IDs, com a ordem entre as mãos contrabalançada entre as crianças de cada grupo etário. Na condição bimanual, as crianças realizaram três blocos de 7 tentativas, em cada um dos IDs selecionados para o presente estudo. As tentativas tinham a duração de 15 segundos, com um pequeno intervalo de 15 segundos entre tentativas e de 1 minuto entre blocos de tentativa. As duas primeiras tentativas de cada bloco foram consideradas de adaptação do executante à tarefa e foram descartadas na análise estatística.

No primeiro bloco da condição bimanual, a criança realizou as tentativas sem qualquer orientação por parte do examinador quanto ao local que deveria

dirigir sua atenção durante a execução da tarefa; e nos outros dois blocos de tentativa o examinador pedia para que ela mantivesse seu olhar fixo nos alvos referentes à ação da mão preferida ou da mão não-preferida. O bloco de tentativas em que não havia manipulação da atenção foi realizado em primeiro lugar para evitar contaminação do direcionamento da atenção dos outros blocos. A ordem dos dois últimos blocos foi contrabalançada entre as crianças de cada grupo etário. A instrução dada às crianças nos blocos de direcionamento do foco atencional era para “prestar atenção” na mão determinada e olhar somente para os movimentos e alvos referentes a ela.

5.4. Tratamento dos Dados

Para cada sujeito foi elaborada uma planilha contendo os seguintes dados de cada tentativa:

- a) o número de acertos e erros de cada mão, para fins de se cálculo da porcentagem de erros de cada uma das mãos;
- b) a velocidade média dos movimentos de cada mão em cm/seg, obtida pela divisão do número total de toques na tentativa menos 1 por 15 (duração da tentativa) e multiplicada pela distância entre os alvos (8 cm);
- c) a proporção de erros em relação ao total de toques realizados, transformada em radianos para análise de variância (KIRK, 1968);
- d) a variabilidade espacial dos toques obtida através do cálculo do desvio padrão da localização dos toques em cada um dos alvos (centrais e laterais) de cada uma das mãos; e
- e) a fase relativa calculada a partir da seguinte fórmula (SEMJEN, SUMMERS & CATTART, 1995):

$$FR = \frac{t_x - t_i}{t_j - t_i} \times 360^\circ$$

onde t_i e t_j correspondem aos tempos de ocorrência de dois toques sucessivos da mão não dominante e t_x ao momento de ocorrência da primeira batida da mão

dominante realizada entre t_i e t_j . O intervalo de tempo entre t_i e t_j corresponde à duração de um ciclo e a unidade de medida da fase relativa é em graus. Valores obtidos entre 0 e 180 indicam que a liderança dos movimentos é da mão dominante, e valores entre -180 e 0 indicam que a liderança é da mão não dominante.

5.5. Tratamento Estatístico

A análise estatística foi conduzida através de delineamento fatorial com medidas repetidas. O teste a posteriori utilizado foi o Tuckey HSD com nível de significância menor que 0,05. O programa computacional utilizado foi o *Statistica 4.3 for Windows*.

Foram feitas análises dos dados da condição bimanual e posteriormente os dados da condição unimanual foram comparados com os da bimanual para fins de controle da demanda atencional na tarefa bimanual. Para a comparação dos desempenhos na execução nas tarefas unimanuais com as bimanuais foram obtidas as médias das últimas três tentativas para cada variável dependente, sendo que na condição bimanual os dados utilizados são referentes ao bloco de tentativas correspondente ao direcionamento da atenção para a mesma mão da condição unimanual. Somente os fatores que apresentaram diferença significativa na análise da condição bimanual foram incluídos na análise da comparação entre a condição unimanual e a bimanual.

Para averiguar diferenças na velocidade média dos movimentos das mãos esquerda e direita em relação aos alvos em função da faixa etária, da preferência manual, da mão, do Índice de Dificuldade e do foco atencional, foi empregada ANOVA $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3$ com medidas repetidas nos últimos três fatores. A variável dependente foi a média da velocidade do movimento das mãos, independentemente da precisão da ação. Para averiguar diferenças na velocidade média dos movimentos entre as condições uni e bimanual foi empregada ANOVA $2 \times 2 \times 2$, faixa etária $\times$ ID $\times$ condição, com medidas repetidas nos dois últimos fatores.

Para verificar as diferenças nos erros realizados pela mão direita e esquerda na execução de tarefas bimanuais em função da faixa etária, da preferência manual, da mão, do Índice de Dificuldade e do foco atencional, foi empregada Análise de Variância (ANOVA) $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3$ com medidas repetidas nos últimos três fatores. A variável dependente foi a média da porcentagem de toques errados das mãos nas últimas cinco tentativas de cada bloco (transformada em radianos). Para averiguar diferenças nos erros realizados pela mão esquerda e direita entre as condições uni e bimanual foi empregada ANOVA $2 \times 2 \times 2$, mão $\times$ ID $\times$ condição, com medidas repetidas nos três fatores.

Para verificar diferenças na variabilidade da distribuição dos toques realizados pela mão direita e esquerda na execução de tarefas bimanuais em função da faixa etária, da preferência manual, da mão, do Índice de Dificuldade e do foco atencional, foi empregada ANOVA $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3$ com medidas repetidas nos últimos três fatores. A variável dependente foi a média do desvio padrão da localização dos toques das mãos em cada alvo, central e lateral (em centímetros) das últimas cinco tentativas de cada bloco. Para averiguar diferenças na variabilidade da distribuição dos toques realizados pela mão direita e esquerda entre as condições uni e bimanual foi empregada ANOVA $2 \times 2 \times 2 \times 2$, mão, ID, alvo, condição com medidas repetidas nos quatro fatores.

E por fim, para verificar diferenças no relacionamento temporal e na sua variabilidade na coordenação bimanual em função da faixa etária, da preferência manual, do Índice de Dificuldade e do foco atencional, foram empregadas ANOVAs $2 \times 2 \times 2 \times 3$ com medidas repetidas nos últimos dois fatores e a média e o desvio angular da fase relativa como variáveis dependentes, respectivamente.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo foi delineado com o objetivo de esclarecer o papel da atenção na execução da tarefa bimanual em tarefas contínuas em função da faixa etária, da preferência manual e do Índice de Dificuldade da tarefa. Primeiramente, são apresentados os resultados referentes à velocidade média dos toques executados; em seguida, os resultados referentes à porcentagem de erros realizados e, então, os resultados referentes à variabilidade da distribuição dos toques na condição bimanual. Por fim, são apresentados os resultados referentes ao relacionamento temporal das batidas das mãos e sua variabilidade. Para cada variável, são apresentados (primeiro) os resultados da análise referente à condição bimanual complementados com os resultados da comparação da condição unimanual com a bimanual que permite identificar as alterações que ocorrem da execução isolada de cada uma das mãos para a execução simultânea com a outra mão.

6.1 Velocidade de Movimento

Os resultados da ANOVA $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3$ (faixa etária x preferência manual x mão x ID x atenção) com a média da velocidade dos toques realizados pelas mãos na condição bimanual como variável dependente são apresentados na Tabela I (Anexo II). Os fatores principais faixa etária, $F_{(1, 42)} = 25,63$, $p < 0,01$; Índice de Dificuldade, $F_{(1, 42)} = 34,59$, $p < 0,01$; e atenção, $F_{(2, 84)} = 27,80$, $p < 0,01$;

alcançaram nível de significância. A interação do Índice de Dificuldade com a atenção, $F_{(2, 84)} = 17,65$, $p < 0,01$; também alcançou nível de significância.

Independentemente da preferência manual, do ID e do foco atencional, as crianças mais novas apresentaram menor velocidade de movimento (7,63 cm/seg) quando comparadas às crianças mais velhas (10,76 cm/seg). Tal resultado era esperado, pois devido ao maior tempo de uso das mãos e maior experiência com atividades que exigem velocidade, as crianças mais velhas realizam movimentos mais rapidamente do que as crianças mais novas. Outro fato é que movimentos lentos são mais fáceis de serem controlados do que os mais rápidos de maneira que as crianças mais novas realizam os movimentos mais lentamente para assegurar a precisão dos toques. Esses resultados estão de acordo com aqueles relatados por Fagard (1987), em estudo no qual foi solicitado às crianças desenharem linhas em uma tela através da movimentação simultânea de alavancas, sendo que as crianças mais novas (5 anos) apresentaram menor velocidade de movimentação do que as crianças mais velhas (9 anos de idade). Da mesma forma, Hay, Bard e Fleury (1986) obtiveram dados confirmando que o tempo de movimento para execução da tarefa de mover alavancas a alvos pré-estabelecidos é menor em crianças de 10 anos quando comparadas a crianças de 6 anos de idade. Além desses estudos, os dados confirmam os resultados obtidos por Pellegrini (1982), em estudo no qual crianças deveriam executar a tarefa de Fitts de forma unimanual. Os resultados indicaram que crianças de 8 e 9 anos apresentaram maior velocidade de movimentos a alvos pré-estabelecidos quando comparada à velocidade de movimento de crianças com 6 e 7 anos.

Estes resultados estão de acordo, também, com os dados obtidos por Goodenough (1935), que indicaram que a velocidade dos movimentos manuais aumenta com o passar dos anos. Nesse estudo, crianças de diferentes faixas etárias deveriam tocar repetidamente uma lapiseira em uma superfície de metal na maior velocidade possível, e os resultados apontaram que crianças mais velhas (5 ½ anos) foram mais velozes do que as crianças mais novas (3 ½ anos). E, ainda, confirmam os dados obtidos por Salmoni e Mc Ilwain (1979), em estudo no qual crianças de 5, 10 e 15 anos e estudantes universitários deveriam tocar de forma unimanual em alvos preestabelecidos o mais rápido possível. Os resultados

indicaram que as crianças de 5 anos foram mais lentas e cometeram mais erros do que todos os outros sujeitos, e que conforme aumentava a idade do executante a velocidade dos movimentos das mãos também aumentava.

No presente estudo, em relação ao ID da tarefa, verificamos que a velocidade média dos movimentos foi mais baixa (8,95 cm/seg) quando a tarefa foi executada no ID maior (ID =3) do que quando foi executada no ID menor (9,44 cm/seg). Este resultado já era previsto, pois a Lei de Fitts (1954) especifica que o tempo de movimento varia em função do ID de modo que quanto maior o índice, maior o tempo de movimento e, portanto, menor a velocidade. Como a área dos toques é maior no índice menor, a velocidade dos movimentos é maior no índice menor. Estes resultados são semelhantes aos de Annett, Annett, Hudson e Turner (1979) obtidos na tarefa unimanual de transportar pinos até orifícios de forma mais rápida possível. Segundo estes pesquisadores, as mãos apresentaram velocidade de movimento inferior nos IDs maiores (ID = 4 e ID = 5) em relação aos IDs menores (ID = 2 e ID = 3). Porém, no presente estudo, diferença na velocidade do movimento já foi detectada entre os IDs 2 e 3.

Estes resultados estão de acordo também com os obtidos no estudo de Langolf, Chaffin e Foulke (1976), no qual estudantes universitários deveriam transportar objetos de várias dimensões de um orifício a outro o mais rápido possível, com várias distâncias entre os orifícios. Os resultados indicaram que os movimentos no ID maior (ID = 8.38) foram mais lentos do que os movimentos no ID menor (ID = 2.25).

Quanto à influência do direcionamento do foco atencional na velocidade dos movimentos os resultados do teste realizado a posteriori (Tabela II, Anexo II) indicaram que, quando dirigido à mão preferida, a velocidade média dos toques das duas mãos foi menor do que nas outras duas condições enquanto que quando dirigido à mão não-preferida a velocidade dos movimentos foi a maior quando comparada com a das outras duas condições (Figura 1). Este resultado confirma a Hipótese 3, a qual sugere que a velocidade dos toques na tarefa bimanual é maior quando a atenção é dirigida para a mão não-preferida. No entanto, esse resultado se mantém apenas para o ID maior, como veremos na análise da interação do ID com o foco atencional.

Quando a atenção não foi intencionalmente dirigida a uma das mãos em específico, a média da velocidade dos deslocamentos foi intermediária entre as outras duas condições experimentais, sendo menor estatisticamente do que a da condição em que a atenção foi dirigida à mão não-preferida e maior estatisticamente do que a da condição em que a atenção foi dirigida à mão preferida.

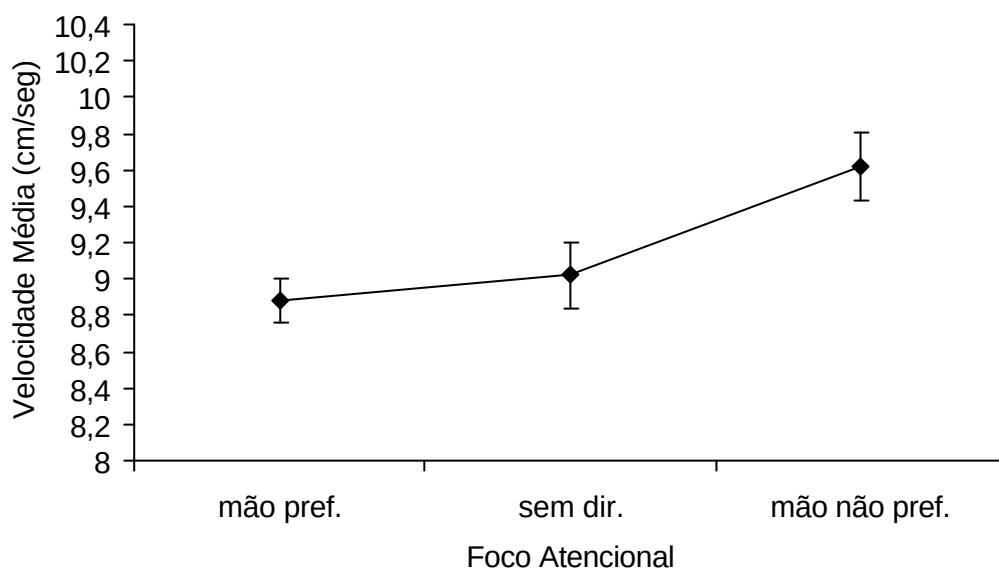


Figura 1. Média e desvio padrão da velocidade média de deslocamento das mãos em função do foco atencional.

Quando a atenção não era dirigida a uma mão em específico, o executante poderia dirigir sua atenção ora para uma mão, ora para a outra, a fim de assegurar o equilíbrio entre velocidade e precisão das duas mãos. Do ponto de vista de solução do problema colocado pela tarefa, as crianças não poderiam realizar o movimento da mão não-preferida na mesma velocidade da mão preferida porque a mão não-preferida precisaria de maior tempo para manter a precisão solicitada, mas também não poderiam mover a mão preferida na mesma velocidade da mão não-preferida, provavelmente em função do efeito magneto – que é aquele no qual a frequência de movimentação de um oscilador atrai a frequência de movimentação de outro oscilador para um valor igual ao seu (GALLISTEL, 1980), com a mão não-preferida buscando acompanhar a

velocidade da mão preferida. Assim, neste bloco de tentativas as crianças apresentaram velocidade intermediária de deslocamento.

Quando a atenção era dirigida à mão preferida o executante tinha que se preocupar mais ainda com a mão não-preferida: ele sabia que a mão não-preferida era menos exata em sua movimentação e que ele não podia monitorar os movimentos dela, o que implicaria em menor velocidade para executar a tarefa. Esses resultados nos levam a acreditar que as crianças acabaram realizando os toques bem lentamente, proporcionando um maior tempo para a execução dos movimentos com tempo suficiente para as correções necessárias tendo como referência a informação visual dos alvos da mão preferida, então disponível.

Ao dirigir toda a atenção para a mão não-preferida o sujeito passa a controlar o tempo todo os movimentos da mão que não é utilizada no dia-a-dia, o que permite que a velocidade dos seus movimentos possa ser aumentada. Embora a mão preferida não esteja recebendo atenção, a velocidade dos movimentos não precisa ser reduzida porque ela tem sua movimentação mais facilmente controlada. Assim, neste bloco, as crianças apresentaram maior velocidade de movimentação dos membros superiores. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Amazeen, Amazeen, Treffner e Turvey (1997) com adultos, em estudo no qual os sujeitos moviam manivelas em direção a alvos estabelecidos mantendo o padrão de coordenação em-fase, em cada tentativa com a atenção sendo dirigida somente a uma das mãos. Os resultados indicaram que a velocidade das mãos na tarefa bimanual aumentou quando a atenção foi dirigida à mão não-preferida, pois foi nessa condição que as mãos apresentaram a maior velocidade de deslocamento. No presente estudo, este resultado reflete apenas o comportamento na tarefa mais difícil, como será visto a seguir, na Figura 2.

Analisando a velocidade do movimento na interação do Índice de Dificuldade com o foco atencional, os resultados do teste realizado a posteriori (Tabela III, Anexo II) indicaram no ID menor que no bloco de tentativas em que a atenção foi dirigida à mão preferida, os toques apresentaram maior velocidade do que nas duas outras condições de direcionamento da atenção; sendo esta a condição em que a criança se sentiu mais confortável para aumentar a velocidade

dos movimentos sem comprometer a precisão da tarefa. No ID maior, o inverso ocorreu: na condição sem direcionamento da atenção e quando a atenção foi dirigida à mão preferida, os toques apresentaram menor velocidade (e também a maior porcentagem de erros como será visto posteriormente) do que na condição em que a atenção foi dirigida à mão não-preferida. Provavelmente, essa foi a condição que o executante encontrou maior dificuldade para a realização da tarefa. Ao que tudo indica, no ID maior, as crianças controlaram as mãos de forma mais vigorosa diminuindo ao máximo a velocidade dos movimentos e mantendo a porcentagem de erros dentro do solicitado. Tendo em vista que o aumento da atenção para a mão não-preferida não melhora substancialmente a performance no Índice de Dificuldade menor, acreditamos estar diante de limite no dado, ou seja, limite na capacidade de performance, independentemente da atenção dirigida à tarefa (NORMAN & BOBROW, 1975).

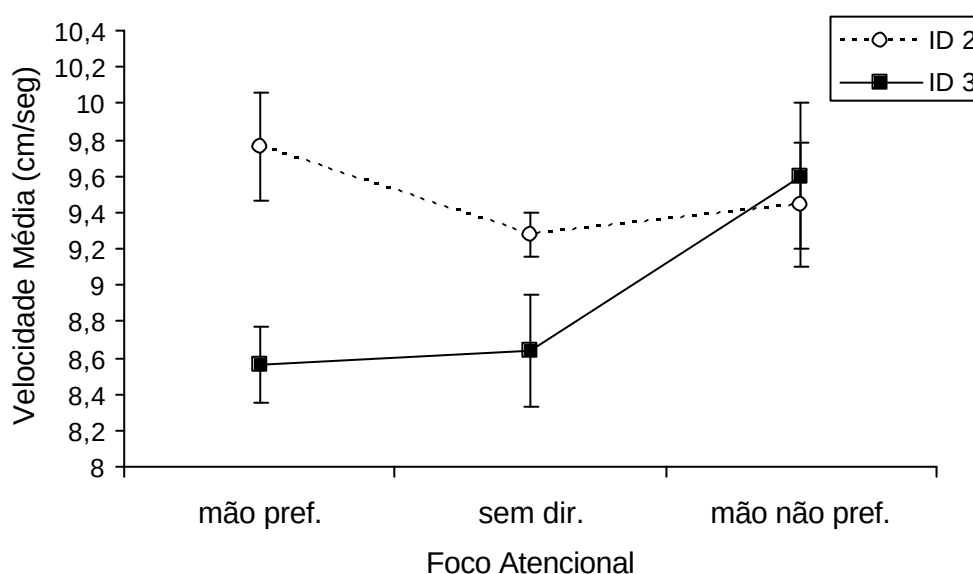


Figura 2. Média e desvio padrão da velocidade média de deslocamento das mãos em função do foco atencional e do ID da tarefa.

No bloco de tentativas em que a atenção foi dirigida à mão não-preferida não houve diferença significativa entre as velocidades de movimento dos dois Índices de Dificuldade. A falta de experiência na realização das atividades do cotidiano com a mão não-preferida é compensada com a atenção sendo dirigida a

esta mão. Assim, os resultados obtidos ao dirigir a atenção para a mão não-preferida não estão de acordo com o previsto pela Lei de Fitts, pois tempos de movimentos similares foram obtidos com ID diferentes.

Convém destacar que o direcionamento do foco atencional não foi capaz de acentuar as diferenças dos deslocamentos das mãos devido à assimetria funcional, fazendo com que não houvesse diferença na velocidade dos deslocamentos de uma mão em relação à outra. Assim, esse resultado confirma a Hipótese 1, que afirma não haver diferença na velocidade dos toques das mãos quando a atenção não é intencionalmente dirigida a uma das mãos e permite afirmar que, independentemente do direcionamento do foco atencional, as mãos se movem em velocidade semelhante.

Os resultados da ANOVA 2 x 2 x 2 (faixa etária x ID x condição) com a média da velocidade dos movimentos realizados por cada uma das mãos nas condições unimanual e bimanual indicaram que a condição alcançou nível de significância, $F_{(1, 42)} = 14,60$, $p < 0,01$. O fator ID confirmou os resultados obtidos na análise da condição bimanual, com o ID menor apresentando maior velocidade de deslocamento do que o ID maior. O fator faixa etária não alcançou nível de significância, de modo diferente do resultado observado na condição bimanual, indicando que a velocidade dos movimentos das duas faixas etárias não é diferente quando analisados os dados das condições uni e bimanual de cada uma das mãos (Tabela IV, Anexo II).

A velocidade dos movimentos na condição unimanual foi maior (11,02 cm/seg) do que a velocidade dos movimentos na condição bimanual (8,45 cm/seg). Mesmo dirigindo a atenção para uma das mãos, esta mão em específico não consegue alcançar a mesma velocidade de quando ela se move sozinha, indicando que parte da atenção da criança está no controle da mão não atendida ou na coordenação das duas mãos. Dessa forma, uma certa quantidade de atenção é dirigida indiretamente à mão que não está sob o foco atencional ou à coordenação e essa atenção não é suficiente para manter a velocidade dos toques da condição bimanual igual à velocidade dos toques na condição unimanual. Isto sugere que, na execução de tarefa bimanual, a mão não atendida restringe a ação da mão atendida.

6.2 Precisão Espacial

No que diz respeito à precisão espacial, os resultados da ANOVA 2 x 2 x 2 x 2 x 3 (faixa etária x preferência manual x mão x ID x atenção) com a média da porcentagem (transformada em radianos) de toques errados na condição bimanual como variável dependente são apresentados na Tabela V (Anexo II). Tanto o fator principal mão, $F_{(1, 40)} = 124,91$, $p < 0,01$; como Índice de Dificuldade, $F_{(1, 40)} = 30,13$, $p < 0,01$; e atenção, $F_{(2, 80)} = 3,59$, $p < 0,05$; alcançaram nível de significância. As interações entre preferência manual e mão, $F_{(1, 40)} = 3,18$, $p < 0,05$; Índice de Dificuldade e atenção, $F_{(2, 80)} = 10,91$, $p < 0,01$; faixa etária e atenção, $F_{(2, 80)} = 22,50$, $p < 0,01$; e preferência manual e atenção, $F_{(2, 80)} = 208,79$, $p < 0,01$; também alcançaram nível de significância. As interações entre preferência manual, mão e Índice de Dificuldade, $F_{(1, 40)} = 10,22$, $p < 0,05$; faixa etária, preferência manual e atenção, $F_{(2, 80)} = 3,89$, $p < 0,05$; preferência manual, Índice de Dificuldade e atenção, $F_{(2, 80)} = 39,90$, $p < 0,01$; mão, Índice de Dificuldade e atenção, $F_{(2, 80)} = 3,45$, $p < 0,05$; e preferência manual, mão, Índice de Dificuldade e atenção, $F_{(2, 80)} = 3,72$, $p < 0,05$ alcançaram nível de significância, mas não serão abordadas devido à dificuldade de análise e interpretação dos resultados, de modo que nos restringimos à interação de dois fatores que será detalhada a seguir.

Independentemente da faixa etária e da preferência manual do executante, a mão direita produziu uma quantidade menor de erros (7,19%) quando comparada à mão esquerda (10,98%). Isto pode ser explicado pelo fato dos canhotos serem menos lateralizados do que os destros, ou seja, a diferença entre o desempenho da sua mão preferida com o da mão não-preferida é menor do que para os destros. Dessa forma, sua mão direita (não-preferida) não é tão ruim quando comparada à esquerda (preferida) do que a mão esquerda para o destro. Assim, a mão direita, independentemente da preferência manual acaba produzindo menor porcentagem de erro quando comparada à mão esquerda.

Na literatura raramente os pesquisadores apresentam análise do erro na performance, principalmente nas tarefas de coordenação bimanual. Assim, quando oportuno, apresentaremos dados da literatura sobre erro na tarefa de Fitts executada unimanualmente.

Em relação ao ID da tarefa, a menor porcentagem de erros (7,90%) ocorreu no ID de dificuldade menor (ID maior com porcentagem igual a 10,27%). Este resultado não confirma a Hipótese 4, a qual previa que a porcentagem de erro cometido não seria diferente entre os dois Índices de Dificuldade.

O fato de a tarefa ser mais fácil fez com que o número de erros tenha sido menor, uma vez que a área em que a criança podia realizar os toques era maior. É bom lembrar que o procedimento utilizado no presente estudo limitava a porcentagem de erro na tentativa, com aquelas em que a porcentagem de erro tinha passado 13% do total de toques sendo refeitas. Mesmo com esta restrição, houve espaço para que a porcentagem de erro variasse em função do Índice de Dificuldade. Na condição mais fácil, as crianças apresentaram um número pequeno de erros, o que significa que poderiam ter aumentado a velocidade do movimento sem ultrapassar o limite de erros. Tal resultado nos leva a indagar se as crianças são muito cuidadosas na execução da tarefa e não são capazes de trocar a precisão por maior velocidade. Infelizmente a literatura é escassa em termos da análise dos erros na performance bimanual.

Quanto ao foco atencional (Tabela VI, Anexo II), os resultados do teste realizado a posteriori revelaram haver diferença significativa entre as médias das três condições de direcionamento do foco atencional, com a média da condição em que a atenção foi dirigida à mão preferida maior do que quando a atenção não foi intencionalmente dirigida a uma das mãos, que por sua vez foi maior do que quando a atenção foi dirigida à mão não-preferida (Figura 3). Este resultado confirma a Hipótese 3, que previa porcentagem de erro menor quando a atenção era dirigida à mão não-preferida.

Este resultado indica que quando a atenção é dirigida à mão não-preferida há redução significativa no número de erros porque, devido ao pouco uso desta mão, ela necessita de toda atenção disponível do executante para a realização das tarefas com o menor índice de erro possível. Quando a atenção não é intencionalmente dirigida a uma mão ou outra mão, os erros acontecem porque, ao fazer as correções referentes à mão não-preferida, o executante perde o controle da trajetória da mão preferida e vice-versa. Assim, nessa condição, a falta da atenção para a execução da tarefa com a mão não-preferida com baixa porcentagem de erros acaba por influenciar a precisão da mão preferida. No

presente estudo, esse resultado reflete apenas o comportamento na tarefa mais difícil, como será visto na Figura 5.

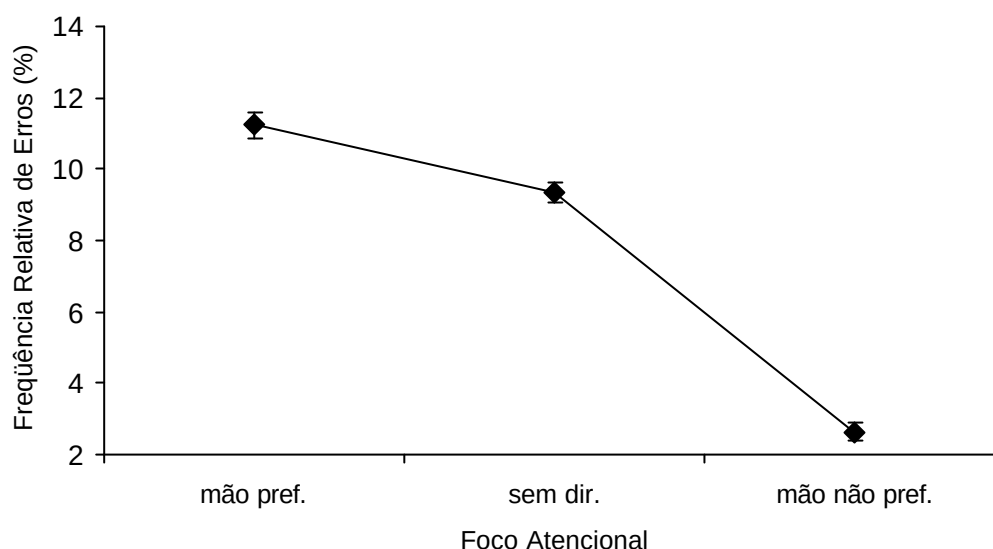


Figura 3. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função do foco atencional.

Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos no estudo de Sherwood e Rios (2001), no qual os sujeitos deveriam executar movimentos rápidos, segurando duas manivelas, no plano sagital e com mudança de direção, a alvos estabelecidos, dirigindo a atenção somente a uma das mãos em cada tentativa. Os resultados indicaram melhora na precisão da performance na tarefa bimanual quando a atenção era dirigida à mão não-preferida e mais erros foram feitos quando a atenção era dirigida à mão preferida.

Em relação à preferência manual versus mão (Tabela VII, Anexo II), os resultados do teste realizado a posteriori apontaram não haver diferença na porcentagem de erros entre a mão direita e a esquerda dos canhotos (Figura 4). Por outro lado, os participantes com preferência manual direita realizaram menor porcentagem de erros com a mão direita quando comparada à mão esquerda, sendo que essa última cometeu mais erros do que as duas mãos (esquerda e direita) dos canhotos.

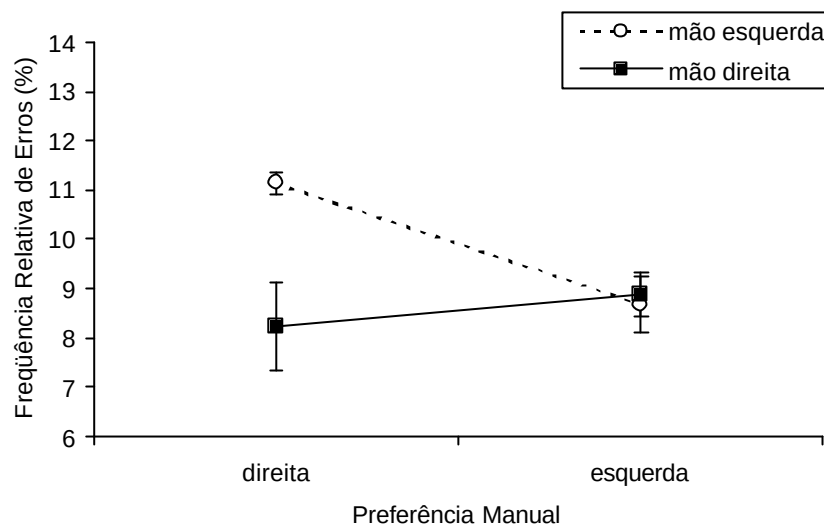


Figura 4. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) dos toques em função da mão e da preferência manual.

Esses resultados indicam que os participantes com preferência manual direita apresentam assimetria funcional dos membros superiores na precisão espacial, e confirma os resultados obtidos por Peters (1994) e por Hiraga e Pellegrini (2001). Esses resultados também dão suporte à visão de que os canhotos são menos lateralizados do que os destros em função da utilização da mão não-preferida para execução das atividades do dia-a-dia (GABBARD, 1998).

Os resultados do teste realizado a posteriori da interação do foco atencional versus ID (Tabela VIII, Anexo II), apontaram na condição em que a atenção era dirigida à mão não-preferida não haver diferença na porcentagem de erros entre os dois IDs. De modo diferente, quando a atenção era dirigida à mão preferida ou não intencionalmente dirigida a uma das mãos, a porcentagem de erros na tarefa de ID maior foi superior à de ID menor (Figura 5).

Como pode ser observado, diferentemente do comportamento da velocidade de movimento, a atenção dirigida à mão não-preferida melhora substancialmente a performance nos dois IDs com a diminuição dos erros. Novamente, acreditamos estar diante de limite no dado, ou seja, quando a atenção é dirigida à mão não-preferida nos dois IDs da tarefa o executante está no limite da capacidade de performance uma vez que não consegue diminuir a porcentagem de erros no ID mais fácil (NORMAN & BOBROW, 1975). Portanto, a

atenção dirigida à mão não-preferida contribui para a melhoria da precisão da performance. Por outro lado, nos blocos onde a atenção esteve dirigida à mão preferida e quando não foi intencionalmente dirigida a uma das mãos em específico, o executante respondeu à precisão tarefa de acordo com o ID, com maior porcentagem de erro na condição mais difícil.

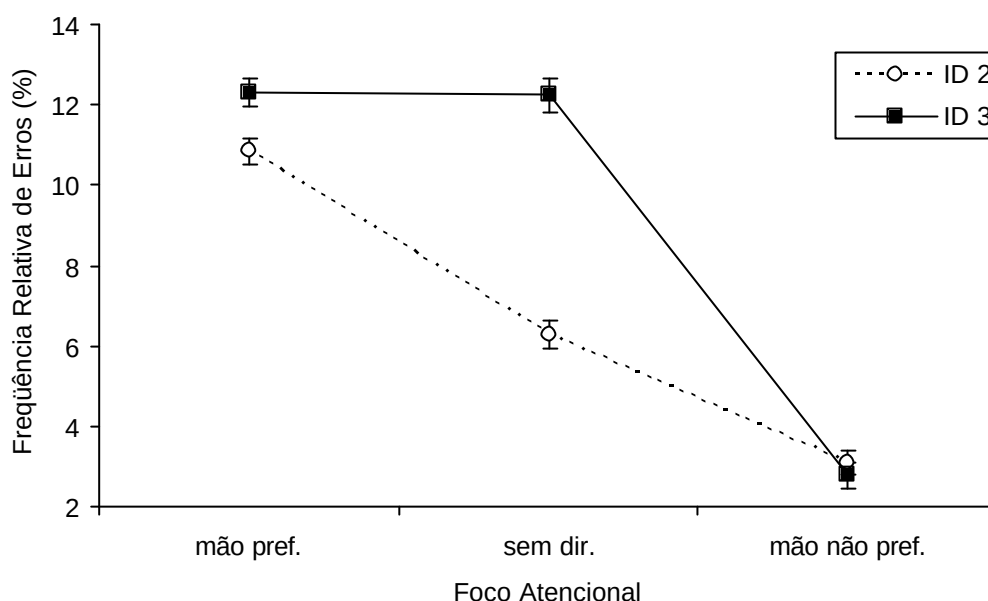


Figura 5. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) das mãos em função do ID da tarefa e do foco atencional.

Do ponto de vista desenvolvimental (Figura 6), é interessante notar que quando a atenção era dirigida à mão não-preferida, as crianças mais novas apresentaram porcentagem de erros similar ao apresentado pelas crianças mais velhas. Quando a atenção não era dirigida especificamente a uma das mãos, o teste realizado a posteriori mostrou que as crianças mais velhas cometeram menos erros do que as crianças mais novas (Tabela IX, Anexo II). Por outro lado, quando a atenção era dirigida à mão preferida, o teste realizado a posteriori mostrou que as crianças mais velhas cometeram mais erros do que as crianças mais novas. Como visto anteriormente, as crianças mais velhas foram mais velozes do que as mais novas, e essa velocidade superior de movimentação nessa condição de direcionamento da atenção coincide com a maior porcentagem de erros.

Este resultado é semelhante ao obtido por Pellegrini (1982), em estudo no qual os participantes deveriam realizar toques em alvos pré-estabelecidos de forma unimanual. O grupo das crianças mais velhas (8 e 9 anos) realizou maior quantidade de erros do que o grupo das crianças mais novas (6 e 7 anos). As crianças mais velhas foram mais rápidas e menos precisas do que as mais novas.

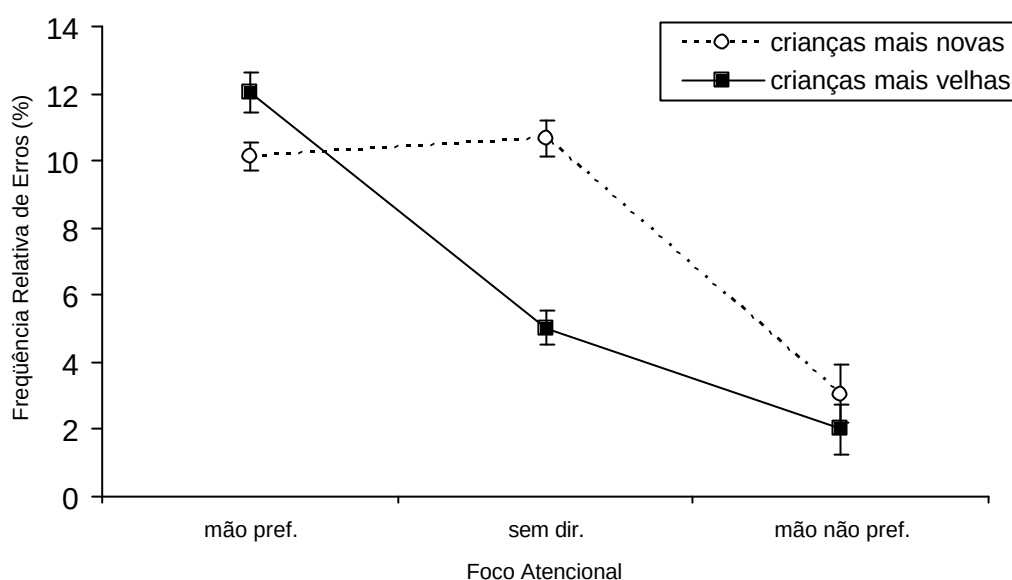


Figura 6. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) das mãos em função do foco atencional e da faixa etária dos participantes.

Estes resultados também estão de acordo com os obtidos por Hay (1981), em estudo no qual crianças de 5, 7, 9 e 11 anos deveriam tocar sucessivamente em dois alvos que foram dispostos em diferentes distâncias. Os resultados indicaram que as crianças mais novas (5 anos) foram mais precisas do que as crianças mais velhas (11 anos), uma vez que as mais novas apresentaram menor velocidade de movimentação. De forma semelhante, em estudo de Langolf, Chaffin e Foulke (1976) descrito anteriormente, a velocidade dos movimentos mostrou interferir diretamente na precisão da tarefa, ou seja, os movimentos mais rápidos apresentaram menor precisão espacial.

Podemos notar que o comportamento das crianças mais novas na condição em que a atenção não era intencionalmente dirigida a uma das mãos foi semelhante a quando a atenção era dirigida à mão preferida, sugerindo que

durante a execução da tarefa sem direcionamento intencional do foco atencional essas crianças dirigiram por mais tempo a atenção para a mão preferida do que para a mão não-preferida. Por outro lado, o comportamento das crianças mais velhas nas condições em que a atenção era dirigida para a mão não-preferida foi semelhante a quando a atenção não era dirigida intencionalmente para uma das mãos. Isso sugere que durante a execução da tarefa sem direcionamento da atenção as crianças mais velhas, ao contrário das mais novas, devem ter dirigido a atenção por um tempo maior para a mão não-preferida.

Esse resultado sugere que as crianças mais velhas parecem já saber que a melhor estratégia para diminuir a porcentagem de erros é dirigindo a atenção para a mão não-preferida, enquanto que as mais novas parecem desconhecer esse fato. Acreditamos, então, que as crianças mais velhas apresentam uma estratégia perceptiva na busca da informação relevante para a ação mais avançada do que as crianças mais novas.

Os resultados do teste realizado a posteriori da interação da preferência manual versus foco atencional (Tabela X, Anexo II) apontaram haver diferença na porcentagem de erros entre destros e canhotos quando a atenção era dirigida à mão não-preferida, com os canhotos apresentando maior porcentagem de erros nessa condição experimental (Figura 7). Quando a atenção era dirigida à mão preferida e/ou quando não era dirigida a uma das mãos em específico, o inverso ocorreu, com os destros apresentando maior porcentagem de erros do que os canhotos.

Ao dirigir a atenção para a mão preferida e/ou sem instrução quanto ao direcionamento do foco atencional, os destros apresentaram maior porcentagem de erro do que os canhotos. No entanto, o inverso ocorre quando os destros centram sua atenção para a mão não-preferida, com a porcentagem de erros bem menor do que a observada quando os canhotos centralizam a atenção na sua mão não-preferida.

Uma possível explicação para a melhor performance dos destros quando a atenção era dirigida à mão preferida e quando não era intencionalmente dirigida a uma das mãos diz respeito aos destros apresentarem o hemisfério cerebral esquerdo como dominante, isto é, aquele responsável pela organização da execução das tarefas (HAYWOOD, 1993).

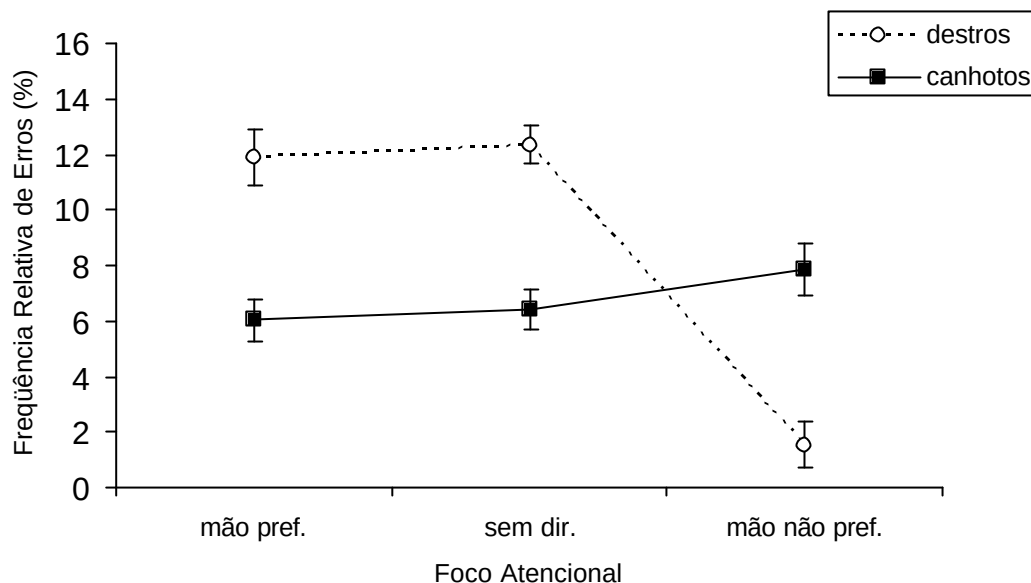


Figura 7. Média e desvio padrão da frequência relativa de erros (%) das mãos em função do foco atencional e da preferência manual dos participantes.

Convém destacar que, como a interação mão versus foco atencional não atingiu nível de significância, então nas três condições de direcionamento da atenção a mão esquerda cometeu mais erros do que a mão direita independentemente da preferência manual. Isto nos leva a acreditar que o direcionamento do foco atencional não foi capaz de diminuir a porcentagem de erro da mão esquerda até um nível melhor ou igual a da mão direita. Tendo em vista esse resultado a Hipótese 2, a qual prevê que a porcentagem de erro de cada uma das mãos é igual quando a atenção não é intencionalmente dirigida a uma mão, não foi confirmada.

Comparando os resultados da precisão espacial da condição bimanual com os da unimanual, ANOVA 2 x 2 x 2 (mão x ID x condição) com a média da porcentagem (transformada em radianos) de toques errados das mãos nas condições unimanual e bimanual como variável dependente indicou ter o fator condição alcançado nível de significância, $F_{(1, 42)} = 1,49$, $p < 0,01$. No entanto, nenhuma interação deste fator com os demais fatores alcançou nível de significância (Tabela XI, Anexo II).

O fator mão confirmou os resultados da análise da condição bimanual, indicando que a porcentagem de erro da mão direita foi menor do que a porcentagem da mão esquerda, independentemente da forma de execução uni e bimanual. O fator Índice de Dificuldade também confirmou os resultados obtidos na análise da condição bimanual, com o ID menor apresentando toques com menor porcentagem de erro do que os toques no ID maior.

Independentemente do Índice de Dificuldade, a performance na condição unimanual apresentou menor porcentagem de erros (2,31%) quando comparada à condição bimanual (10,95%). Para esta análise, utilizamos os dados da condição bimanual semelhante a unimanual de modo que comparamos a performance de uma das mãos na condição unimanual com a condição bimanual em que a atenção era dirigida a esta mesma mão. Mesmo assim, houve diferença na porcentagem de erros entre estas duas condições, indicando que a ação da outra mão em qualquer condição que seja é suficiente para levar a um aumento na porcentagem de erro na condição bimanual.

6.3 Variabilidade na Distribuição Espacial dos Toques

As análises apresentadas anteriormente foram feitas com base no toque ocorrendo (ou não) na área dos alvos, que é o modo tradicional de análise da velocidade e precisão na execução da tarefa de Fitts (1954) executada de modo contínuo. A partir dos resultados da precisão foi elaborada a questão da distribuição dos toques ao redor dos alvos. Assim, dado que a distribuição dos toques nos alvos ou ao redor deles pode variar em função da localização do alvo mais próxima ou longe do executante e da atenção dirigida a esses alvos, analisamos a distribuição (desvio padrão) dos toques em cada um dos dois alvos de cada uma das mãos. Dessa forma, calculamos o desvio padrão dos toques no eixo x em cada um dos quatro alvos na execução da tarefa bimanual e em cada um dos alvos na unimanual a fim de verificar diferenças na distribuição dos toques ao redor dos alvos em função da faixa etária, da preferência manual, do ID e da atenção.

Os resultados da ANOVA 2 x 2 x 2 x 2 x 2 x 3 (faixa etária x preferência manual x mão x ID x alvo x atenção) com o desvio padrão da localização dos toques realizados pelas mãos na condição bimanual como variável dependente são apresentados na Tabela XII (Anexo II). Os fatores principais mão, $F_{(1, 42)} = 68,79$, $p < 0,01$; Índice de Dificuldade, $F_{(1, 42)} = 145,69$, $p < 0,01$; alvo, $F_{(1, 42)} = 57,47$, $p < 0,01$; e atenção, $F_{(2, 80)} = 24,36$, $p < 0,01$; alcançaram nível de significância. As interações entre o Índice de Dificuldade e o alvo, $F_{(1, 42)} = 63,41$, $p < 0,01$; o alvo e a atenção, $F_{(2, 84)} = 27,55$, $p < 0,01$; e o Índice de Dificuldade, o alvo e a atenção também alcançaram nível de significância $F_{(2, 84)} = 8,05$, $p < 0,01$.

Independentemente da preferência manual, da faixa etária das crianças, do Índice de Dificuldade e do direcionamento da atenção, a mão direita apresentou maior variabilidade espacial dos toques ($DP = 0,62$ cm) do que a mão esquerda ($DP = 0,47$ cm). O constante emprego de uma mão permite que o controle sobre seus movimentos seja mais flexível, e assim, a precisão do movimento é garantida sem que haja necessidade de redução na variabilidade de sua movimentação. Dado que os canhotos são obrigados a utilizar a mão não-preferida na execução de algumas atividades do cotidiano, a mão direita dos canhotos se aproxima em precisão muito mais da mão direita dos destros do que a mão esquerda do destro em relação à mão esquerda do canhoto. Como consequência, o controle da mão direita do canhoto se aproxima do controle da mão direita do destro. Por outro lado, a mão esquerda do destro é muito diferente da mão esquerda do canhoto que é mais empregada no dia-a-dia, mas apresenta menor diferença em relação à precisão da sua mão direita quando comparada à diferença entre a precisão da mão esquerda em relação à direita do destro. Sendo assim, a performance da mão esquerda, independentemente da preferência manual, se torna menos variável.

A variabilidade dos toques da mão direita não corresponde a uma maior porcentagem de erros, de modo que esta mão consegue apresentar maior liberdade de movimentação sem comprometer o controle da trajetória da mão em relação ao alvo. A mão esquerda, por outro lado, demanda um controle mais rígido sobre a trajetória dos movimentos realizados a fim de garantir um desempenho que atenda as exigências de precisão (limite de erros), de modo que

o sujeito diminuía a variabilidade dos toques da mão esquerda para que ela fosse mais precisa.

Ainda, independentemente da mão utilizada, maior variabilidade espacial dos toques foi encontrada no Índice de Dificuldade maior (0,64 cm), sendo os toques mais concentrados no Índice de Dificuldade mais fácil (0,46 cm). Levando em consideração a largura do alvo, a maior variabilidade espacial ocorreu com o alvo menor (2 cm) e a maior concentração dos toques com o alvo maior (4 cm). A maior variabilidade espacial resultou em uma maior quantidade de erros que ocorreu na condição mais difícil, em que um maior controle motor é exigido por parte do executante. Com o alvo maior é mais fácil o controle, o que leva a execução de toques mais próximos uns dos outros e com menor quantidade de erros.

Ao comparar a variabilidade espacial dos toques em relação à localização dos alvos, os dados indicaram haver maior variabilidade dos toques nos alvos laterais (0,60 cm), mais distantes, do que nos centrais (0,49 cm), mais próximos do executante. Por estarem mais perto da linha mediana do executante, se tornava mais fácil para as crianças fazerem correções nos movimentos que terminavam nesses alvos do que corrigir os toques nos alvos mais distantes.

Em relação ao foco atencional, os resultados do teste realizado a posteriori (Tabela XIII, Anexo II) indicaram não haver diferença na variabilidade espacial entre o bloco em que a atenção foi dirigida à mão preferida e o bloco em que a atenção foi dirigida à mão não-preferida. O bloco de tentativas em que a atenção não foi intencionalmente dirigida a uma das mãos apresentou variabilidade dos toques maior do que nas duas condições de direcionamento do foco atencional (Figura 8).

Acreditamos que na ausência de instrução quanto ao direcionamento da atenção, a variabilidade espacial dos toques é maior porque o sujeito não tem referência para as correções das trajetórias das mãos em relação ao alvo. Nas condições de direcionamento do foco atencional para a mão preferida e para a mão não-preferida esse direcionamento permite que os movimentos da mão que é o alvo da atenção sejam totalmente monitorados, e o controle sobre a mão que não é o alvo da atenção se torna mais rígido na tentativa de evitar que ela erre a localização dos toques realizados.

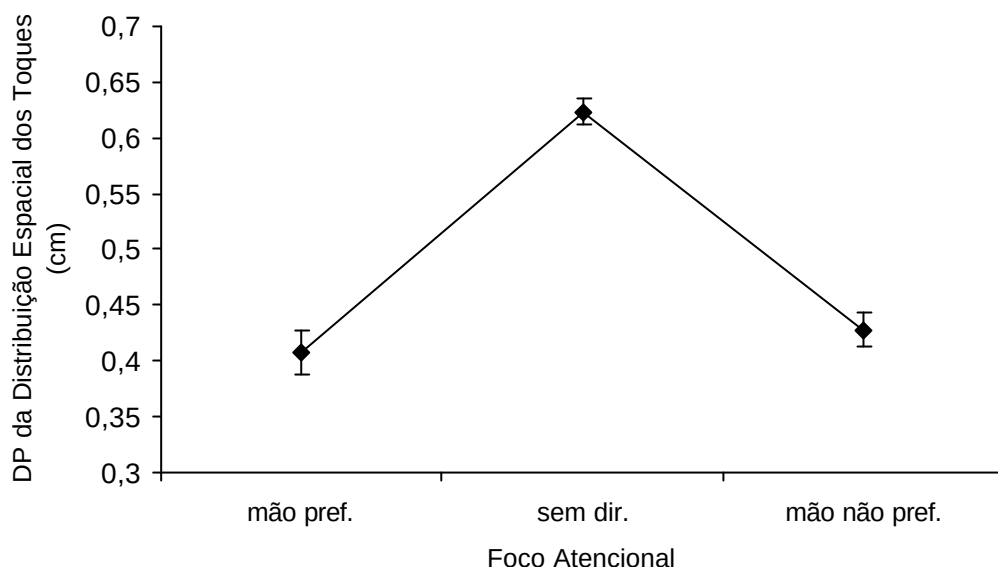


Figura 8. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques das mãos em função do foco atencional.

Quanto à interação Índice de Dificuldade versus alvo (ver Figura 9), os resultados do teste realizado a posteriori indicaram não haver diferença na variabilidade espacial dos toques nos alvos centrais entre os dois IDs. Quanto aos alvos laterais houve maior variabilidade no Índice de Dificuldade maior (Tabela XIV, Anexo II).

Dado que o alvo maior (ID = 2) tem o dobro da amplitude do alvo menor (ID = 3), então era esperado que a variabilidade fosse maior no alvo maior, ou seja, maior variabilidade no ID menor. Entretanto, o inverso ocorre nos alvos laterais, pois eles apresentaram maior variabilidade espacial no ID maior. Isso nos leva a acreditar que o indivíduo não consegue controlar os movimentos nos alvos laterais em função da largura do alvo. A maior variabilidade dos alvos laterais na tarefa mais difícil pode ter ocorrido devido à dificuldade do executante em controlar os movimentos das mãos quando elas estão longe da linha mediana do corpo, e dessa forma elas acabam realizando os toques mais dispersos uns dos outros.

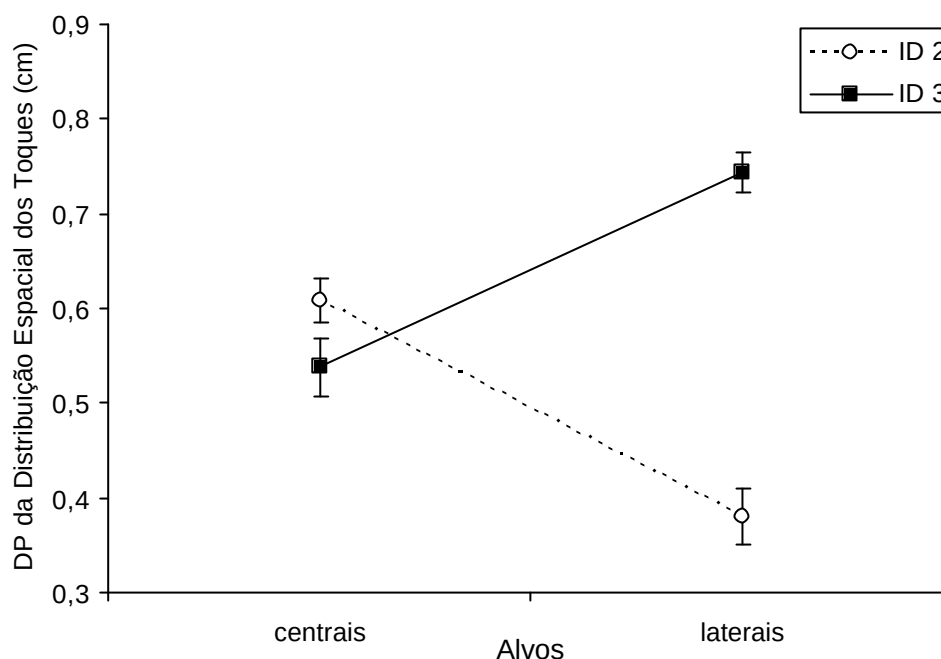


Figura 9. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques das mãos em função do ID da tarefa e da localização dos alvos.

Quanto à interação alvo versus foco atencional, os resultados do teste realizado a posteriori (Tabela XV, Anexo II) indicaram que quando a atenção não foi dirigida a uma das mãos em específico, a distribuição espacial era a mesma nos alvos centrais e laterais (Figura 10). É nesta condição (sem atenção dirigida) que o executante mantém o controle dos alvos centrais similar ao dos alvos laterais.

No que diz respeito a dirigir a atenção à mão preferida e à mão não-preferida, os resultados do teste realizado a posteriori indicaram haver diferença na distribuição dos toques entre os alvos centrais e laterais, sendo que os toques nos alvos mais distantes foram mais variáveis do que os toques nos alvos mais próximos quando a atenção foi dirigida a uma das mãos, independentemente dela ser a preferida ou não. A precisão no tocar no alvo se torna mais difícil quando as mãos se encontram distantes da linha mediana do corpo e, portanto, o controle é menor e há maior variabilidade dos toques nesses alvos.

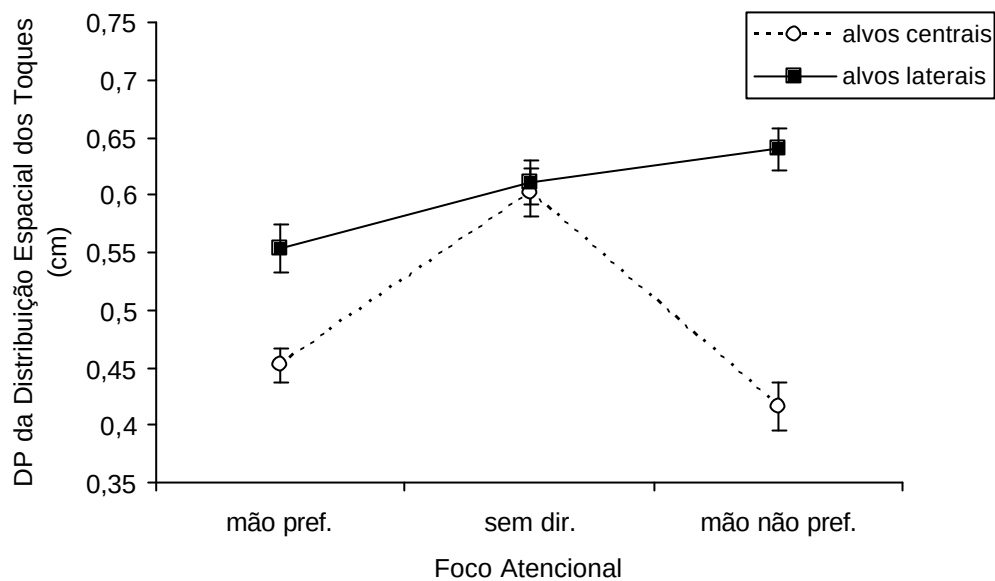


Figura 10. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques das mãos em função do foco atencional e da localização dos alvos.

Comparando a distribuição dos toques referentes aos alvos localizados centralmente com os toques nos alvos localizados lateralmente nos dois Índices de Dificuldade e em função do foco atencional (Tabela XVI, Anexo II), observamos que, independentemente do ID e com relação aos alvos centrais, quando a atenção era dirigida à mão preferida e quando era dirigida à mão não-preferida a distribuição espacial era significativamente menor do que quando não havia instrução quanto a dirigir a atenção para uma ou outra mão (Figura 11).

Com relação aos alvos laterais a atenção dirigida à mão não-preferida levou a uma distribuição semelhante para os dois IDs, mas quando a atenção era dirigida à mão preferida ou sem direcionamento intencional distribuição significativamente maior foi observada no ID menor em relação ao ID maior. Na verdade, nos alvos laterais na condição mais difícil a distribuição dos toques não variou em função do direcionamento da atenção. Nos alvos laterais, na condição mais fácil, quando a atenção não era intencionalmente dirigida a uma das mãos ou com o direcionamento da atenção dirigida à mão preferida, a distribuição dos toques foi bem menor do que quando a atenção foi dirigida à mão não-preferida e menor do que nos alvos laterais na condição mais difícil, independentemente do

direcionamento da atenção. Em resumo, maiores diferenças se encontraram nos alvos laterais, com maior variabilidade dos toques com a atenção dirigida à mão preferida e sem direcionamento da atenção no ID maior em relação ao ID menor.

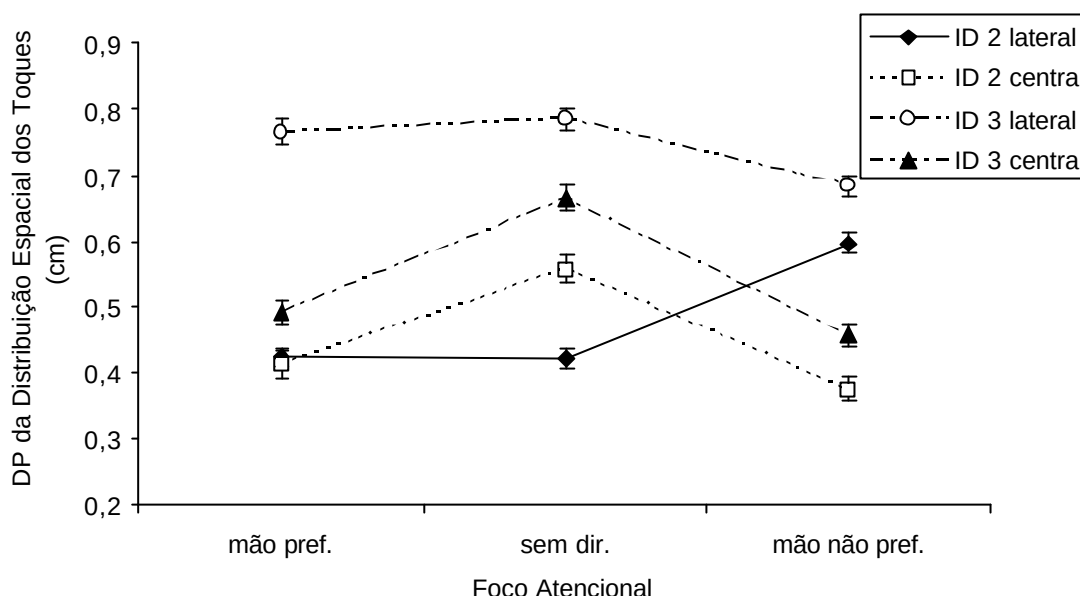


Figura 11. Média e desvio padrão da distribuição espacial dos toques em função do ID da tarefa, da localização dos alvos e do foco atencional.

Quando da comparação da distribuição dos toques nos alvos na condição unimanual com a bimanual, os resultados da ANOVA $2 \times 2 \times 2 \times 2$ (mão x ID x alvo x condição) com o desvio padrão da localização dos toques nos alvos como variável dependente, indicaram que o fator condição alcançou nível de significância $F_{(1, 42)} = 8,91$, $p < 0,01$ (Tabela XVII, Anexo II). Os fatores mão e Índice de Dificuldade confirmaram os resultados da análise da condição bimanual, pois a mão direita apresentou maior variabilidade do que a mão esquerda e o ID maior apresentou maior variabilidade do que o ID menor.

Os resultados da análise da distribuição dos toques mostraram que na condição unimanual a performance apresentou menor variabilidade (0,23 cm) do que a condição bimanual (0,52 cm). A execução na tarefa bimanual dificulta o controle das trajetórias dos movimentos das mãos e, portanto, leva a uma maior variabilidade espacial dos toques. A maior porcentagem de erro permitida na condição bimanual pode ter contribuído para esse resultado, o que provavelmente

levou a uma maior variabilidade dos toques. Além disso, mesmo com a atenção sendo dirigida somente a uma das mãos na condição bimanual, o fato de ter outra mão se movendo ao mesmo tempo deve ter exigido uma maior quantidade de atenção, o que levou a uma maior variabilidade dos toques.

6.4 Relacionamento Temporal entre as Mãos (Fase Relativa)

Todos os valores obtidos da fase relativa foram entre 0° e 180°, indicando que sistematicamente a mão preferida liderou a execução da tarefa, independentemente da preferência manual e da faixa etária dos participantes. Isto é, todos os participantes com preferência manual direita tiveram a mão direita liderando a tarefa e todos os participantes com preferência manual esquerda tiveram a mão esquerda liderando a tarefa. Este resultado confirma a Hipótese 5, a qual sugere que a mão preferida lidera na fase relativa, ou seja, o deslocamento da mão não-preferida acontece sempre depois do deslocamento da mão preferida.

Os resultados da ANOVA 2 x 2 x 2 x 3 (faixa etária x preferência manual x ID x atenção) com a média da fase relativa dos toques realizados pelas mãos nas cinco tentativas na condição bimanual como variável dependente são apresentados na Tabela XVIII (Anexo II). A preferência manual das crianças, $F_{(1, 42)} = 12,25$, $p < 0,01$; e o fator principal atenção, $F_{(2, 84)} = 24,31$, $p < 0,01$; alcançaram nível de significância; no entanto, nenhuma interação alcançou tal nível de significância ($p < 0,05$).

Em relação à preferência manual o grupo dos destros apresentou fase relativa maior (22,77°) do que o grupo dos canhotos (18,35°). Como os canhotos são obrigados muitas vezes a utilizar a mão não-preferida na realização de algumas atividades do cotidiano que empregam ferramentas feitas para a mão direita, um melhor acoplamento entre as mãos é conseguido do que entre os destros. Dessa forma, a diferença temporal entre as mãos dos canhotos é menor do que a diferença temporal entre as mãos dos destros na realização de tarefas bimanuais como a deste estudo.

Este resultado é semelhante ao obtido no estudo de Hiraga e Pellegrini (2001), no qual um grupo de universitários com preferência manual direita e outro com preferência manual esquerda deveria executar a tarefa de Fitts de forma bimanual. Os resultados obtidos indicaram que os participantes com preferência manual esquerda apresentaram menor valor de fase relativa quando comparados aos indivíduos com preferência manual direita.

Em relação ao foco atencional, os resultados do teste realizado a posteriori (Tabela XIX, Anexo II) indicaram que a média da fase relativa na condição em que a atenção era dirigida à mão preferida é maior do que na condição sem direcionamento da atenção, que por sua vez é superior a quando a atenção era dirigida à mão não-preferida (Figura 12).

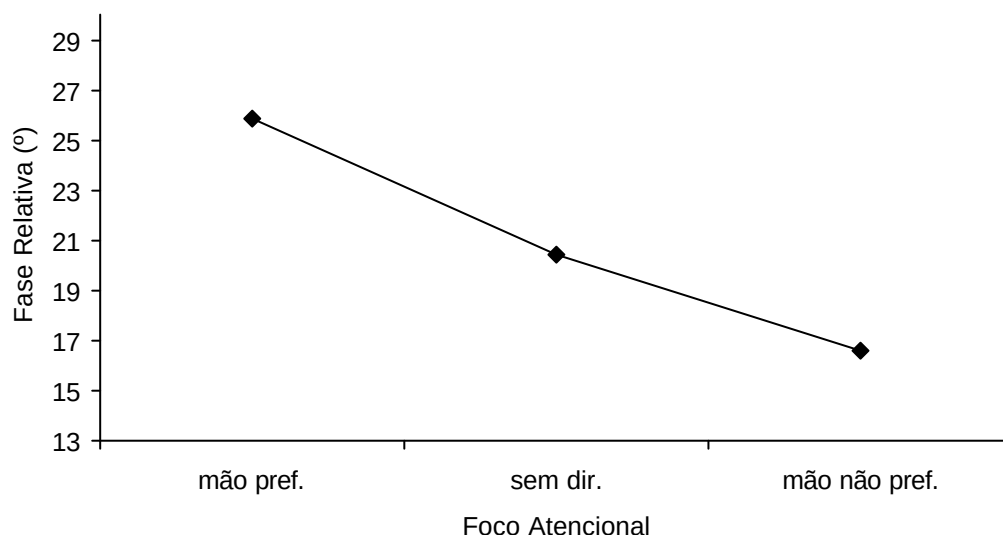


Figura 12. Média da fase relativa (°) em função do foco atencional.

Ainda de acordo com a Figura 12, podemos observar que ao dirigir a atenção somente para a mão preferida o sujeito passou a mover a mão não-preferida bem depois da preferida e, por isso, o valor da fase relativa nesse bloco foi o maior encontrado. Quando a atenção foi dirigida à mão não-preferida a diferença temporal entre os movimentos das mãos se tornou bem pequena. Nesse bloco de tentativas a atenção conseguiu minimizar os efeitos da preferência pelo uso de uma mão, pois fez com que a mão não-preferida se movesse em velocidade próxima à da mão preferida. Mais uma vez pode-se

observar o efeito magneto (GALLISTEL, 1980), pois a frequência de movimentação da mão preferida atraiu a frequência de movimentação da mão não-preferida para um valor semelhante ao seu, com a mão não-preferida buscando acompanhar a velocidade da mão preferida.

Esses resultados são semelhantes aos reportados por Amazeen, Amazeen, Treffner e Turvey (1997) no qual o foco atencional, a preferência manual e a escolha pelo uso de uma mão influenciaram os valores da fase relativa. No estudo relatado por eles, com adultos, quando a atenção foi dirigida para a mão não-preferida os participantes apresentaram valor de fase relativa próximo a zero, os canhotos apresentaram menor diferença temporal entre os movimentos das mãos do que os destros e a mão preferida dos dois grupos liderou os movimentos. Estes resultados são também similares aos encontrados na literatura (PETERS, 1994; SWINNEN, JARDIN & MEULENBROEK, 1996; TREFFNER & TURVEY, 1995), que mostram maiores valores de fase relativa de participantes adultos com preferência manual direita e a liderança da mão preferida na realização de tarefas bimanuais. As crianças do presente estudo, no entanto, apresentaram valores de fase relativa bem maiores do que os observados com adultos.

Em resumo, como observado na literatura em adultos, os resultados do presente estudo indicam diferença temporal entre as mãos mais acentuada nas crianças com preferência manual direita do que nas crianças com preferência manual esquerda. Além disso, a relação temporal entre as mãos foi diretamente influenciada pelo foco atencional – sendo menor quando ele foi dirigido à mão não-preferida. Interessante notar que nem a faixa etária nem o ID alcançaram nível de significância, sugerindo que o acoplamento das mãos não é alterado pelo desenvolvimento sensório-motor ou influenciado pela especificidade métrica da tarefa, mas inerente ao indivíduo.

6.5 Variabilidade do Relacionamento Temporal

A ANOVA 2 x 2 x 2 x 3 (faixa etária x preferência manual x ID x atenção) com medidas repetidas nos dois últimos fatores e com a média do desvio angular

em cada tentativa como variável dependente apontaram ter somente a preferência manual, alcançado nível de significância, $F_{(1, 42)} = 8,08$, $p < 0,01$ (Tabela XX, Anexo II).

Os participantes com preferência manual direita apresentaram maior variabilidade na fase relativa ($5,17^\circ$) do que os participantes com preferência manual esquerda ($3,32^\circ$). Este resultado indica que os canhotos são mais consistentes no acoplamento das mãos na execução da tarefa bimanual quando comparados aos destros e confirma a Hipótese 6, a qual sugere que em crianças a variabilidade da fase relativa dos canhotos é menor do que a dos destros.

Importante notar que os fatores foco atencional, $F_{(1, 42)} = 7,83$, $p > 0,05$; e Índice de Dificuldade, $F_{(1, 42)} = 22,74$, $p > 0,05$; não alcançaram nível de significância, indicando que a variabilidade da fase relativa foi similar nas três condições de foco atencional e nos dois IDs de dificuldade. A variabilidade apresentada pode ser inerente ao indivíduo, fazendo parte da sua dinâmica intrínseca. A atenção consegue diminuir a diferença temporal dos toques da mão não-preferida em relação à preferida, mas não influencia a variabilidade que o executante apresenta no relacionamento entre as duas mãos.

Esses resultados confirmam aqueles encontrados na literatura que apontam a existência da variabilidade da fase relativa nas tarefas motoras em função da preferência manual (GABBARD, 1998; LEE, SWINNEN & VERSCHUEREN, 1995; PETERS, 1994). Convém lembrar que os resultados do presente estudo se restringem ao padrão dentro de fase que é um padrão de coordenação bastante estável (HAKEN, KELSO & BUNZ, 1985; TEMPRADO, CHARDENON & LAURENT, 2001).

Importante realçar ainda que a variabilidade temporal nas tarefas bimanuais não foi influenciada nem pelo foco atencional nem pelo Índice de Dificuldade da tarefa. Isto mostra que a estabilidade no relacionamento temporal na execução de tarefas bimanuais depende da preferência manual do executante (dada pela dinâmica intrínseca), mas não depende do foco atencional e das exigências métricas da tarefa (pertencentes à dinâmica extrínseca).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O foco deste trabalho foi o papel da atenção no controle das mãos na execução de tarefas bimanuais em dois Índices de Dificuldade levando em consideração a preferência manual e a faixa etária dos participantes. Uma vez que a literatura indica que a atenção é capaz de interferir na estabilidade dos padrões bimanuais coordenados e influenciar a performance motora (AMAZEEN, AMAZEEN, TREFFNER & TURVEY, 1997; SHERWOOD & RIOS, 2001), este estudo foi realizado com o objetivo de esclarecer, para diferentes faixas etárias, de que forma o desempenho da mão direita e da mão esquerda seria alterado em função do foco atencional com redução das diferenças causadas pela preferência manual.

Especificamente, o presente estudo buscou investigar se os membros agem em sinergia ou como unidades distintas quando a atenção não é intencionalmente dirigida a uma mão em específico, e se o direcionamento do foco atencional promove mudanças na forma com que as mãos atuam na realização das tarefas bimanuais. Verificou também se a atenção influencia de maneira semelhante crianças destras e canhotas em diferentes faixas etárias.

Com relação à faixa etária, os movimentos das crianças mais velhas se mostraram mais rápidos do que os movimentos das crianças mais novas, mas não apresentaram diferença na sua precisão. Isso indica que a maior experiência na execução das atividades leva a um aumento na velocidade de execução dos movimentos sem prejudicar a precisão da ação motora, ou seja, o desenvolvimento motor leva a um aprimoramento no deslocamento das mãos.

Uma vez que as diferenças observadas entre as faixas etárias ocorreram nas diversas condições em que o foco atencional foi manipulado, então os resultados do presente estudo evidenciam que a atenção contribui para a melhoria do comportamento motor no curso do desenvolvimento humano. Isso nos leva a acreditar que as crianças mais novas utilizam a atenção de maneira diferente das crianças mais velhas, sugerindo que o desenvolvimento motor e cognitivo das mais velhas já está num patamar que proporcione uma estratégia perceptiva mais avançada para um melhor aproveitamento da atenção na execução da tarefa bimanual.

Além do indicado acima, a atenção foi um fator que diferenciou a performance de crianças com diferente preferência manual. Como observado em adultos, os comportamentos das crianças destros e das canhotas foram em direção oposta quando a atenção foi intencionalmente dirigida a uma das mãos. O direcionamento do foco atencional para a mão não-preferida auxiliou os participantes com preferência manual direita a reduzir os erros cometidos pelas mãos, mas fez com que os participantes com preferência manual esquerda apresentassem mais erros do que nas outras condições de manipulação do foco atencional. Dessa forma, acreditamos que destros e canhotos, adultos e crianças, utilizam a atenção para a execução da tarefa bimanual de forma diferente, provavelmente porque os canhotos são obrigados muitas vezes a utilizar a mão não-preferida no emprego de ferramentas que foram feitas para destros e conseqüentemente dirigir a atenção para essa mão durante as atividades do cotidiano.

Com relação ao Índice de Dificuldade, é interessante notar que, quando o foco atencional foi dirigido para a mão não-preferida, a atenção minimizou os efeitos das diferentes especificações métricas da tarefa. Assim, as crianças realizaram os toques na mesma velocidade e com a mesma porcentagem de erro nos dois Índices de Dificuldade. Podemos interpretar este resultado como indicativo de que na tarefa bimanual o TM é baseado na solução do problema motor do membro superior não dominante e que a atenção dirigida a este membro leva a uma melhoria da performance das duas mãos como um todo. Na tarefa em que o Índice de dificuldade era menor, o nível de dificuldade da tarefa era muito pequeno e a atenção para a mão não-preferida pouco contribuiu para a

performance das duas mãos. Como consequência, as performances nos dois Índices de Dificuldade se equívalem quando a atenção foi dirigida à mão não-preferida. Este resultado nos leva a questionar se isto também ocorreria com adultos ou é uma particularidade do comportamento infantil e poderá ser foco de um próximo estudo.

O presente estudo constatou que o direcionamento do foco atencional influenciou a realização da tarefa bimanual uma vez que, ao dirigir a atenção para a mão não-preferida, o executante apresentou a melhor performance. O direcionamento para essa mão promoveu redução da quantidade de erros cometidos, maior velocidade de movimentação e o melhor acoplamento temporal entre os toques das duas mãos, significando que o direcionamento da atenção para a mão não-preferida implica na diminuição da assimetria funcional dos membros superiores causada pela preferência manual. Esses resultados confirmam os obtidos em estudos realizados com adultos, o que nos leva a acreditar que apesar do pouco tempo de contato com atividades manuais a assimetria funcional já está presente nas crianças mais novas e que o direcionamento do foco atencional já é capaz de alterar seu padrão motor. Isso indica que o desenvolvimento motor e cognitivo, embora esteja nos seus estágios iniciais, permite que exista flexibilidade no relacionamento entre a mão preferida e não-preferida a fim de que o executante alcance harmonia e eficiência na coordenação bimanual.

Os benefícios da atenção na performance de tarefa bimanual só são observados quando ela é totalmente dirigida à mão não-preferida. O não direcionamento da atenção para a mão não-preferida impossibilita que essa mão execute a tarefa com diminuição do número de erros e aumento da velocidade dos toques até atingir o nível da mão preferida.

Com base nos resultados do presente estudo, podemos afirmar que, quando a atenção é dirigida à mão preferida, há aumento da assimetria funcional das mãos, com a ocorrência de um maior número de erros e menor velocidade de deslocamento das mãos em direção ao alvo. Tal performance ocorre em função do direcionamento da atenção para a mão que é mais utilizada no dia-a-dia, promovendo o aumento das diferenças funcionais das duas mãos e reforçando o desempenho inferior da mão não-preferida. A maior sincronização entre os dois

membros (fase relativa menor) só foi alcançada quando o foco atencional foi dirigido para o lado não dominante. Deste modo, o efeito estabilizador do estímulo visual para a mão não dominante reduziu o grau de assimetria entre as mãos, mesmo resultado obtido por Byblow, Chua, Bysouth-Young e Summers (1999).

De acordo com a literatura (AMAZEEN, AMAZEEN TREFFNER & TURVEY, 1997; SHERWOOD & RIOS, 2001; SWINNEN, JARDIN & MEULENBROEK; 1996) há indicativos de que na execução de tarefa bimanual o ser humano tende a olhar para a mão preferida, o que seria nada eficiente para a performance como um todo. Desconheceria o executante que atendendo somente o membro não preferido conseguiria uma performance de melhor qualidade?

Quanto ao relacionamento temporal das mãos, a atenção se mostrou capaz de quebrar a simetria da dinâmica intrínseca na coordenação intermembros uma vez que, ao ser dirigida à mão não-preferida, os valores de fase relativa são menores do que ao ser dirigida para a mão preferida ou não ser dirigida especificamente a uma das mãos. No entanto, a atenção não alterou a variabilidade do relacionamento temporal entre os toques das duas mãos.

Verificamos que, independentemente do direcionamento do foco atencional, os membros agem diferentemente, cometendo porcentagem diferente de erros e diferente variabilidade espacial dos toques. Isto nos leva a acreditar que mesmo que o comando para a realização do movimento seja igual para os dois membros, o produto motor deles é influenciado pelo ruído decorrente da frequência de uso de cada membro nas atividades do dia-a-dia (quanto menor o uso maior o ruído) e, portanto, o controle sobre elas passa a assumir características diferentes. O direcionamento do foco atencional é capaz de influenciar algumas variáveis na coordenação bimanual (como por exemplo, a velocidade de movimentação), mas não é suficientemente forte para fazer com que os dois membros superiores se movam de forma semelhante.

Dessa forma, o comportamento motor de crianças indica que a estabilidade do sistema é forte o suficiente para resistir aos efeitos da atenção dirigida a uma mão e se mantém inalterada apesar do direcionamento do foco atencional. De acordo com a Teoria dos Sistemas Dinâmicos, a estabilidade no comportamento motor das crianças nos mostra que o sistema organismo-tarefa-ambiente apresenta forte acoplamento nas relações entre os segmentos dos membros

superiores e que este comportamento já é robusto o suficiente a partir dos 5 a 8 anos de idade. Embora as experiências motoras das crianças sejam relativamente poucas e recentes, elas fornecem oportunidade para a estabilidade no comportamento das duas mãos na coordenação bimanual.

Gostaríamos de lembrar que o ganho obtido através do direcionamento da atenção para determinada mão está extremamente relacionado ao feedback visual, uma vez que a atenção dirigida ao alvo fornece informação de feedback visual. Neste estudo assumimos que a atenção dirigida a uma das mãos fornece a informação que leva à melhora no desempenho. A atenção dirigida é condição *sine qua non* para que executante obtenha o feedback visual da performance e possa assim utilizar os mecanismos de coordenação visuo-motora.

Podemos concluir, portanto, que para melhor realização da tarefa bimanual o executante deve dirigir a maior parte da atenção para a mão não-preferida. O direcionamento do foco atencional para a mão que não é muito utilizada no dia-a-dia promoverá o aumento da velocidade, a diminuição dos erros e a diminuição da diferença temporal entre as duas mãos, ou seja, promoverá um melhor acoplamento entre as mãos na execução de uma tarefa em que as mãos executam movimentos similares.

8. REFERÊNCIAS

ALLPORT, A. Attention and control: have we been asking the wrong questions? a critical review of twenty-five years. In: MEYER, D. E.; KORNBLUM S. (Ed.).

Attention and performance XIV: synergies in experimental psychology, artificial intelligence, and cognitive neuroscience. Cambridge: A Bradford Book; The MIT Press, 1993. p. 183 - 218.

AMAZEEN, E. L.; AMAZEEN, P. G.; TREFFNER, P. J. ; TURVEY, M. T. Attention and handedness in bimanual coordination dynamics. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 23, n. 5, p. 1552 – 1560, 1997.

ANNETT, J; ANNETT, M.; HUDSON, P. T. W.; TURNER, A. The control of movement in the preferred and non- preferred hands. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.31, p. 641 – 652, 1979.

BARELA, J. A. A perspectiva dos sistemas dinâmicos: teoria e aplicação no estudo do desenvolvimento motor. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.). **Coletânea de Estudos**: comportamento motor I. São Paulo: Movimento, 1997. p. 11 – 28.

BEEK, P. J.; MEIJER, O. G. Spinal anticipation and cortical correction: coordination of movements. **Motor Control**, v.3, p. 2 – 8, 1999.

BERNSTEIN, A. N. **The coordination and regulation of movements**. London: Pergamon, 1967.

BERTENTHAL, B.; VON HOFSTEN, C. Eye, head and trunk control: the foundation for manual development. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v.22, n.4, p. 515 – 520, 1998.

BRESCIANI FILHO, E.; D'OTTAVIANO, I. M. L. Conceitos básicos de sistêmica. In: D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZÁLES, M. E. Q. (Org.). **Auto-Organização**. Campinas: UNICAMP, 2000. p. 01 – 22. (Coleção CLE, n. 30).

BRODEUR, D. A. Covert orienting in young children. In: ENNS, J. T. (Ed.). **The Development of Attention: research and theory**. Elsevier Science, 1990. p. 211 - 226.

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

BYBLOW, W.; CHUA, R.; BYSOUTH-YOUNG, D. F.; SUMMERS, J. J. Stabilisation of bimanual coordination through visual coupling. **Human Movement Science**, n. 18, p. 281 – 305, 1999.

CARNAHAN, H. Eye, head, and hand coordination during manual aiming. In: PROTEAU, L.; ELLIOTT, D. (Ed.). **Vision and Motor Control**. Elsevier Science, n. 85, p. 179 – 196, 1992.

CLARK, J. E.; WHITALL, J. What is motor development? the lessons of history. **Quest**, v.41, p. 183 – 202, 1989.

CSIBRA, G.; JOHNSON, M. H. ; TUCKER, L. A. Attention and oculomotor control: a high-density ERP study of the gap effect. **Neuropsychologia**, v.35, n.6, p. 865 – 885, 1997.

DEBRUN, M. M. A idéia de auto-organização. In: DEBRUN, M., GONZÁLES, M. E. Q. e PESSOA Jr, O. (Org.). **Auto-Organização**. Campinas: UNICAMP, 1996, p. 3 - 23. (Coleção CLE, n. 18).

DEBRUN, M. M. Auto-organização e ciências cognitivas. In: GONZALES, M. E. Q.; LUNGARZO, C. A.; MILIDONI, C. B; PEREIRA Jr., A ; WRIGLEY, M. B. (Org.) **Encontro com as Ciências Cognitivas**, Marília: Faculdade de Filosofia e Ciências, 1997. p. 27 - 34.

DIETZ, V.; KOWALEWSKI, R.; NAKAZAWA, K. ; COLOMBO, G. Effects of changing stance conditions on anticipatory postural adjustment and reaction time to voluntary arm movement in humans. **Journal of Physiology**, v.524, n.2, p. 617- 627, 2000.

ENNS, J. T. Relations between components of visual attention. In: ENNS, J. T. (Ed.). **The Development of Attention**: research and theory. Elsevier Science, 1990. p.139 - 158.

FAGARD, J. Bimanual stereotypes: bimanual coordination in children as a function of movements and relative velocity. **Journal of Motor Behavior**, v.19, n.3, 355 – 366, 1987.

FAGARD, J. Synchronization and desynchronization in bimanual coordination: a developmental perspective. In: FAGARD, J.; WOLFF, P. H. (Ed.). **The Development of Timing Control and Temporal Organization in Coordinated Action**. North-Holland: Elsevier Science, 1991. p. 305 - 322.

FITTS, P. M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. **Journal of Experimental Psychology**, v.47, n.6, p. 381 – 391, 1954.

FRANK, J. S.; EARL, M. Coordination of posture and movement. **Physical Therapy**, v.70, p. 855 – 863, 1990.

GABBARD, C. Considering handedness in studies involving manual control.
Motor Control, v.2, p. 81 – 86, 1998.

GALLISTEL, C. R. **The organization of action: a new synthesis**. Chapter 4 – Von Holst's Coupled Oscillators. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 1980. p.69-110.

GIBSON, E.; RADER, N. Attention – the perceiver as performer. In: HALE, G. A.; LEWIS, M. (Ed.). **Attention and Cognitive Development**. New York: Plenum, 1978. p. 1 – 21.

GOODENOUGH, F. L. A further study of speed of tapping in early childhood.
Journal of Applied Psychology, v.19, p. 309-321, 1935.

GOPHER, D. The skill of attention control: acquisition and execution of attention strategies. In: MEYER, D. E.; KORNBLUM, S. (Ed.). **Attention and Performance XIV: synergies in experimental psychology, artificial intelligence, and cognitive neuroscience**. Cambridge: A Bradford Book, The MIT Press, 1993. p. 299 - 322.

GUDMUNDSSON, E. Lateral preference of preschool and primary school children.
Perceptual and Motor Skills, v.77, p. 819 – 828, 1993.

GUTNIK, B.; HYLAND, B. Spatial coordination in a bimanual task related to regular switching of movement vectors. **Perceptual and Motor Skills**, v.84, p. 371 – 384, 1987.

HAKEN, H.; KELSO, J. A. S.; BUNZ, H. A theoretical model of phase transitions in human hand movements. **Biological Cybernetics**, v.51, p. 347 – 356.

HAMMOND, G. Manual performance asymmetries. In: HAMMOND, G. E. (Ed.). **Cerebral Control of Speech and Limb Movements**. North-Holland: Elsevier Science, 1990. p. 59 - 77.

HAY, L. The effect of amplitude and accuracy requirements on movement time in children. **Journal of Motor Behavior**, v.13, n.3, p.177-186, 1981.

HAY, L.; BARD, C.; FLEURY, M. Visuo- manual coordination from 6 to 10: specification, control and evaluation of direction and amplitude parameters of movement. In: WADE, M. G.; WHITING, H. T. A. (Eds). **Motor Development in Children**: aspects of coordination and control. Martinus Nijhoff Publishers. NATO ASI Series. Series D: Behavioural and Social Sciences, 34, p.319 – 338. 1986.

HAYWOOD, K. M. **Life Span Motor Development**. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 1993.

HICKS, R. A.; INMAN, G.; DEHARO, D.; HICKS, G. Consistency of hand use and frequent falls. **Perceptual and Motor Skills**, v. 88, p. 1107 – 1110, 1999.

HIRAGA, C. Y.; PELLEGRINI, A. M. Efeitos da preferência manual e das dimensões espaciais da tarefa na coordenação intermembros. In: TEIXEIRA, L. A. (Ed.). **Avanços em Comportamento Motor**. Rio Claro: Movimento, 2001. p.265 – 283.

IRWIN-CHASE, H.; BURNS, B. Developmental changes in children's abilities to share and allocate attention in a dual task. **Journal of Experimental Child Psychology**, v.77, p. 61 – 85, 2000.

KAHNEMAN, D. **Attention and Effort**. New York: Prentice-Hall, 1973.

KAYE, D. B.; RUSKIN, E. M. The development of attentional control mechanisms. In: ENNS, J. T. (Ed.). **The Development of Attention**: Research and Theory. Elsevier Science, 1990. p. 227 - 243.

KELSO, J. A. S. Elementary coordination dynamics. In: SWINNEN, S.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. (Ed.). **Interlimb Coordination**: neural, dynamical, and cognitive constraints, San Diego: Academic Press, 1994. p. 301 - 318.

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

KELSO, J. A.; HOLT, K. G.; RUBIN, P. ; KUGLER, P. N. Patterns of human interlimb coordination emerge from the properties of non-linear, limit cycle oscillatory processes: theory and data. **Journal of Motor Behavior**, v.13, n.4, p.226 – 261, 1981.

KELSO, J. A. S.; SCHÖNER, G. Self-organization of coordinative movement patterns. **Human Movement Science**, v.7, p. 27 – 46, 1988.

KELSO, J. A. S.; SOUTHARD, D. L.; GOODMAN, D. On the coordination of two-handed movements. **Journal of Experimental Psychology**: human perception and performance, v.5, n.2, p. 229 – 238, 1979.

KIRK, R. E. **Experimental design**: procedures for the behavioral sciences. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1968.

KOHEN-RAZ, R. Developmental increase of ambidexterity in target tests. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines**, v. 6, p. 43 – 54, 1965.

KUGLER, P. N.; KELSO, J. A. S.; TURVEY, M. T. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: theoretical lines of convergence. In: STELMACH, G. E.; REQUIN, J. (Ed.). **Tutorials in Motor Behavior - part I**. North-Holland, 1980. p. 3 - 47.

LADEWIG, I. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. **Revista Paulista de Educação Física**, supl. 3, p. 62 – 71, 2000.

LANGOLF, G. D., CHAFFIN, D. B. & FOULKE, J. A. A investigation of Fitts law using a wide range of movement amplitudes. **Journal of Motor Behavior**, v.8, n.2, p.113-128, 1976.

LEE, T. D.; SWINNEN, S. P.; VERSCHUEREN, S. Relative phase alterations during bimanual skill acquisition. **Journal of Motor Behavior**, v.27, n.3, p. 263 – 274, 1995.

MARTENIUK, R. G.; BERTRAM, C. P. Contributions of gait and trunk movements to prehension: perspectives from world- and body- centered coordinates. **Motor Control**, v.2, p. 151 – 165, 2001.

MICHEL, G. F. Development of infant manual skills: motor programs, schemata, or dynamic systems? In: FAGARD, J.; WOLFF, P. H. (Ed.). **The Development of Timing Control and Temporal Organization in Coordinated Action**. Elsevier Science, 1991. p. 175 - 199.

MONNO, A.; CHARDENON, A.; TEMPRADO, J. J.; ZANONE, P. G. ; LAURENT, M. Effects of attention on phase transitions between bimanual coordination patterns: a behavioral and cost analysis in humans. **Neuroscience Letters**, n. 283, p. 93 – 98, 2000.

MONNO, A.; TEMPRADO, J. J.; ZANONE, P. G.; LAURENT, M. The interplay of attention and bimanual coordination dynamics. **Acta Psychologica**, v.110, p. 187 – 211, 2002.

NEWELL, K. M. Coordination, control and skill. In: GOODMAN, D.; WILLBERG, R. B.; FRANKS, I. M. (Ed.). **Differing Perspectives in Motor Learning, Memory and Control**. Amsterdam: North-Holland, 1985.

NEWELL, K. M. Constraints on the development of coordination. In: WADE, M. G.; WHITING, T. A. (Ed.). **Motor Development in Children**: aspects of coordination and control. Netherlands: Nijhoff, 1986. p. 341 - 360.

NORMAN, D. A.; BOBROW, D. J. On data limited and resource limited processes. **Cognitive Psychology**, v. 7, p. 44 – 64, 1975.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**, n.9, p. 97 – 113, 1971.

OUT, L.; van SOEST, A. J.; SAVELSBERGH, G. J. P.; HOPKINS, B. The effect of posture on early reaching movements. **Journal of Motor Behavior**, v.30, n.3, p. 260 - 272, 1998.

PELLECHIA, G. L.; TURVEY, M. T. Cognitive activity amplifies the asymmetrical dynamics of bimanual coordination. In: BURTON, G.; SCHMIDT, R. C. (Ed.). **Studies in Perception and Action VI**. Lawrence Erlbaum, 2001. p. 125 - 128.

PELLEGRINI, A. M. **The Development of Dual Task Performance**. Dissertação de Doutorado, University of Illinois, 1982.

PELLEGRINI, A. M. Auto-organização e desenvolvimento motor. In: GONZALES, M. E. Q.; DEBRUN, M.; PESSOA JUNIOR, O. (Org.). **Auto-Organização**: estudos interdisciplinares em filosofia, ciências cognitivas, humanas e artes. Campinas: UNICAMP, 1996. p. 299 – 318. (Coleção CLE, n.18).

PELLEGRINI, A. M. O papel da atenção no comportamento motor: o processo de auto-organização em destaque. In: D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZALES, M. E. Q. (Org.). **Auto-Organização**. Campinas: UNICAMP, 2000. p. 55 – 68. (Coleção CLE, n. 30)

PELLEGRINI, A. M. Revisitando a atenção. In: TEIXEIRA, L. A. (Ed.). **Avanços em Comportamento Motor**. Rio Claro: Movimento, 2001. p.147 – 165.

PELLEGRINI, A. M.; GONZALES, M. E. Q. Em busca de harmonia no comportamento motor. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.). **Coletânea de Estudos**: comportamento motor I. São Paulo: Movimento, 1997. p. 1 – 10.

PERRIG, S.; KAZENNIKOV, O.; WIESENDANGER, M. Time structure of a goal-directed bimanual skill and its dependence on task constraints. **Behavioral Brain Research**, 1999, v.103, n.1, p. 95 – 104.

PETERS, M. Does handedness play a role in the coordination of bimanual movement? In: SWINNEN, S.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. (Ed.). **Interlimb Coordination: neural, dynamical, and cognitive constraints**, San Diego, CA: Academic Press, 1994, p. 595 - 612.

PROVINS, K. A. The specificity of motor skill and manual asymmetry: a review of the evidence and its implications. **Journal of Motor Behavior**, 1997, v. 29, n.2, p.183 - 192.

RICCIO, G. E. Information in movement variability about the qualitative dynamics of posture and orientation. In: NEWELL, K. M.; CORCOS, D. M. (Ed.). **Variability and Motor Control**. Human Kinetics, 1993.

RODRIGUES, S. T. O movimento dos olhos e a relação percepção-ação. In: TEIXEIRA, L. A. (Ed.). **Avanços em Comportamento Motor**. Rio Claro: Movimento, 2001, p.122 – 146.

ROTHBART, M. K.; POSNER, M. I. ; BOYLAN, A. regulatory mechanisms in infant development. In: ENNS, J. T. (Ed.). **The Development of Attention: research and theory**. Elsevier Science Publishers B. V., 1990, p. 47 - 66.

SALMONI, A. W.; Mc ILWAIN, J. S. Fitts reciprocal tapping task, a measure of motor capacity? **Perceptual and Motor Skills**, v.49, p.403-413, 1979.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. Attention and performance. In: **Motor Control and Learning: a behavioral emphasis**, Human Kinetics, 3 ed., 1999, p. 61 - 91.

SCHOLZ, J. P.; KELSO, J. A. S. A quantitative approach to understanding the formation and change of coordinated movement patterns. **Journal of Motor Behavior**, 1989, v. 21, n. 2, p. 122 – 144.

SCHOLZ, J. P.; KELSO, J. A. S. Intentional switching between patterns of bimanual coordination depends on the intrinsic dynamics of the patterns. **Journal of Motor Behavior**, 1990, v. 22, n. 1, p. 98 – 124.

SCHÖNER, G. From interlimb coordination to trajectory formation: communal dynamical principles. In: SWINNEN, S.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. (Ed.). **Interlimb Coordination: neural, dynamical, and cognitive constraints**, San Diego, CA: Academic Press, 1994, p. 339 - 368.

SCHÖNER, G.; KELSO, J. A. S. A synergetic theory of environmentally-specified learned patterns of movement coordination. **Biological Cybernetics**, 1988, v. 58, p. 71 – 80.

SEMJEN, A; SUMMERS, J. J.; CATTART, D. Hand coordination in bimanual circle drawing. **Journal of Experimental Psychology: human perception and performance**, 1995, v.21, n.5, p. 1139 – 1157.

SHERWOOD, D. E; RIOS, V. Divided attention in bimanual aiming movements: effects on movement accuracy. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 2001, v. 72, n. 3, p. 210 – 218.

SHIMOJO, S.; TANAKA, Y.; HIKOSAKA, O.; MIYAUCHI, S. Vision, attention, and action: inhibition and facilitation in sensory-motor links revealed by the reaction time and the line motion. In: INUI, T.; MCCLELLAND, J. L. (Ed.). **Attention and Performance XVI - information integration in perception and communication**. Cambridge: A Bradford Book, The MIT Press, 1996, p. 597 - 630.

SWINNEN, S. P.; JARDIN, K.; MEULENBROEK, R. Between-limb asynchronies during bimanual coordination: effects of manual dominance and attentional cueing. **Neuropsychologia**, 1996, v. 34, n. 12, p. 1203 – 1213.

SWINNEN, S. P.; MASSION, J.; HEUER, H. Topics on interlimb coordination. In: SWINNEN, S.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. (Ed.). **Interlimb Coordination**: neural, dynamical, and cognitive constraints, San Diego, CA: Academic Press, 1994, p. 1 - 27.

TEMPRADO, J. J.; CHARDENON, A.; LAURENT, M. Interplay of biomechanical and neuromuscular constraints on pattern stability and attentional demands in a bimanual coordination task in human subjects. **Neuroscience Letters**, 2001, v. 303, p. 127 – 131.

TEMPRADO, J. J.; ZANONE, P. G.; MONNO, A. ; LAURENT, M. Attentional load associated with performing and stabilizing preferred bimanual patterns. **Journal of Experimental Psychology**: human perception and performance, 1999, v. 25, n. 6, p. 1579 – 1594.

TREFFNER, P. J.; TURVEY, M. T. Handedness and the asymmetric dynamics of bimanual rhythmic coordination. **Journal of Experimental Psychology**: human perception and performance, 1995, v. 21, p. 318 – 333.

TURVEY, M. T. Coordination. **American Psychologist**, 1990, v. 45, n. 8, p. 938 - 953.

von HOFSTEN, C. Mastering reaching and grasping: the development of manual skills in infancy. **Perspectives on the Coordination of Movement**. S. A. Wallace (Ed.), Elsevier Science Publishers B. V., 1989, p. 223 - 256.

WENDEROTH, N.; BOCK, O. Learning of new bimanual coordination pattern is governed by three distinct processes. **Motor Control**, 2001, v. 1, p. 23 - 35.

WILLIAMS, H. G. Body awareness characteristics in perceptual-motor development. In: CORBIN, C. B. (Ed.). **A Textbook of Motor Development**, Wm. C. Brow Company. 1973.

WILLIAMS, H. G. The concept of the physical self: body awareness. In: **Perceptual and Motor Development**, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1983, p. 282 - 322.

WUYTS, I. J.; SUMMERS, J. J.; CARSON, R. G.; BYBLOW, W. D. ; SEMJEN, A. Attention as a mediating variable in the dynamics of bimanual coordination. **Human Movement Science**, 1996, v. 15, p. 877 - 897.

YAN, J. H.; THOMAS, J. R.; STELMACH, G. E. ; THOMAS, K. T. Developmental features of rapid aiming arm movements across the lifespan. **Journal of Motor Behavior**, 2000, v. 32, n. 2, p. 121 - 140.

ZELAZNIK, H. N. The role of motor development in infancy – reactions to Mounoud and Bremner. **The Development of Coordination in Infancy**, 1993, v. 97, p. 79 - 92.

ANEXO I

Termo de Consentimento do Responsável

Prezados Pais,

Estamos realizando um estudo sobre o movimento das mãos das crianças e necessitamos de sua autorização para que seu(sua) filho(a) possa participar. As crianças farão movimentos com um lápis de um lugar a outro, várias vezes em seqüência.

A tarefa será realizada na escola de seu(sua) filho(a) e ele(ela) ficará sentado(a) em uma cadeira, não correndo risco de se machucar. Além disso, teremos uma pessoa por perto para garantir a segurança dele(a). Todos os dados coletados serão utilizados para fins de estudo, sem a identificação das crianças.

Agradecemos sua colaboração,

Responsável: Ellen Cristina Andrade/ UNESP – RC - (19) 3526-4160

Orientador: Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini/ UNESP – RC – (19) 3526-4160

Termo de Consentimento

Eu, _____ li as informações anteriores e entendi os procedimentos e riscos envolvidos no estudo. Autorizo que os dados coletados neste estudo sejam utilizados somente para fins de ensino e pesquisa desde que a identidade de meu (minha) filho(a) não seja divulgada.

Limeira, de de 2002.

Assinatura do Responsável pela Criança

Nome do Responsável: _____

Nome da Criança: _____

Inventário de Edinburgh para determinação da Preferência Manual

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Data da Coleta: ____/____/____

Sexo: _____

Identificação: _____

TAREFAS

MÃO UTILIZADA

	DIREITA	ESQUERDA
1. Escrever	()	()
2. Desenhar	()	()
3. Arremessar uma bola	()	()
4. Uso de tesoura	()	()
5. Escovar os dentes	()	()
6. Uso de colher	()	()
7. Abrir uma caixa (mão da tampa)	()	()
8. Pentear o cabelo	()	()
9. Utilizar uma faca	()	()
10. Utilizar uma vassoura (mão superior)	()	()

% de uso da mão direita =

% de uso da mão esquerda =

% de uso das duas mãos =

Descrição e Modelo Pedagógico da E.M.E.I.E.F. “Profa. Maria Aparecida de Luca Moore”, 2001.

A escola possui uma política de forte aproximação com a comunidade, entendendo-a como uma parceira imprescindível para o sucesso do processo de escolarização das crianças. Tal política se traduz no “Programa: Quem ama cuida”, que sensibiliza e trabalha a consciência de que a escola pública é um patrimônio físico e também de conhecimento, que deve ser preservado.

Dentro do programa acima citado, está o projeto “Fora de série” que, embasado na Lei 9394/96, inaugurou uma forma diferente de agrupar os alunos e de trabalhar com eles. Nele, os alunos são agrupados segundo suas características, suas necessidades de aprendizagem. Então, não necessariamente em séries e/ou idades, os alunos são agrupados seguindo atualmente cinco critérios: 1) alfabetização; 2) pós-alfabetização; 3)produção I; 4) produção II; e 5) produção III . Os critérios de agrupamento seguem basicamente as necessidades em Língua Portuguesa e depois em outras áreas do conhecimento.

Dentro de um mesmo ano letivo, ocorrem quatro oportunidades de reagrupamento, ou seja, o aluno que chegar à base alfabética da escrita não precisa mais freqüentar o grupo de alfabetização; ele passa depois do reagrupamento a freqüentar um grupo de pós-alfabetização. Dependendo do trabalho e de seu desempenho, poderá ser reagrupado, sempre para melhor, várias vezes no mesmo ano. O projeto entende os quatro anos iniciais do Ensino Fundamental como um ciclo e, para organizar o trabalho internamente, é desenvolvida uma reestruturação dos espaços das salas de aula que são ambientalizadas.

ANEXO II

TABELA I

Tabela da Análise de Variância da velocidade dos toques das duas mãos na condição bimanual, Faixa Etária x Preferência Manual x Mão x ID x Foco Atencional, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1(Faixa Etária)	1	20,215	0,788	25,627	0,000*
2 (Preferência Manual)	1	,493	,788	,625	,433
3 (Mão)	1	4,107	,177	43,142	,061
4 (ID)	1	,505	,014	34,589	,000*
5 (Foco Atencional)	2	,234	,008	27,804	,000*
1x2	1	1,380	,788	1,749	,193
1x3	1	,553	,177	3,120	,084
2x3	1	,541	,177	3,053	,088
1x4	1	,005	,014	,374	,543
2x4	1	,008	,014	,551	,462
3x4	1	,014	,012	1,116	,297
1x5	2	,003	,008	,472	,625
2x5	2	,016	,008	1,904	,155
3x5	2	,005	,007	,718	,490
4x5	2	,364	,020	17,647	,000*
1x2x3	1	,179	,177	1,012	,320
1x2x4	1	,032	,014	2,192	,146
1x3x4	1	,000	,012	,058	,810
2x3x4	1	,000	,012	,011	,916
1x2x5	2	,005	,008	,633	,533
1x3x5	2	,002	,007	,297	,743
2x3x5	2	,000	,007	,102	,902
1x4x5	2	,000	,020	,031	,969
2x4x5	2	,015	,020	,746	,477
3x4x5	2	,022	,009	2,307	,106
1x2x3x4	1	,005	,012	,427	,516
1x2x3x5	2	,003	,007	,429	,652
1x2x4x5	2	,009	,020	,470	,626
1x3x4x5	2	,017	,009	1,782	,174
2x3x4x5	2	,002	,009	,307	,735
1x2x3x4x5	2	,004	,009	,474	,623

* = Diferença significativa

TABELA II

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da velocidade de deslocamento das duas mãos do fator principal Foco Atencional.

Foco Atencional	Média	{1}	{2}	{3}
sem dir.	{1}	9,022	8,887	9,621
mão pref.	{2}	,001*	,000*	,001*
mão não pref.	{3}	,001*	,000*	

* = Diferença significativa

TABELA III

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da velocidade de deslocamento das duas mãos da interação Índice de Dificuldade versus Foco Atencional.

ID	Foco Atencional	Média	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
			9,384	9,774	9,431	8,591	8,526	9,519
2	sem dir.	{1}		,009*	,520	,001*	,006*	,008*
2	mão pref.	{2}	,009*		,001*	,001*	,009*	,003*
2	mão não pref.	{3}	,520	,001*		,000*	,008*	,420
3	sem dir.	{4}	,001*	,001*	,000*		,316	,001*
3	mão pref.	{5}	,006*	,009*	,008*	,316		,009*
3	mão não pref.	{6}	,008*	,003*	,420	,001*	,009*	

* = Diferença significativa

TABELA IV

Tabela da Análise de Variância da velocidade de deslocamento de cada uma das mãos, Faixa Etária x ID x Condição, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Faixa Etária)	1	0,213	0,078	2,726	0,106
2 (ID)	1	8,627	,488	16,478	,000*
3 (Condição)	1	1,582	,108	14,606	,000*
1x2	1	1,495	,468	3,194	,081
1x3	1	,196	,108	1,810	,186
2x3	1	,217	,108	2,007	,164
1x2x3	1	,179	,108	1,658	,205

* = Diferença significativa

TABELA V

Tabela da Análise de Variância da porcentagem (transformada) de toques errados das duas mãos na condição bimanual, Faixa Etária x Preferência Manual x Mão x ID x Foco Atencional, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Faixa Etária)	1	58,989	39,282	1,501	0,227
2 (Preferência Manual)	1	70,948	39,282	1,806	,186
3 (Mão)	1	897,267	15,188	124,912	,000*
4 (ID)	1	742,359	24,639	30,128	,000*
5 (Foco Atencional)	2	97,400	36,525	3,586	,037*
1x2	1	4,505	39,282	,114	,736
1x3	1	17,159	15,188	1,129	,294
2x3	1	72,693	35,188	3,177	,040*
1x4	1	,610	24,639	,024	,875
2x4	1	395,122	24,639	162,143	,647
3x4	1	14,800	11,120	1,331	,255
1x5	2	18,247	36,525	22,499	,008*
2x5	2	726,293	36,525	208,792	,000*
3x5	2	173,398	19,164	9,047	,214
4x5	2	434,377	39,818	10,908	,000*
1x2x3	1	25,692	15,188	1,691	,200
1x2x4	1	46,144	24,639	1,872	,178
1x3x4	1	32,898	11,120	2,958	,093
2x3x4	1	113,733	11,120	10,227	,002*
1x2x5	2	142,266	36,525	3,895	,024*
1x3x5	2	,509	19,164	,026	,973
2x3x5	2	5,473	19,164	2,981	,094
1x4x5	2	96,776	39,818	2,430	,094
2x4x5	2	188,946	39,818	39,904	,000*
3x4x5	2	68,464	19,808	3,456	,036*
1x2x3x4	1	12,323	11,120	1,108	,298
1x2x3x5	2	9,572	19,164	,499	,608
1x2x4x5	2	76,131	39,818	1,911	,154
1x3x4x5	2	12,255	19,808	,618	,541
2x3x4x5	2	73,693	19,808	3,720	,028*
1x2x3x4x5	2	11,937	19,808	,602	,549

* = Diferença significativa

TABELA VI

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da porcentagem (transformada) de toques errados das duas mãos do fator principal Foco Atencional.

Foco Atencional		{1}	{2}	{3}
	Média	9,397	11,225	2,642
sem dir.	{1}		,000*	,000*
mão pref.	{2}	,000*		,000*
mão não pref.	{3}	,000*	,000*	

* = Diferença significativa

TABELA VII

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da porcentagem (transformada) de toques errados da interação Preferência Manual versus Mão.

Pref. Manual	Mão		{1}	{2}	{3}	{4}
		Média	8,348	11,248	8,870	8,212
direita	direita	{1}		,000*	,478	,845
direita	esquerda	{2}	,000*		,000*	,000*
esquerda	direita	{3}	,478	,000*		,398
esquerda	esquerda	{4}	,845	,000*	,398	

* = Diferença significativa

TABELA VIII

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da porcentagem (transformada) de toques errados das duas mãos da interação Índice de Dificuldade versus Foco Atencional.

ID	Foco Atencional		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		Média	7,270	10,839	3,097	12,243	12,296	2,783
2	sem dir.	{1}		,000*	,003*	,001*	,000*	,000*
2	mão pref.	{2}	,000*		,000*	,000*	,000*	,000*
2	mão não pref.	{3}	,003*	,000*		,000*	,000*	,731
3	sem dir.	{4}	,001*	,000*	,000*		,652	,003*
3	mão pref.	{5}	,000*	,000*	,000*	,652		,000*
3	mão não pref.	{6}	,000*	,000*	,731	,003*	,000*	

* = Diferença significativa

TABELA IX

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da porcentagem (transformada) de toques errados das duas mãos da interação Faixa Etária versus Foco Atencional.

Idade	Foco Atencional		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		Média	10,640	10,014	3,057	5,013	12,716	2,034
novas	sem dir.	{1}		,741	,000*	,000*	,290	,000*
novas	mão pref.	{2}	,741		,000*	,001*	,004*	,001*
novas	mão não pref.	{3}	,001*	,000*		,001*	,009*	,410
velhas	sem dir.	{4}	,001*	,001*	,001*		,002*	,000*
velhas	mão pref.	{5}	,290	,004*	,009*	,002*		,000*
velhas	mão não pref.	{6}	,000*	,001*	,410	,000*	,000*	

* = Diferença significativa

TABELA X

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da porcentagem (transformada) de toques errados das duas mãos da interação Preferência Manual versus Foco Atencional.

Pref. Man.	Foco Atenc.		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		Média	12,410	12,454	1,547	6,473	6,786	7,934
direita	sem dir.	{1}		,856	,000*	,000*	,000*	,000*
direita	mão pref.	{2}	,856		,000*	,000*	,000*	,000*
direita	mão não pref.	{3}	,000*	,000*		,000*	,000*	,000*
esquerda	sem dir.	{4}	,000*	,001*	,000*		,652	,430
esquerda	mão pref.	{5}	,000*	,000*	,000*	,652		,511
esquerda	mão não pref.	{6}	,000*	,511*	,000*	,430	,511	

* = Diferença significativa

TABELA XI

Tabela da Análise de Variância da porcentagem (transformada) de toques errados de cada uma das mãos, Mão x ID x Condição, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Mão)	1	40,158	11,144	3,603	0,000*
2 (ID)	1	12,407	7,768	2,047	,000*
3 (Condição)	1	3,945	4,914	1,487	,000*
1x2	1	18,442	23,651	,779	,382
1x3	1	3,532	6,908	,511	,478
2x3	1	,167	6,908	,024	,876
1x2x3	1	3,708	6,908	,536	,468

* = Diferença significativa

TABELA XII

Tabela da Análise de Variância da distribuição dos toques das duas mãos na condição bimanual, Faixa Etária x Preferência Manual x Mão x ID x Alvo x Foco Atencional, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Faixa Etária)	1	0,736	0,197	3,724	0,060
2 (Preferência Manual)	1	,081	,197	,409	,525
3 (Mão)	1	5,653	,082	68,791	,000*
4 (ID)	1	8,254	,056	145,690	,000*
5 (Alvo)	1	3,730	,064	57,473	,000*
6 (Foco Atencional)	2	,781	,032	24,362	,000*
1x2	1	,021	,197	,109	,741
1x3	1	,066	,082	,811	,373
2x3	1	,250	,082	3,053	,088
1x4	1	,000	,056	,015	,901
2x4	1	,000	,056	,000	,987
3x4	1	,016	,042	,388	,536
1x5	1	,008	,064	,124	,726
2x5	1	,047	,064	,730	,397
3x5	1	,220	,023	9,538	,070
4x5	1	1,994	,031	63,412	,000*
1x6	2	,020	,032	,652	,523
2x6	2	,230	,032	1,184	,471
3x6	2	,037	,030	1,225	,298
4x6	2	,587	,036	1,304	,078
5x6	2	1,226	,044	27,555	,000*
1x2x3	1	,004	,082	,052	,820
1x2x4	1	,011	,056	,196	,659
1x3x4	1	,000	,042	,011	,914
2x3x4	1	,009	,042	,221	,640
1x2x5	1	,000	,064	,012	,910
1x3x5	1	,002	,023	,111	,740
2x3x5	1	,144	,023	6,237	,099
1x4x5	1	,000	,031	,000	,984
2x4x5	1	,112	,031	3,577	,065
3x4x5	1	,275	,031	8,713	,090
1x2x6	2	,006	,032	,194	,823
1x3x6	2	,005	,030	,193	,824
2x3x6	2	,000	,030	,013	,986
1x4x6	2	,080	,036	2,239	,113
2x4x6	2	,494	,036	13,705	,787
3x4x6	2	,038	,030	1,253	,291
1x5x6	2	,000	,044	,017	,982
2x5x6	2	,111	,044	2,499	,088

(continuação) Tabela da Análise de Variância da distribuição dos toques das duas mãos na condição bimanual, Faixa Etária x Preferência Manual x Mão x ID x Alvo x Foco Atencional, N = 44.

3x5x6	2	,051	,030	1,681	,192
4x5x6	2	,471	,058	8,047	,000*
1x2x3x4	1	,001	,042	,042	,837
1x2x3x5	1	,007	,023	,321	,573
1x2x4x5	1	,000	,031	,026	,872
1x3x4x5	1	,013	,031	,427	,517
2x3x4x5	1	,025	,031	,816	,371
1x2x3x6	2	,073	,030	2,413	,096
1x2x4x6	2	,017	,036	,495	,611
1x3x4x6	2	,008	,030	,259	,772
2x3x4x6	2	,027	,030	,872	,422
1x2x5x6	2	,012	,044	,270	,763
1x3x5x6	2	,005	,030	,182	,833
2x3x5x6	2	,031	,030	1,031	,361
1x4x5x6	2	,018	,058	,324	,724
2x4x5x6	2	,034	,058	,595	,553
3x4x5x6	2	,112	,024	4,548	,301
1x2x3x4x5	1	,026	,031	,852	,361
1x2x3x4x6	2	,015	,030	,504	,605
1x2x3x5x6	2	,009	,030	,323	,724
1x2x4x5x6	2	,004	,058	,076	,926
1x3x4x5x6	2	,000	,024	,027	,973
2x3x4x5x6	2	,038	,024	1,564	,215
1x2x3x4x5x6	2	,014	,024	,571	,567

* = Diferença significativa

TABELA XIII

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da distribuição dos toques das duas mãos em função do Foco Atencional.

Foco Atencional		{1}	{2}	{3}
	Média	,607	,523	,528
sem dir.	{1}		,000*	,001*
mão pref.	{2}	,001*		,940
mão não pref.	{3}	,001*	,940	

* = Diferença significativa

TABELA XIV

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da distribuição dos toques das duas mãos da interação Índice de Dificuldade versus Alvo.

ID	Alvo	Média	{1}	{2}	{3}	{4}
			,380	,608	,744	,538
2	lateral	{1}		,179	,000*	,543
2	central	{2}	,179		,411	,650
3	lateral	{3}	,000*	,411		,000*
3	central	{4}	,543	,650	,000*	

* = Diferença significativa

TABELA XV

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da distribuição dos toques das duas mãos da interação Alvo versus Foco Atencional.

Alvo	Foco Atencional	Média	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
			,602	,452	,416	,611	,594	,640
central	sem dir.	{1}		,001*	,000*	,998	,567	,000*
central	mão pref.	{2}	,001*		,335	,001*	,000*	,000*
central	mão não pref.	{3}	,000*	,335		,008*	,000*	,000*
lateral	sem dir.	{4}	,998	,001*	,008*		,000*	,000*
lateral	mão pref.	{5}	,567	,000*	,000*	,000*		,001*
lateral	mão não pref.	{6}	,000*	,000*	,000*	,000*	,001*	

* = Diferença significativa

TABELA XVI

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) distribuição dos toques das duas mãos da interação Índice de Dificuldade versus Alvo versus Foco Atencional.

Alvo	Foco Atenc.	Média	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}
			,421	,423	,597	,558	,412	,375	,784	,765	,683	,665	,49
entral	sem dir.	{1}		1,000	,000*	,016*	1,000	,982	,000*	,000*	,000*	,000*	,70
entral	mão pref.	{2}	1,000		,000*	,019*	1,000	,976	,000*	,000*	,000*	,000*	,73
entral	mão não pref.	{3}	,000*	,000*		,995	,000*	,000*	,000*	,000*	,451	,773	,18
lteral	sem dir.	{4}	,016*	,019*	,995		,007*	,000*	,000*	,000*	,043*	,148	,82
lteral	mão pref.	{5}	1,000	1,000	,000*	,007*		,997	,000*	,000*	,000*	,000*	,52
lteral	mão não pref.	{6}	,982	,976	,000*	,000*	,997		,000*	,000*	,000*	,000*	,07
entral	sem dir.	{7}	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*		,999	,209	,067	,00
entral	mão pref.	{8}	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*	,999		,508	,223	,00
entral	mão não pref.	{9}	,000*	,000*	,451	,043*	,000*	,000*	,209	,508		,999	,00
lteral	sem dir.	{10}	,000*	,000*	,773	,148	,000*	,000*	,067	,223	,999		,00
lteral	mão pref.	{11}	,707	,737	,184	,828	,529	,071*	,000*	,000*	,000*	,000*	
lteral	mão não pref.	{12}	,998	,998	,011*	,207	,985	,540	,000*	,000*	,000*	,000*	,99

* = Diferença significativa

TABELA XVII

Tabela da Análise de Variância da distribuição dos toques de cada uma das mãos, Mão x ID x Alvo x Condição, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Mão)	1	0,271	0,015	2,517	0,000*
2 (ID)	1	,478	,805	11,578	,000*
3 (Alvo)	1	1,662	,835	35,432	,000*
4 (Condição)	1	6,891	,238	8,921	,000*
1x2	1	,014	,105	,133	,716
1x3	1	,011	,035	,332	,567
2x3	1	,013	,035	,379	,541
1x4	1	,015	,038	,390	,535
2x4	1	,091	,038	2,373	,131
3x4	1	,043	,014	3,078	,086
1x2x3	1	,005	,035	,146	,703
1x2x4	1	,003	,038	,090	,764
1x3x4	1	,009	,014	,693	,410
2x3x4	1	,020	,014	1,475	,231
1x2x3x4	1	,000	,014	,007	,933

* = Diferença significativa

TABELA XVIII

Tabela da Análise de Variância da fase relativa dos toques das mãos, Faixa Etária x Preferência Manual x ID x Foco Atencional, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Faixa Etária)	1	0,051	0,042	1,222	0,275
2 (Preferência Manual)	1	,515	,042	12,254	,001*
3 (ID)	1	,027	,013	2,052	,159
4 (Foco Atencional)	2	,211	,008	24,308	,000*
1x2	1	,046	,042	1,101	,300
1x3	1	,002	,013	,168	,683
2x3	1	,000	,013	,046	,830
1x4	2	,008	,008	,948	,391
2x4	2	,022	,008	2,532	,085
3x4	2	,002	,008	,290	,748
1x2x3	1	,002	,013	,152	,698
1x2x4	2	,002	,008	,301	,740
1x3x4	2	,003	,008	,380	,684
2x3x4	2	,002	,008	,269	,764
1x2x3x4	2	,003	,008	,369	,692

* = Diferença significativa

TABELA XIX

Resultados do Tukey HSD Test ($p < 0,05$) da fase relativa dos toques das mãos em função do Foco Atencional.

Foco Atencional	Média	{1}	{2}	{3}
sem dir.	{1}	20,823	26,461	16,963
mão pref.	{2}	,001*	,001*	,004*
mão não pref.	{3}	,004*	,000*	

* = Diferença significativa

TABELA XX

Tabela da Análise de Variância do desvio angular dos toques das mãos, Faixa Etária x Preferência Manual x ID x Foco Atencional, N = 44.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	p
1 (Faixa Etária)	1	0,016	0,005	3,116	0,085
2 (Preferência Manual)	1	,043	,005	8,088	,006*
3 (ID)	1	,004	,003	1,366	,249
4 (Foco Atencional)	2	,000	,002	,288	,750
1x2	1	,001	,005	,260	,612
1x3	1	,010	,003	2,875	,097
2x3	1	,002	,003	,823	,369
1x4	2	,008	,002	3,064	,052
2x4	2	,005	,002	1,880	,159
3x4	2	,004	,002	1,882	,158
1x2x3	1	,000	,003	,018	,893
1x2x4	2	,000	,002	,273	,761
1x3x4	2	,003	,002	1,395	,253
2x3x4	2	,000	,002	,093	,910
1x2x3x4	2	,000	,002	,039	,961

* = Diferença significativa