

## 1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem motora é essencial para o ser humano, pois é por meio dos movimentos que ele interage com o ambiente. Segundo TANI (1987), essa interação acontece mediante constante troca de matéria, energia e informação e se constitui um aspecto fundamental à sobrevivência e ao desenvolvimento de sistemas vivos, o que justifica a extrema relevância biológica, psicológica, social, cultural e evolutiva dos movimentos.

Em cada fase da vida a aprendizagem motora pode ocorrer em diferentes ambientes, sob condições diversas e em tempos distintos, mas ela se dá por meio de um mesmo fator: a prática. Genericamente a prática pode ser definida como simples repetição ou execução de movimentos, mas, segundo TANI (1999), o movimento humano deve ser compreendido de forma abrangente, não apenas como um comportamento observável e mensurável, mas também como um produto final de um processo complexo que envolve a participação de vários mecanismos no sistema nervoso central. Nesse sentido, a prática pode ser definida como um processo de exploração das várias possibilidades de solução de um problema motor, envolvendo a cada tentativa um esforço consciente de organização, execução, avaliação e modificação de ações motoras (TANI, 1999).

Por ser um fator essencial para a aprendizagem motora, desde a década de 1970 os efeitos de diferentes formas de se estruturar a prática na aprendizagem de habilidades motoras têm sido intensamente investigados. A maioria desses estudos foi realizada com base na teoria de esquema (SCHMIDT, 1975) e no princípio da interferência contextual (BATTIG, 1979). Nessas duas posições teóricas, a prática variada é considerada mais eficaz para a aprendizagem de habilidades motoras em comparação à prática com pouca ou sem variação. Entretanto, em ambas as posições teóricas as explicações acerca da aprendizagem motora limitam o entendimento desse fenômeno. Segundo CORRÊA e TANI (2005), ainda que a aprendizagem de habilidades motoras seja vista como um processo contínuo, ela tem sido explicada como um processo finito, que termina com a automatização ou estabilização funcional. Em outras palavras, tanto a teoria de esquema quanto o princípio da interferência contextual explicam a aprendizagem motora como um

processo homeostático, baseado no *feedback* negativo e, portanto, são considerados modelos de equilíbrio (CORRÊA & TANI, 2005).

Contudo, as características de sistemas abertos dos seres humanos implicam que para se explicar a aprendizagem motora como um processo contínuo seja necessário explicar como a estabilidade adquirida é quebrada e posteriormente retomada. Sob essa perspectiva TANI (1982<sup>1</sup>, 1989, 1995, 1998a, 1998b, 2005a, 2005b) e TANI et al. (1992) têm proposto um modelo de não-equilíbrio em aprendizagem motora denominado Processo Adaptativo, em que duas fases são consideradas na explicação sobre o processo de aprendizagem motora: estabilização e adaptação.

A estabilização se refere a um processo de busca por estabilidade funcional, no qual respostas inconsistentes ou erradas são gradualmente reduzidas por *feedback* negativo até alcançar respostas consistentes e corretas, resultando numa padronização espacial e temporal do movimento e, quando isso acontece, infere-se que a estrutura da habilidade foi formada.

Na segunda fase a estabilidade é desafiada por novas situações ou tarefas motoras. Essa fase se constitui por um processo de busca por adaptação às perturbações com base em habilidades já adquiridas (TANI et al., 1992; TANI, 2005b). Algumas perturbações permitem que a adaptação ocorra pela própria flexibilidade do sistema, a qual pode ser alcançada pela mudança de parâmetros do movimento; porém, existem outras que estão além da sua disponibilidade e exigem reorganização da estrutura existente que, quando concluída, reflete uma mudança qualitativa do sistema (TANI, 1982, 1995, 1998b, 2000, 2005a, 2005b). Existe, ainda, um terceiro tipo de adaptação, que resulta na emergência de estruturas completamente novas baseada num processo de auto-organização (TANI, 1995).

Para que ocorram adaptações é necessário que a estrutura formada contenha características flexíveis (TANI, 1982, 1995, 1998a, 1998b, 2005a, 2005b; TANI et al., 1992). Segundo KOESTLER (1967), os padrões de movimento flexíveis são aqueles que possuem um aspecto invariável governado por regras fixas (ordem; consistência) e um aspecto variável dirigido por estruturas flexíveis (desordem;

---

<sup>1</sup> TANI, G. **Processo adaptativo na aprendizagem de uma habilidade perceptivo-motora**. 1982. Tese (Doutorado) – Universidade de Hiroshima, Hiroshima (Resumo).

variabilidade). De fato, uma das características particulares das habilidades motoras é que elas apresentam ao mesmo tempo consistência e flexibilidade (TANI, 1998a, 1999, 2005c).

Com base nesse modelo de processo adaptativo em aprendizagem motora, há aproximadamente 20 anos têm sido realizados estudos sobre os efeitos de diferentes estruturas de prática na aquisição de habilidades motoras, investigando os efeitos das estruturas de prática constante, variada e suas combinações na aprendizagem de habilidades motoras (BARROS, 2006; CORRÊA, 2001; CORRÊA, BARROS, GONÇALVES, MASSIGLI & SOUZA JR., 2004; CORRÊA, GONÇALVES, BARROS, MASSIGLI, 2006; CORRÊA, BENDA & TANI, 2001; CORRÊA, BENDA, MEIRA JÚNIOR & TANI, 2003; CORRÊA, MASSIGLI, GONÇALVES & BARROS, no prelo; PAROLI, 2004; PINHEIRO & CORRÊA, 2005; TANI, 1989; TANI et al., 1992; TERTULIANO, 2007). Contudo, um aspecto que chama a atenção é que em todos esses trabalhos a prática foi totalmente determinada pelo pesquisador. Essa característica incita indagações no que diz respeito ao efeito da estruturação da prática que inclui alguma liberdade de escolha do aprendiz na aprendizagem de habilidades motoras, visto que esta variável tem sido um tema recorrente na literatura.

Vários estudos têm evidenciado efeitos positivos na aquisição de habilidades motoras quando é fornecido ao aprendiz algum tipo de liberdade de escolha sobre a sua prática (BASTOS, 2007; BUND & WIEMEYER; 2004; CHIVIAKOWSKY & WULF, 2002; JANELLE, BARBA, FREHLICH, TENNANT & CAURAUGH, 1997; JANELLE, KIM & SINGER 1995; TANI, 1982; TITZER, SHEA & ROMACK, 1993; WU & MAGILL, 2004; WULF, RAUPACH & PFEIFFER, 2005; WULF & TOOLE, 1999), mas desses estudos apenas dois foram realizados sob um modelo de não-equilíbrio de aprendizagem motora.

Portanto, o objetivo da presente pesquisa foi investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática com liberdade de escolha na aprendizagem de habilidades motoras.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora**

TANI (1989) realizou um estudo para testar a hipótese de que, para se adquirir padrões flexíveis de movimento que melhor se adaptassem a novas situações, seria preciso permitir ao aprendiz variabilidade nas respostas durante o processo de estabilização. Isso porque, ao eliminar essa variabilidade, a ênfase seria dada apenas ao aspecto invariável da habilidade, contribuindo para a formação de padrões motores estereotipados, de difícil adaptação. Nesse estudo foi utilizado o aparelho de coordenação bimanual com gráficos que exigiam diferentes seqüências de movimentos coordenados como tarefa motora. As 28 crianças participantes (gênero masculino) foram distribuídas em dois grupos, um de prática constante e outro de prática variada. A variação da prática foi referente a seqüências de movimentos, com a estrutura de prática se aproximando da variada por blocos. Foram realizadas duas fases experimentais: estabilização (20 tentativas) e adaptação (10 tentativas). Na fase de adaptação os dois grupos executaram a mesma tarefa, onde foi utilizado um gráfico que havia sido praticado na fase anterior com a direção dos movimentos invertida. Foram utilizadas como medidas de desempenho o número de erros (execução da resposta), o número de erros direcionais (escolha da resposta) e o tempo de execução das tentativas.

Os resultados mostram que na fase de adaptação não foram encontradas diferenças entre os grupos. Mas, como no último bloco de tentativas da fase de estabilização o grupo que praticou de forma constante foi melhor do que o grupo que praticou de forma variada na medida de tempo de execução do movimento e no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação não foram encontradas diferenças entre os grupos, o autor interpretou que, embora o grupo que praticou de forma constante tenha alcançado a estabilização funcional, a estrutura da habilidade adquirida tinha características rígidas, pois com a nova tarefa a adaptação foi dificultada. E o grupo que praticou de forma variada, embora tenha atingido desempenhos inferiores ao grupo que praticou de forma constante, com a nova tarefa

teve uma adaptação sem maior instabilidade no desempenho. Esse resultado foi considerado como uma confirmação parcial da hipótese testada.

TANI et al. (1992) também investigaram se a variabilidade de resposta era um elemento essencial na aquisição de padrões de movimento flexíveis, baseados na mesma hipótese descrita anteriormente, mas agora investigando aprendizes com uma faixa etária diferente. Participaram desse estudo 32 estudantes universitárias. As fases, os grupos e o equipamento utilizado foram os mesmos do estudo anterior. Na fase de estabilização foram realizadas 25 tentativas e na fase de adaptação 20 tentativas. Sendo que, na fase de estabilização alguns gráficos utilizados pelo grupo com variabilidade nas respostas foram diferentes do estudo anterior, mas a prática também foi variada com relação a diferentes seqüências de movimentos. As medidas de desempenho utilizadas foram número de erros e tempo de execução das tentativas. Os resultados mostraram que houve aprendizagem nos dois grupos. Em relação ao erro de desempenho não houve diferença entre os grupos, assim, nesse estudo também não foi verificado o efeito da variabilidade de prática no processo adaptativo. Em relação ao tempo de execução das tentativas o grupo de prática constante teve maior dificuldade em adaptar-se à nova situação, o que igualmente ao estudo anterior foi interpretado pelos autores como evidência favorável à hipótese testada.

CORRÊA, BENDA e TANI (2001) realizaram um estudo para investigar o efeito das estruturas de prática constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. A tarefa consistiu em arremessar o dardo num alvo circular, com o objetivo de acertar o seu centro. Este alvo continha 11 áreas com pontuação de um a 11, da extremidade para o centro. Participaram desse experimento 39 crianças de ambos os gêneros. O delineamento constou de quatro grupos, de acordo com as estruturas de prática citadas acima, e de duas fases: estabilização (108 tentativas) e adaptação (36 tentativas). Foram utilizados dois tipos de arremessos: com empunhadura comum ou do “tipo caneta” (fase de estabilização) e com empunhadura “profissional” (fase de adaptação). A prática aleatória se referiu à distância do local de arremesso ao alvo: 2,00, 2,60 e 3,20 metros. Os dados foram analisados em termos de erro absoluto para avaliar a precisão do desempenho e do erro variável para avaliar a sua consistência. Os

resultados não permitiram inferir a ocorrência de aprendizagem, pois os grupos se mantiveram no mesmo nível de desempenho durante toda a fase de estabilização. Além disso, não houve diferença entre os grupos em nenhuma das fases do experimento. Os autores sugeriram que: as variações na tarefa podem não ter sido suficientes para causar diferenças entre grupos; a tarefa pode ter sido muito difícil, pois os aprendizes mantiveram um baixo nível de desempenho durante toda fase de estabilização; e que as instruções referentes ao padrão de movimento não enfatizaram o arremesso de precisão.

Em outro estudo, CORRÊA (2001) também investigou os efeitos das mesmas estruturas de prática (constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante) no processo adaptativo em aprendizagem motora, porém, em três experimentos, os quais diferiram quanto aos aspectos da tarefa (perceptivo e motor) manipulados na prática aleatória. Também foram conduzidas duas fases de aprendizagem: estabilização (72 tentativas) e adaptação (36 tentativas). Em todos os experimentos, crianças de ambos os gêneros praticaram a tarefa de tocar cinco sensores em uma seqüência pré-estabelecida, em integração com um estímulo visual. Para isso, foi utilizado um aparelho de timing coincidente para tarefas complexas. O estudo teve como medidas de desempenho os erros absoluto, variável e de execução, o timing relativo (variável e absoluto) como medida da macroestrutura da habilidade e o tempo de movimento como medida da microestrutura da habilidade.

No experimento 1, a prática aleatória foi constituída pela variação do componente perceptivo da tarefa, isto é, da velocidade do estímulo visual. Houve a participação de 58 crianças. Conforme os resultados, o desempenho foi semelhante para todos os grupos na fase de adaptação, mas somente o grupo de prática constante-aleatória adaptou-se sem modificação da estrutura. Isso permitiu a inferência de melhor adaptação para esse grupo.

No experimento 2, a prática aleatória foi manipulada quanto a diferentes padrões seqüenciais de movimento. Houve a participação de 54 crianças. Os resultados indicaram melhor desempenho na fase de adaptação para o grupo de prática constante-aleatória, sendo esse grupo capaz de modificar a macroestrutura da habilidade e diminuir sua variabilidade, diferentemente dos demais grupos.

E, no experimento 3, a prática aleatória foi variada tanto no aspecto perceptivo como no aspecto motor da tarefa de aquisição. Houve a participação de 47 crianças. De acordo com os resultados, verificou-se melhor desempenho na fase de adaptação do grupo de prática constante-aleatória, o qual foi capaz de modificar sua macroestrutura e microestrutura, mas manteve o mesmo nível de consistência da fase de estabilização, diferentemente dos demais grupos.

Segundo CORRÊA (2001) os resultados desses três experimentos, em conjunto, apontaram para um melhor efeito da prática constante seguida de aleatória no processo adaptativo em aprendizagem motora. O autor explicou esses resultados afirmando que na aprendizagem de habilidades motoras primeiramente há necessidade da prática constante para formar a estrutura da habilidade e, posteriormente, da prática aleatória para promover a sua diversificação, a qual possibilita flexibilidade à habilidade.

Outro estudo foi realizado por CORRÊA et al. (2003), ainda com o objetivo de investigar os efeitos das mesmas estruturas de prática na aprendizagem motora, mas agora numa tarefa de controle de força manual. Participaram desse estudo 80 crianças de ambos os gêneros, distribuídas em quatro grupos. Todas foram submetidas a um pré-teste de força de preensão máxima com a mão dominante, utilizando um dinamômetro manual digital. A tarefa consistiu em alcançar metas de desempenho no controle de força manual. Esse experimento também constou de duas fases de aprendizagem: estabilização (30 tentativas) e adaptação (20 tentativas). A meta da estabilização foi determinada de acordo com o grupo experimental e a meta da adaptação foi diferente da(s) praticada(s) na fase anterior, mas igual para todos os grupos. Os resultados indicaram melhor adaptação do grupo de prática constante com relação aos erros absoluto e variável, e que o desempenho do grupo de prática constante seguida de aleatória foi semelhante a este no erro absoluto. Os autores explicaram esses resultados sugerindo que a prática constante possibilitou redundância ao sistema, e que essa redundância seria uma disponibilidade do sistema para usar recursos diferentes durante o processo de aprendizagem motora (CORRÊA et al., 2003).

PINHEIRO e CORRÊA (2005) levantaram a necessidade de se variar o estímulo visual em diferentes acelerações, uma vez que no “mundo real” a

sincronização do indivíduo raramente ocorre com objetos em velocidade constante. Além disso, os autores ressaltam o fato de a literatura ter mostrado evidências de diferentes desempenhos em tarefas de timing coincidente em função da característica do estímulo visual (BRADY, 1998). Assim, foi realizado um estudo para investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática na aprendizagem de habilidades motoras utilizando-se de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual. Participaram desse experimento 56 crianças de ambos os gêneros, sem experiência prévia na tarefa, as quais foram distribuídas em quatro grupos de acordo com as estruturas de prática. O delineamento, os procedimentos, o instrumento, a tarefa e as medidas foram as mesmas do experimento 1 de CORRÊA (2001), sendo a única diferença a manipulação na prática aleatória de diferentes desacelerações.

De acordo com os resultados, os grupos mantiveram o mesmo nível de precisão do desempenho em toda a fase de adaptação. Mas, com relação à sua consistência, os grupos de prática aleatória e aleatória-constante foram mais eficientes do que o grupo de prática constante. Segundo os autores, os resultados sugerem que o processo adaptativo na aprendizagem de tarefas complexas de timing coincidente com velocidade constante é diferente daquele com desaceleração do estímulo visual. Além disso, os autores levantam a necessidade de explorar a combinação de aceleração com desaceleração, bem como outros componentes que podem ser manipulados na prática, como o componente motor e sua combinação com o perceptivo.

BARROS (2006) realizou um estudo para verificar se os efeitos de diferentes estruturas de prática no processo adaptativo em aprendizagem motora eram específicos à tarefa. Nesse estudo foram realizados três experimentos nos quais as exigências de aprendizagem e a variabilidade de prática foram em termos de controle temporal, espacial e de força. Todos os experimentos envolveram um delineamento com quatro grupos de estrutura de prática (constante, aleatória e as suas combinações) e duas fases (estabilização e adaptação). A tarefa a ser aprendida consistia em tocar três alvos metálicos em uma ordem preestabelecida. Cada experimento contou com a participação de 60 crianças.

No experimento 1, os tempos de movimento para cada toque foram



determinados. A fase de estabilização foi constituída por 60 tentativas e a de adaptação por 30 tentativas. Os resultados mostraram que o grupo de prática constante seguida de aleatória teve melhor desempenho do que o grupo de prática constante em toda a fase de adaptação, sendo o único a melhorar o seu desempenho tanto em precisão como em consistência.

No experimento 2, as forças em cada toque foram determinadas. A fase de estabilização foi constituída por 70 tentativas e a de adaptação por 30 tentativas. Os resultados também apontaram melhor adaptação para o grupo de prática constante seguida de aleatória, visto que este grupo: a) obteve menor variabilidade na comparação dos erros de cada toque do que os grupos de prática constante e de prática aleatória; b) foi mais preciso do que o grupo de prática constante; c) diminuiu os erros em magnitude e variabilidade, enquanto o grupo de prática constante aumentou ambos e os grupos de prática aleatória e aleatória-constante os mantiveram com a mudança de fase.

No experimento 3, as seqüências foram determinadas pelo experimentador e o aprendiz deveria tocar os sensores de olhos vendados. A fase de estabilização foi constituída por 50 tentativas e a de adaptação por 30 tentativas. Os resultados mostraram que o desempenho dos grupos foi similar em termos de precisão. Com relação à variabilidade, embora o teste não tenha possibilitado a identificação dos locais de diferença, o autor sugeriu que o grupo de prática aleatória seguida de constante tenha tido melhor adaptação do que os grupos de prática constante e aleatória, por ele ter sido mais consistente.

TERTULIANO (2007) realizou um estudo para investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática aliados a diferentes regimes de *feedback* extrínseco na aquisição de habilidades motoras. A tarefa utilizada foi o saque por cima do voleibol, com a meta de fazer com que a bola acertasse o centro de um alvo redondo localizado no lado oposto da quadra. Participaram desse estudo 144 crianças, distribuídas em oito grupos que resultaram da combinação das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante com freqüências de fornecimento de *feedback* 100% e 33%. A prática aleatória foi manipulada em termos de diferentes regiões do saque e o *feedback* extrínseco fornecido foi o conhecimento de performance (CP), baseado em uma lista de hierarquia de fornecimento de CP. O

estudo envolveu duas fases: estabilização e adaptação, com a execução de 130 e 30 tentativas, respectivamente. As medidas utilizadas foram referentes ao desempenho: padrão de movimento e alcance da meta. Os resultados não permitiram inferir a ocorrência de aprendizagem, pois não houve melhora no desempenho durante a fase de estabilização e na fase de adaptação o desempenho de todos os grupos piorou em relação à fase anterior.

Dentre os dez experimentos descritos, que possuem a combinação da prática constante seguida da aleatória, seis apresentaram resultados que indicam que os grupos cuja prática envolveu essa estrutura apresentaram melhores desempenhos na fase de adaptação. Mas, como nesses experimentos a estrutura de prática constante-aleatória foi organizada em 50% das tentativas para cada tipo de prática, procurou-se saber a partir de que momento no processo de estabilização a prática aleatória deveria ser introduzida, ou seja, até que momento da estabilização a prática constante deveria ser conduzida. Com o objetivo de responder a essa pergunta, foram realizados três estudos (CORRÊA et al., 2004; CORRÊA et al., 2006; CORRÊA et al., no prelo), nos quais 33 crianças de ambos os gêneros foram distribuídas em três grupos (n=11) com diferentes quantidades de prática constante seguida pela prática aleatória. Em cada estudo a prática foi variada em relação a um componente da tarefa: perceptivo, efector e perceptivo-efector (respectivamente CORRÊA et al., no prelo; CORRÊA et al., 2006; CORRÊA et al., 2004). A tarefa e o instrumento desses experimentos foram os mesmos utilizados por CORRÊA (2001). Como em todos os experimentos com base no processo adaptativo, foram conduzidas duas fases de aprendizagem: estabilização e adaptação. As medidas utilizadas referentes ao desempenho global foram: erro absoluto, erro variável e erro constante. Quanto ao padrão de movimento, as medidas relativas à microestrutura da habilidade foram: tempo de movimento e pico total de força; e as medidas relativas à macroestrutura foram: timing relativo, e pico relativo de força.

No estudo de CORRÊA et al. (no prelo) os participantes foram distribuídos em três grupos que diferiram na quantidade de prática constante e todos tiveram como critério de estabilização a execução de três tentativas consecutivas dentro de um patamar de 50 milissegundos de erro. Na fase de estabilização um grupo realizou a prática constante até o alcance do critério de estabilização; outro grupo realizou a

prática constante 33% além da quantidade de tentativas realizadas até o alcance do critério de estabilização; e, por fim, um outro grupo realizou a prática constante 66% além da quantidade de tentativas realizadas até o alcance do critério de estabilização. Todos os grupos realizaram a tarefa numa mesma ordem de toques nos sensores em todo o experimento. Na fase de estabilização os participantes executaram as tentativas relativas à prática constante numa única velocidade do estímulo visual e as tentativas relativas à prática aleatória em três velocidades diferentes. Na fase de adaptação, todos os grupos realizaram as 36 tentativas em uma mesma velocidade do estímulo visual, mas diferente daquelas praticadas na fase de estabilização.

No estudo de CORRÊA et al. (2006), o delineamento e os procedimentos foram semelhantes àqueles do experimento descrito no parágrafo anterior. Porém, todos os grupos realizaram a tarefa numa mesma velocidade de estímulo visual durante todo o experimento. Na fase de estabilização, a prática constante foi realizada em uma única seqüência de toques nos sensores e a prática aleatória foi realizada em três seqüências de toques diferentes. Na fase de adaptação, todos os grupos realizaram as 36 tentativas em uma mesma seqüência, contudo, diferente daquelas praticadas na fase anterior.

No estudo de CORRÊA et al. (2004), o delineamento e os procedimentos foram semelhantes àqueles dos dois experimentos descritos nos parágrafos anteriores. Contudo, na prática aleatória foram manipuladas a velocidade do estímulo visual e a seqüência de toques nos sensores. Na fase de estabilização, quando a prática era constante, os participantes realizavam uma mesma seqüência de toques nos sensores com apenas uma velocidade de estímulo visual e quando a prática era aleatória as tentativas eram realizadas em três diferentes seqüências e velocidades. Na fase de adaptação, todos os grupos realizaram as 36 tentativas em uma única seqüência de toques e velocidade do estímulo visual, diferentemente daquelas praticadas na fase de estabilização. Além das medidas utilizadas nos dois estudos anteriores, também foram utilizados o tempo de reação, o tempo total de contato e o tempo relativo de contato, referentes à microestrutura da habilidade.

Com relação aos resultados, não houve diferenças entre os grupos em nenhum dos experimentos, em nenhuma das medidas de desempenho global. Foram

encontradas apenas diferenças entre os grupos com relação ao padrão de movimento. Especificamente, o comportamento das medidas relativas à macroestrutura da habilidade foi diferente entre os grupos. Esses resultados permitiram os autores sugerirem que a prática constante na estrutura constante-aleatória poderia ser executada somente até o alcance do desempenho critério e, após isso, parece não existir necessidade de tornar a estrutura formada mais consistente. Em conjunto, os resultados desses estudos possibilitaram a inferência de que, independentemente do componente da tarefa manipulado na prática variada, diferentes quantidades de prática constante seguida de prática aleatória tiveram o mesmo efeito no processo adaptativo em aprendizagem motora.

Com base nos estudos realizados, PAROLI (2004) questionou se a prática variada por blocos oferecida após a prática constante proporcionaria os mesmos resultados do que a prática aleatória. Esse estudo foi realizado em três experimentos, os quais diferiram quanto às exigências da tarefa (perceptiva e motora) manipuladas na prática variada. Os participantes foram universitários de ambos os gêneros. A tarefa e o instrumento desses experimentos foram os mesmos utilizados por CORRÊA (2001). Também foram conduzidas duas fases de aprendizagem: estabilização e adaptação. Na fase de estabilização os grupos praticaram a tarefa de forma constante até atingirem o valor critério de três tentativas consecutivas com erro de 30 ms e, depois disso, realizaram mais 36 tentativas de forma variada aleatória ou por blocos de acordo com a situação experimental de cada grupo. Na fase de adaptação foram realizadas mais 27 tentativas constantes, mas diferente daquelas praticadas na fase de estabilização. As medidas utilizadas foram: os erros absoluto, variável e de execução (desempenho); timing relativo e sua variabilidade (macroestrutura da habilidade) e tempo de movimento absoluto e sua variabilidade (microestrutura da habilidade).

No experimento 1, na fase de estabilização a prática variada referiu-se ao componente perceptivo da tarefa e na fase de adaptação todos os grupos realizaram tentativas de forma constante com velocidade do estímulo visual diferente das praticadas na fase anterior, mas igual para todos os grupos. Os 59 participantes foram distribuídos em dois grupos, um em que a velocidade do estímulo visual variou por blocos e outro em que variou de forma aleatória. A análise dos resultados

mostrou que os dois grupos apresentaram o mesmo desempenho na fase de adaptação. O grupo de prática constante-por blocos adaptou-se retomando a estrutura formada na fase de estabilização e o grupo de prática constante-aleatória utilizou uma nova estrutura durante toda a adaptação.

No experimento 2, na fase de estabilização a prática variada foi manipulada no aspecto efector da tarefa e na fase de adaptação todos os grupos realizaram tentativas de forma constante com uma seqüência de toques diferente das praticadas na estabilização, mas igual para todos os grupos. Os 60 participantes foram distribuídos em dois grupos em que o padrão de movimento foi variado modificando-se a seqüência de execução dos toques de forma aleatória ou por blocos. Os resultados indicaram que na fase de adaptação os dois grupos apresentaram o mesmo desempenho quanto à consistência e número de acertos, sendo que no início dessa fase o grupo de prática constante-por blocos foi mais preciso. Este grupo ainda apresentou menor variabilidade no tempo de movimento do que o grupo de prática constante-aleatória no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação.

No experimento 3, na fase de estabilização a prática variada foi manipulada nos aspectos perceptivo e efector da tarefa e na fase de adaptação todos os grupos realizaram tentativas de forma constante com uma seqüência de toques e velocidade do estímulo visual diferentes das praticadas na estabilização, mas igual para todos os grupos. Os 60 participantes foram distribuídos em dois grupos em que a velocidade do estímulo visual e a seqüência de execução dos toques foram variadas de forma aleatória ou por blocos. Os resultados indicaram que os dois grupos apresentaram o mesmo comportamento quanto à precisão e consistência do desempenho na fase de adaptação. Com relação ao número de acertos de execução, o grupo de prática constante-por blocos apresentou melhor desempenho no segundo bloco de tentativas da adaptação em relação ao grupo de prática constante-aleatória.

Segundo PAROLI (2004), os resultados dos três experimentos em conjunto sugerem que a prática constante seguida de variada por blocos proporcionou melhores resultados no processo adaptativo em aprendizagem motora.

### 2.1.1 Síntese

Os efeitos de diferentes estruturas de prática no processo adaptativo em aprendizagem motora foram investigados em 12 estudos, os quais envolveram um total de 18 experimentos. Desses experimentos, dois compararam os efeitos das práticas constante e variada (TANI, 1989; TANI et al., 1992) na aprendizagem de habilidades motoras, sendo que nos dois experimentos os seus efeitos foram similares, tendo sido observado apenas uma tendência de melhor adaptação do grupo de prática variada na medida referente ao tempo de execução. Em dez experimentos houve a investigação dos efeitos das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante na aprendizagem de habilidades motoras (BARROS, 2006; CORRÊA, 2001; CORRÊA, BENDA & TANI, 2001; CORRÊA et al., 2003; PINHEIRO & CORRÊA, 2005; TERTULIANO, 2007), sendo que em cinco deles houve superioridade da prática constante-aleatória e em um da constante-aleatória e da constante. Em três estudos (CORRÊA et al., 2004; CORRÊA et al., 2006; CORRÊA et al., no prelo) apenas a estrutura de prática constante-aleatória foi questionada. Neles, observou-se que a prática constante poderia ser conduzida apenas até um critério de desempenho que permitisse a inferência de aprendizagem da habilidade sendo aprendida. Em outros três experimentos (PAROLI, 2004), o tipo de prática variada após a prática constante foi investigado. Os resultados mostraram efeitos inferiores da estrutura de prática constante-aleatória em relação à prática constante-por blocos.

Grande parte das evidências aponta que a aprendizagem motora com combinação das práticas constante e aleatória é mais eficaz no processo adaptativo. A explicação atribuída a isso é que a prática constante possibilita a formação do padrão de interação entre os componentes do sistema, entendido como a formação da estrutura da habilidade motora e, que a introdução de variação nos componentes, com a prática aleatória, possibilita sua diversificação (CORRÊA, 2001; CORRÊA & TANI, 2005). Parece, então, haver evidências de que, com relação à aquisição de habilidades motoras, primeiramente há necessidade da prática constante para formar a estrutura da habilidade, e posteriormente, da prática aleatória para promover a sua diversificação (CORRÊA, 2001; CORRÊA & TANI, 2005).

Contudo, um aspecto que chama a atenção é que em todos os trabalhos a prática foi totalmente determinada pelo pesquisador. Essa característica incita indagações no que diz respeito ao efeito da estruturação da prática que inclui alguma liberdade de escolha do aprendiz para a aquisição de habilidades motoras, visto que esta variável tem sido um tema recorrente na literatura, como segue.

## **2.2 Liberdade de escolha e aprendizagem motora**

A liberdade de escolha do aprendiz tem sido foco de investigação em vários campos de estudo: Aprendizagem Verbal e Cognitiva, Aprendizagem Motora e Pedagogia do Movimento.

Em cada área, ou até mesmo dentro de uma mesma área, os termos utilizados para se referir à liberdade de escolha do aprendiz e/ou os seus processos subjacentes variam. Na Pedagogia do Movimento os estudos citados utilizam o termo escolha; na Aprendizagem Verbal e Cognitiva os termos mais usados são prática controlada pelo aprendiz e processo de auto-regulação; e na Aprendizagem Motora os termos variam entre aprendizagem ou prática controlada pelo aprendiz, processo de auto-regulação e liberdade de escolha nas respostas.

Na aprendizagem controlada pelo aprendiz é permitido que ele tenha controle sobre algum aspecto da sua prática, assim, o mesmo se torna um participante mais ativo no seu processo de aprendizagem. Possivelmente esses aprendizes utilizam estratégias que são mais coerentes com suas necessidades individuais do que as estratégias usadas em situações controladas por um professor ou instrutor (BUND & WIEMEYER, 2004).

A aprendizagem controlada pelo aprendiz é considerada a forma de envolvimento cognitivo mais elevada que os indivíduos podem usar para aprender. Uma das concepções concernentes a esse tipo de aprendizagem é que o aprendiz sempre se engaja em processos de auto-regulação (*feedback*) pela comparação do estado atual com aquele que era previsto. Uma vez que o aprendiz percebe uma lacuna entre o que precisa ser feito e o que pode ser feito com os recursos disponíveis, mais esforço concentrado é mobilizado (CHEN, HENDRICK & LIDOR, 2002).

O processo de auto-regulação pode ser resumido em cinco fases: identificação do problema, estabelecimento do compromisso para mudar, execução dos componentes da auto-regulação (automonitoramento, auto-avaliação, autoconseqüência), administração de um ambiente físico e social para facilitar a mudança e generalização (KIRSCHENBAUM, 1984).

Com relação ao domínio da Aprendizagem Verbal e Cognitiva, a eficácia da aprendizagem controlada pelo aprendiz foi discutida por muitos anos e parece haver um consenso de que este fator tem efeito benéfico no processo de aprendizagem (WULF & TOOLE, 1999; CHIVIAKOWSKY & WULF, 2002; 2005; BUND & WIEMEYER, 2004). Pesquisas em Aprendizagem Cognitiva evidenciam que a eficácia da aprendizagem controlada pelo aprendiz é influenciada de modo considerável por fatores pessoais (por exemplo: idade, estabelecimento de metas, crenças e conhecimento de estratégias de aprendizagem) assim como por fatores do contexto (tarefa, ambiente físico e social). Por causa da interação dinâmica entre (e dentro) esses grupos de variáveis, a influência relativa às condições dos aprendizes depende da situação de aprendizagem e vice-versa (BUND & WIEMEYER, 2004).

O uso sistemático de estratégias meta cognitivas, motivacionais e/ou comportamentais é uma característica chave da maioria das definições de aprendizagem acadêmica controlada pelo aprendiz (GARCIA & PINTRICH, 1994; ZIMMERMAN, 1994). Segundo ZIMMERMAN (1994) o constructo da auto-regulação se refere aos níveis em que os aprendizes são participantes ativos metacognitivamente, motivacionalmente e comportamentalmente na sua aprendizagem.

Pesquisas em aprendizagem acadêmica mostraram que a auto-eficácia está relacionada a aspectos importantes da auto-regulação (SCHUNK, 1994), por exemplo, ZIMMERMAN, BANDURA e MARTINEZ-PONS (1992) encontraram que sentimentos de auto-eficácia são fonte principal de motivação intrínseca, as quais são vistas como fundamentais para uma aprendizagem controlada pelo aprendiz efetiva.

Segundo BANDURA (1986), entre os diferentes aspectos de autoconhecimento talvez nenhum seja mais influente na vida das pessoas do que as concepções de sua eficácia pessoal e, especificamente no meio esportivo há muito



se reconhece que o sentimento de auto-eficácia é fundamental para um desempenho ótimo. Para esse autor, depois que as habilidades são aperfeiçoadas e praticadas extensivamente, a auto-eficácia pode ser a diferença entre uma execução excelente ou fraca em competições esportivas. Nesse sentido, o que os atletas fazem com o que eles têm e sabem é determinado em parte por suas crenças em suas habilidades.

Segundo BUND e WIEMEYER (2004), por causa da sua motivação mais alta, indivíduos com sentimento de auto-eficácia investem mais esforço, mostram persistência maior e usam com mais frequência estratégias de processamento profundo de informações. Utilizando uma tarefa de lançamento de dardo, ZIMMERMAN e KITSANTAS (1996) confirmaram o efeito do aumento do sentimento de auto-eficácia para a aprendizagem da habilidade de lançamento de dardo com o controle do aprendiz (estabelecimento de metas e automonitoração), entretanto, eles não incluíram no seu delineamento um grupo controle.

Estudos em Pedagogia do Movimento têm evidenciado interesse sobre a liberdade de escolha do aprendiz, referente à escolha de atividades com mesmo conteúdo (FLEMING; MITCHELL; GORECKI & COLEMAN, 1999; PRUSAK & DARST, 2002), com conteúdos diferentes (TY-ANN & OSLIN, 2003), com o mesmo conteúdo e com conteúdos diferentes (PAGNANO & GRIFFIN, 2001). Verifica-se também estudo sobre a escolha de métodos para resolução de um problema motor (VINCENT-MORIN & LAFONT, 2005). Em todos esses estudos foram encontrados efeitos benéficos da liberdade de escolha do aprendiz nos seguintes sentidos: a) proporcionar uma experiência mais individualizada e específica para os alunos; b) promover sua responsabilidade pela aprendizagem, não somente de sua atividade, mas também por permanecer em tarefas sem instrução direta; c) aumentar a sua participação, motivação e o seu desempenho.

Em Aprendizagem Motora, os estudos que investigaram os efeitos da liberdade de escolha do aprendiz na aquisição de habilidades motoras têm utilizado explicações adaptadas da Aprendizagem Verbal e Cognitiva. Entretanto, as razões para as vantagens dessa condição são relativamente confusas.

Foi sugerido que dar aos aprendizes controle sobre determinado aspecto da situação de aprendizagem poderia aumentar a sua motivação (CHIVIACOWSKY

& WULF, 2002, 2005; WULF, CLAUSS, SHEA & WHITACRE, 2001; WULF, RAUPACH & PFEIFFER, 2005) e promover o uso de estratégias de auto-regulação (CHIVIACOWSKY & WULF, 2002, 2005; WULF & TOOLE, 1999). Tais estratégias são processos pelos quais as pessoas organizam seus comportamentos “meta-dirigidos” na ausência relativa de restrições externas imediatas, os quais envolvem interações cognitivas complexas (KIRSCHENBAUM, 1984).

O controle do aprendiz sob algum aspecto da sua prática e o processo de autoregulação estimulam os aprendizes a se tornarem responsáveis pelo seu processo de aprendizagem (CHIVIACOWSKY & WULF, 2002; WULF & TOOLE, 1999) e a percepção do autocontrole é um fator que influencia significativamente nesse comprometimento (CHEN & SINGER, 1992; WULF et al., 2001; WULF & TOOLE, 1999). Essa percepção melhora a aprendizagem por promover um envolvimento mais ativo do aprendiz nesse processo, o que supostamente possibilita um processamento mais profundo das informações relevantes (CHEN & SINGER, 1992; CHIVIACOWSKY & WULF, 2002, 2005; WULF et al., 2001; WULF, RAUPACH & PFEIFFER, 2005; WULF & TOOLE, 1999). Por exemplo, uma estratégia que pode aumentar a auto-regulação é o estabelecimento de metas. É comumente aceito que as metas que são específicas, determinadas e com o controle do aprendiz podem melhorar a auto-eficácia inicial, promover a manutenção da auto-regulação e aumentar a auto-satisfação (CHEN & SINGER, 1992). Um sentimento aumentado de auto-eficácia, novamente faz com que o aprendiz estabeleça metas num nível mais alto de dificuldade (WULF & TOOLE, 1999), o que foi constatado ser benéfico para o desempenho e aprendizagem motora (BOYCE, 1992; KYLLO & LANDERS, 1995; WEINBERG, 1994; WULF & TOOLE, 1999).

BUND e WIEMEYER (2004) sugeriram que um aspecto da relação aprendiz-tarefa que possivelmente influencia a aprendizagem do aprendiz se refere a qual componente da situação de prática ele esteja controlando. Por acreditarem que possivelmente os aprendizes tenham diferentes preferências com respeito a esse ponto, os autores realizaram um estudo tendo como primeiro objetivo verificar o efeito das preferências dos aprendizes com relação à condição de prática a ser controlada por eles na aprendizagem motora. Os participantes foram questionados com relação aos aspectos da prática que eles preferiam controlar como, por

exemplo, tipo de instrução do movimento, freqüência de *feedback* e número de tentativas de prática, na aprendizagem do *forehand* (golpe utilizado com o lado da mão hábil) *topsping* (efeito ofensivo colocado na bola com a batida da raquete pegando de baixo para cima) numa mesa de tênis. Os resultados mostraram que a condição preferida foi o controle na estrutura de recebimento de instrução, enquanto a opção de determinar a variabilidade da prática no que se refere a, por exemplo, direção e comprimento das bolas enviadas por uma máquina ou por um companheiro, foi a condição menos preferida.

Com base nesses resultados, os 52 participantes universitários, sem experiência considerável na tarefa, foram distribuídos em quatro grupos. Em dois grupos foi permitido ao aprendiz controlar algum aspecto da sua prática: um grupo com o controle de condições preferidas e outro grupo com o controle de condições não preferidas. Outros dois grupos (*yoked*) receberam a mesma estrutura realizada nos grupos controlados pelo aprendiz. Os participantes foram instruídos que a sua meta era (1) bater na bola com a maior precisão possível para a área alvo (precisão do movimento) e (2) realizar a técnica corretamente (forma do movimento). Foi utilizado um vídeo de uma jogadora de tênis de mesa habilidosa como modelo e, após cinco tentativas para se acostumarem com a máquina que lançava as bolas, foi realizado um pré-teste. A sessão de prática consistiu de 100 tentativas e, cinco minutos depois da sessão de prática foi realizado um teste de retenção imediato. No dia seguinte foi aplicado um teste de retenção atrasado (10 tentativas). As medidas utilizadas foram: precisão e forma do movimento.

Os resultados mostraram que tanto durante a prática quanto nos testes de retenção não houve diferença do efeito de controlar um aspecto preferido da prática comparado a um aspecto não preferido. Contudo, houve superioridade para os grupos em que os aprendizes tiveram algum controle sobre a sua prática quando comparados aos grupos *yoked*, havendo melhor desempenho com relação à forma do movimento no teste de retenção. Dessa forma, os benefícios do controle do aprendiz na aprendizagem motora não seriam restritos a certos aspectos da prática, uma vez que eles aparentam ser resultado do próprio processo de autocontrole.

Além disso, BUND e WIEMEYER (2004) consideram que entre os fatores pessoais, a auto-eficácia parece ter uma função essencial para a auto-regulação da

aprendizagem, afirmando que é possível que o aumento da auto-eficácia durante a prática seja um dos mecanismos responsáveis pelas vantagens da aprendizagem controlada pelo aprendiz. Com isso, outro objetivo do estudo desses autores foi verificar se as condições controladas pelo aprendiz e as condições *yoked* tinham efeito na auto-eficácia dos aprendizes. A auto-eficácia foi medida repetidamente antes de cada fase experimental: pré-teste, primeira e segunda metade da sessão de prática, retenção imediata e retenção atrasada, mediante um relatório de escala. Igualmente aos resultados de desempenho, não houve diferença com relação à auto-eficácia entre os dois grupos com o controle do aprendiz, no entanto houve diferença entre esses grupos com os respectivos grupos *yoked*: os participantes dos dois grupos controlados pelo aprendiz relataram auto-eficácia mais forte do que aqueles dos grupos *yoked*. Principalmente após erros (por exemplo: depois de realizar as primeiras tentativas da prática) a auto-eficácia dos aprendizes com controle sobre a prática diminuiu menos do que a dos aprendizes dos grupos *yoked*.

Uma revisão dos estudos referente aos fatores que afetam a aprendizagem motora mostrou que a liberdade de escolha tem sido investigada em relação a diferentes variáveis: estabelecimento de metas (BOYCE, 1992); utilização de aparelhos físicos de auxílio na aprendizagem de habilidades complexas, tanto individualmente (WULF & TOOLE, 1999) quanto em pares (WULF et al., 2001); estruturas de *feedback* (CHEN & HENDRICK, 1994; CHIVIACOWSKY, GODINHO e TANI 2005; CHIVIACOWSKY & WULF, 2002, 2005; JANELLE CHEN, HENDRICK & LIDOR, 2002; JANELLE et al., 1997; KIM & SINGER, 1995) frequência de apresentação de modelo (WRISBERG & PEIN, 2002; WULF, RAUPACH, PFEIFFER, 2005); e estrutura de prática (KEETCH & LEE, 2005; TITZER, SHEA & ROMACK, 1993; WU & MAGILL, 2004; WU, MAGILL & FOTO, 2005).

A maioria dessas pesquisas utilizou em seu método um delineamento com dois grupos: um grupo controlado pelo aprendiz, no qual os participantes controlam algum aspecto da sua prática e um grupo *yoked*, no qual os aprendizes não têm essa liberdade. Cada participante do grupo *yoked* realiza a condição escolhida por um participante do grupo controlado pelo aprendiz. Desse modo, os dois grupos se diferenciam apenas na variável liberdade de escolha, já que o regime de prática é idêntico. Outras pesquisas revisadas assumem o efeito benéfico da liberdade de

escolha do aprendiz e passam a não mais manipular esse fator como uma variável independente (CHIVACOWSKY, GODINHO e TANI 2005; CHIVACOWSKY & WULF, 2005; KEETCH & LEE, 2005).

No estudo sobre estabelecimento de metas, BOYCE (1992) investigou o efeito de três tipos de condições de estabelecimento de metas na aprendizagem de uma tarefa de tiro com rifle na posição deitada de bruços. Participaram desse estudo 90 universitários distribuídos em três grupos: metas específicas determinadas, metas específicas estabelecidas pelo aprendiz com auxílio de um mediador (líder eleito) e metas genéricas ("faça o seu melhor"). O delineamento constou de um pré-teste, cinco sessões de aquisição (duas vezes na semana, durante três semanas) e um teste de retenção (após sete dias). A medida utilizada foi o desempenho dos tiros no alvo. Os resultados mostraram que os dois grupos de metas específicas, tanto determinadas como auto-estabelecidas, foram superiores ao grupo de metas genéricas, mas não houve diferença entre os grupos de metas específicas.

Com relação à utilização de aparelhos físicos de auxílio na aprendizagem de habilidades complexas, WULF e TOOLE (1999) investigaram os efeitos do controle do aprendiz no uso de aparelhos físicos de auxílio numa tarefa de zigzague em um simulador de esqui. Essa pesquisa foi composta por dois grupos, controlado pelo aprendiz e grupo *yoked*, com a participação de 26 universitários. Todos foram informados que a meta da tarefa era realizar a maior amplitude de movimento possível. Os aprendizes praticaram a tarefa por dois dias consecutivos, com sete tentativas de 90 segundos, a cada dia, com intervalos entre elas de 90 segundos. Os aprendizes foram informados de que o uso de bastões facilitaria a aprendizagem e que no terceiro dia eles iriam realizar a tarefa sem os bastões. Após a primeira, terceira, quinta e sétima tentativas todos os participantes responderam um questionário com três questões. Numa escala de um a nove, eles responderam: (a) quão amedrontado eles estavam da queda, sendo 1= não amedrontado e 9= muito amedrontado; (b) quão certo eles estavam de que não cairiam, sendo 1= não totalmente certo e 9= muito certo; (c) quão certo eles estavam de que atingiriam amplitudes máximas no fim do experimento, sendo 1= muito certo de que não atingiriam máximas amplitudes e 9= muito certo de que atingiriam máximas

amplitudes. No terceiro dia foi realizado um teste de retenção com sete tentativas. A medida utilizada foi a amplitude de movimento.

Como resultado, apesar de não ter havido diferença entre os grupos durante a fase de prática, nítidas diferenças surgiram entre eles no teste de retenção. O grupo controlado pelo aprendiz produziu amplitudes maiores do que o grupo *yoked*. Os resultados dos questionários mostraram que, com a prática, os participantes se tornavam menos amedrontados de cair e mais certos de que eles não cairiam. As respostas à terceira questão mostraram que os participantes estavam relativamente incertos sobre alcançar máximas amplitudes de movimento no final do experimento. Entretanto, não houve diferença entre os grupos, então, se o aprendiz pode solicitar quando ele quer utilizar o bastão aparentemente não afeta o seu medo de cair ou sua certeza a respeito do alcance da meta. Foi sugerido por WULF e TOOLE (1999) que a prática com controle do aprendiz pode resultar numa aprendizagem mais eficaz porque incentiva os executantes a explorarem diferentes estratégias de movimento numa maior dimensão do que a prática controlada.

Em estudo posterior, WULF et al. (2001) utilizaram a mesma tarefa para analisar como o controle do aprendiz versus o controle do experimentador no uso de bastões afetava a aprendizagem da amplitude do movimento, frequência de movimento e força do ziguezague do esqui sob condições de prática em pares. Os 25 adultos participantes desse estudo foram distribuídos em dois grupos: controlado pelo aprendiz e *yoked*. Os participantes praticaram em pares durante dois dias consecutivos. Todos foram informados que a meta da tarefa era realizar a maior amplitude de movimento possível, que o uso de bastões facilitaria a aprendizagem e que no terceiro dia eles teriam que realizar a tarefa sem os bastões. O participante do grupo controlado pelo aprendiz realizava a primeira tentativa enquanto o do grupo *yoked* observava, depois eles trocavam de lugares até completarem sete tentativas de prática física e sete de prática observacional. No dia seguinte os participantes realizaram novamente o mesmo número de tentativas sob a mesma condição. Todas as tentativas tiveram 90 segundos de duração, com 15 segundos entre as tentativas para a troca dos participantes. No terceiro dia foi realizado um teste de retenção (individual) com sete tentativas de 90 segundos.

Os resultados mostraram que não houve diferença de aprendizagem entre os grupos com relação à amplitude de movimento e frequência de movimento, o que sugere que os benefícios para a aprendizagem associados com a prática em pares pode anular algumas das vantagens da prática controlada pelo aprendiz. Mas, os participantes do grupo controlado pelo aprendiz foram mais eficientes do que os do grupo *yoked* com relação à medida de força, sugerindo que dar aos aprendizes a oportunidade e responsabilidade de controlar parte do seu regime de prática parece incentivá-los a procurar por soluções ótimas para a tarefa. Referente a esses resultados BUND e WIEMEYER (2004) sugerem que, como a força é uma característica de movimento que não pode ser facilmente captada por observação, a aprendizagem controlada pelo aprendiz interage com a aprendizagem observacional. CHIVIAKOWSKY e WULF (2002) alegam que, apesar dos benefícios de aprendizes poderem se observar – e talvez competir um com o outro, o que pode ter negado algum efeito do controle do aprendiz – o uso de bastões de esqui controlado pelo aprendiz ainda resultou em uma aprendizagem mais eficaz. Essa pesquisa ofereceu algum suporte para a hipótese explicativa de WULF e TOOLE (1999) de que a prática com liberdade de escolha do aprendiz pode resultar numa aprendizagem mais eficaz, porque incentiva os executantes a explorarem diferentes estratégias de movimento numa maior dimensão do que a prática controlada.

Dentre os estudos revisados, seis foram relacionados a estruturas de *feedback*, dois referentes à solicitação de conhecimento de performance (CP) e quatro referentes à solicitação de conhecimento de resultados (CR).

JANELLE, KIM e SINGER (1995) investigaram a influência do CP solicitado pelo aprendiz numa tarefa de lançamento de bola de golfe a um alvo estacionário. O estudo foi constituído de duas fases: aquisição (40 tentativas) e retenção (20 tentativas). Os 60 participantes, universitários, foram distribuídos em cinco grupos: controle (sem CP), 50% das tentativas com CP, CP sumário, CP solicitado pelo aprendiz e um grupo *yoked* a este. A medida utilizada foi o erro absoluto e os resultados indicaram que os aprendizes que solicitaram CP tiveram melhor desempenho na retenção em relação aos outros grupos. Foi sugerido que a estrutura de *feedback* solicitada pelo aprendiz pode ser o meio mais eficiente de fornecer *feedback* aumentado comparado às outras estruturas verificadas.

Posteriormente, JANELLE e colaboradores (1997) realizaram um estudo para verificar a influência do CP solicitado pelo aprendiz na aprendizagem de uma tarefa complexa de arremesso de bola de tênis com a mão não dominante. Esse estudo foi constituído de duas fases: aquisição, com duas sessões separadas por um intervalo de dois dias (100 tentativas cada) e retenção, quatro dias depois (20 tentativas). Os 48 participantes, universitários, foram distribuídos em quatro grupos: CP solicitado pelo aprendiz, CP sumário, *yoked* e CR controlado pelo experimentador. As medidas utilizadas foram relacionadas à forma, à velocidade e ao erro do lançamento. No geral, todos os grupos melhoraram o desempenho na fase de aquisição, mas os grupos CP sumário, solicitado pelo aprendiz e *yoked* tiveram melhor desempenho do que o grupo CR controlado pelo experimentador. Durante a fase de retenção, o grupo solicitado pelo aprendiz manteve o desempenho num nível mais elevado (padrão e precisão) do que os outros grupos. Foi sugerido que quando os aprendizes têm a liberdade para solicitar *feedback*, eles o requerem menos e adquirem e retêm habilidades num nível equivalente ou superior daqueles para os quais é dado mais *feedback*, mas esse é recebido passivamente.

Com relação à solicitação de CR, CHEN e HENDRICK (1994) realizaram um estudo em que os 48 participantes foram distribuídos em quatro grupos de estruturas de *feedback* (CR): solicitado pelo aprendiz; induzido pelo experimentador e dois grupos *yoked* aos primeiros na aprendizagem de uma tarefa de timing de movimentos seqüenciais (tocar cinco sensores). Esse experimento foi composto de três fases: aquisição (60 tentativas), retenção imediata (20 tentativas) e retenção dois dias depois (20 tentativas). As medidas utilizadas foram os erros constante, absoluto e variável. No teste de retenção, o grupo em que o CR foi solicitado pelo aprendiz e o grupo em que o CR foi induzido pelo experimentador obtiveram melhores desempenhos (precisão de timing) do que os respectivos grupos *yoked*. Então, os resultados confirmaram a hipótese de que CR interativo seria mais efetivo para a aprendizagem do que CR recebido passivamente. Esses achados também sugerem que a interação entre o aprendiz e o fornecedor de CR permitiu ao indivíduo processar a informação do *feedback* de uma forma mais significativa.

O estudo de CHEN, HENDRICK e LIDOR (2002) utilizou a mesma tarefa, o mesmo delineamento experimental e as mesmas medidas do estudo anterior para



testar a hipótese de que se o aprendiz percebesse a relação entre o recebimento de CR e as suas necessidades internas, o CR seria processado de uma forma mais significativa. Os 48 participantes, universitários, foram distribuídos em quatro grupos de estruturas de *feedback*: um solicitado pelo aprendiz, no qual ao final de cada tentativa o aprendiz podia solicitar CR visual, apertando um determinado botão; um induzido pelo experimentador, no qual ao final de cada tentativa era perguntado ao aprendiz se ele queria ou não receber *feedback*; e dois grupos *yoked* correspondentes aos dois grupos descritos. O grupo em que o CR foi solicitado pelo aprendiz e o grupo em que o CR foi induzido pelo experimentador mostraram melhor precisão de timing do que os grupos *yoked* no teste de retenção imediato. Esses achados foram sustentados quando o teste de retenção atrasado foi avaliado, sendo que nesse teste o grupo em que o CR foi induzido pelo experimentador teve melhor desempenho (precisão) do que o grupo em que o CR foi solicitado pelo aprendiz. Ainda nesse mesmo teste foi verificado que o grupo *yoked* do grupo em que o CR foi solicitado pelo aprendiz gerou maior variabilidade nas respostas e que os demais grupos tiveram erros variáveis equivalentes. Esses resultados também deram suporte à hipótese de que CR interativo é mais efetivo para a aprendizagem do que CR recebido passivamente.

CHIVIACOWSKY e WULF (2002) realizaram uma pesquisa que também utilizou uma tarefa de timing de movimentos seqüenciais, mas diferentemente dos estudos citados acima, esta consistiu em tocar quatro teclas. Os 30 participantes (alunos do ensino médio e universitários) foram distribuídos em dois grupos: um que solicitava o recebimento de CR e um *yoked* pareado de acordo com o gênero (homem-homem, mulher-mulher). Esse estudo foi constituído de três fases: aquisição (60 tentativas) e, um dia após, retenção e transferência (10 tentativas cada). Foram utilizadas como medidas de desempenho os erros absoluto e relativo. Para verificar se havia uma congruência maior entre desempenho e fornecimento de CR para os aprendizes que podiam solicitá-lo foram utilizadas duas medidas. Primeiramente, os aprendizes que tiveram controle sobre o recebimento de CR foram questionados a respeito de quando eles geralmente o tinham solicitado (por exemplo: depois que eles pensaram que tiveram uma boa tentativa, uma tentativa ruim ou aleatoriamente). E, os aprendizes do grupo *yoked* foram questionados se haviam recebido o CR

depois das tentativas “certas” e, caso não tivessem recebido, se eles teriam preferido receber *feedback* principalmente depois de boas tentativas, tentativas ruins, ou alguma outra tentativa a ser especificada. Depois, para determinar mais objetivamente a natureza dessa relação, foram comparados os desempenhos das tentativas com e sem *feedback* em ambas as condições. Se os aprendizes que podiam solicitar CR mostrassem uma aprendizagem mais efetiva, mas não houvesse diferenças no desempenho subjetivo (questionário) ou objetivo nas tentativas com e sem *feedback* entre os participantes dos dois grupos, deduzir-se-ia que as vantagens do controle do aprendiz para a aprendizagem não eram devidas às condições da prática serem mais adaptadas às necessidades do aprendiz. Contudo, se houvesse uma relação subjetiva ou objetiva entre desempenho e *feedback* solicitado pelo aprendiz, mas não nos aprendizes do grupo *yoked*, isto daria suporte à hipótese de que este fator é crítico para os benefícios do controle do aprendiz.

Os resultados mostraram que o grupo em que o CR foi solicitado pelo aprendiz foi mais preciso na parametrização da tarefa de transferência em comparação ao grupo *yoked*. Os resultados dos questionários mostraram que os participantes do grupo solicitado pelo aprendiz pediam CR principalmente depois de boas tentativas e os do grupo *yoked* preferiam receber o CR depois de boas tentativas. As análises demonstraram que os erros foram menores nas tentativas com CR do que sem para o grupo controlado pelo aprendiz, mas não para o *yoked*, sugerindo que os aprendizes que controlam a solicitação de CR usam uma estratégia para fazê-lo e isto pode explicar as vantagens da prática controlada pelo aprendiz na aprendizagem motora.

Assumindo que o *feedback* solicitado pelo aprendiz tem benefícios na aprendizagem motora, pois ele é mais específico para as suas necessidades do que o *feedback* controlado externamente, CHIVIAKOWSKY e WULF (2005) esperavam ver vantagens para a aprendizagem de indivíduos que escolhiam se queriam ou não receber *feedback* antes ou depois da execução de uma tentativa, também numa tarefa de timing de movimentos seqüenciais (tocar quatro teclas). Os 50 participantes, universitários, foram distribuídos em dois grupos. Para ambos os grupos o CR era fornecido quando solicitado pelos aprendizes, mas o momento em que os participantes deveriam escolher se gostariam ou não de receber CR era

diferente: antes ou depois da execução. Esse estudo foi composto por três fases: aquisição (60 tentativas) e, um dia após, retenção e transferência (dez tentativas cada). As medidas utilizadas foram: tempo total de movimento, timing relativo e absoluto. Os resultados mostraram que o grupo que solicitou CR depois foi superior ao grupo que solicitou CR antes, em termos de tempo total de movimento e timing relativo no teste de transferência. Assim, o CR solicitado pelo aprendiz foi mais efetivo quando os aprendizes puderam tomar decisões sobre recebimento de CR depois da tentativa. Os autores concluíram que CR solicitado pelo aprendiz é benéfico para aprendizagem, pois os aprendizes podem tomar decisões sobre o CR baseados no seu desempenho numa dada tentativa.

CHIVIACOWSKY, GODINHO e TANI (2005) realizaram um estudo para investigar os efeitos de diferentes freqüências de *feedback* (CR) solicitadas pelo aprendiz na aprendizagem de duas tarefas de timing de movimentos seqüenciais com diferentes níveis de complexidade. Os 120 participantes universitários (60 homens e 60 mulheres) foram distribuídos em dois grupos, tarefas simples (tocar quatro teclas) e tarefas complexas (tocar seis teclas). O experimento conteve três fases: aquisição (60 tentativas para a tarefa simples e 150 tentativas para a tarefa complexa), retenção e transferência (ambas realizadas aproximadamente 24 horas após a aquisição, com um intervalo de um minuto entre elas, com dez tentativas cada). Primeiro, eles procuraram verificar os efeitos de diferentes freqüências de CR solicitadas pelos aprendizes, pela comparação dos extremos: comparação entre freqüências mais altas e mais baixas. Posteriormente, eles compararam os aprendizes que solicitavam mais CR na parte inicial da fase de aquisição com os aprendizes que solicitavam mais CR na parte final da fase de aquisição. Dois grupos foram formados para cada tipo de tarefa – com oito participantes por grupo na tarefa simples e 15 participantes por grupo na tarefa complexa – compostos por pares de participantes que solicitavam a mesma quantidade de *feedback* na fase de aquisição, se diferenciando apenas no momento de recebimento. Ainda, procurou-se verificar uma possível interação de ambos os resultados com a complexidade da tarefa. A medida de desempenho utilizada foi a do erro absoluto.

Os resultados da análise sobre freqüências altas e baixas mostraram que freqüências reduzidas (cinco a 35%) de CR podem ter mesmo efeito ou até melhor

na aprendizagem do que freqüências maiores (50 a 99%) em estruturas controladas pelo aprendiz. Foram verificadas diferenças no fator complexidade em todas as fases do experimento e no fator estrutura de recebimento de CR na fase de retenção. Nesse último, observou-se melhores resultados dos grupos que solicitaram mais CR na parte final da fase de aquisição quando comparados com os que pediram mais na parte inicial desta mesma fase. Os resultados dessa análise apontam na mesma direção dos achados de CHIVIAKOWSKY e WULF (2002), de que os aprendizes preferem receber *feedback* após boas tentativas.

No que concerne à freqüência de apresentação de modelo, WRISBERG e PEIN (2002) realizaram um estudo para verificar a eficácia do controle do aprendiz na freqüência de apresentação do modelo (vídeo) na aquisição do serviço longo do badminton. Os 45 participantes, universitários, foram distribuídos em três grupos com relação ao recebimento da apresentação do modelo: 100%, solicitado pelo aprendiz e sem modelo. Essa pesquisa foi composta por duas fases: aquisição, durante três dias (31 tentativas/dia) e retenção, no quarto dia (11 tentativas). Os resultados de precisão foram medidos usando o teste *Poole* do serviço longo e as contagens de forma foram baseadas em avaliações de juizes, dos vídeos de cada participante com relação ao modelo. Um ponto foi concedido para cada um de cinco componentes da forma, com contagens que variaram de zero a cinco, para a análise foi usada a média das três avaliações dos juizes. Os resultados mostraram que o grupo em que a apresentação do modelo foi solicitada pelo aprendiz adquiriu e reteve um nível de padrão de movimento equivalente ao do grupo 100% e, ainda, foi superior ao grupo em que os aprendizes não viram o modelo. De acordo com os autores, possivelmente, o grupo em que os aprendizes solicitaram a apresentação do modelo se beneficiou tanto da freqüência reduzida quanto da oportunidade de solicitar essa freqüência. Outra sugestão dos autores é que permitir ao aprendiz escolher a freqüência em que ele recebe auxílio na aprendizagem pode aumentar a eficiência da instrução.

Com relação ao controle do aprendiz na freqüência de apresentação do modelo (vídeo) comparado a um grupo controle *yoked*, WULF, RAUPACH e PFEIFFER (2005) realizaram um estudo em que 25 alunos do ensino médio e universitários, sem experiência na tarefa, praticaram o arremesso *jump* do

basquetebol. Todos os participantes realizaram 25 tentativas de prática (filmadas para análise posterior) e uma semana depois realizaram um teste de retenção com dez tentativas. As medidas foram relacionadas à qualidade do movimento. Dois avaliadores concederam notas aos seis componentes do movimento (zero a 12) e à precisão do movimento, avaliada com relação ao resultado do arremesso (zero a cinco). Em geral, os resultados do padrão e de precisão dos participantes foram relativamente baixos. Entretanto, a escolha do aprendiz de quando e com que frequência queria ver o modelo pode ter sido efetiva. Isso porque mesmo que o grupo em que o aprendiz solicitava o modelo tenha começado com um desempenho inferior, as diferenças tenderam a diminuir com a prática. Depois do intervalo de sete dias (retenção), esse grupo claramente superou o desempenho do grupo *yoked*, uma vez que não apresentou nenhum decréscimo no desempenho em razão do intervalo – retenção – ao contrário do grupo *yoked*. De acordo com os autores, esse estudo dá suporte a hipótese levantada por CHIVIAKOWSKY e WULF (2002) de que a condição controlada pelo aprendiz pode ser mais específica para as necessidades do mesmo do que as condições externamente controladas.

Referente, especificamente, ao fator estrutura de prática na aprendizagem motora, três estudos manipularam essa variável em condições com e sem liberdade de escolha do aprendiz. TITZER, SHEA e ROMACK (1993) realizaram um estudo com o objetivo de comparar os efeitos do controle do aprendiz na estrutura de prática com duas condições controladas pelo experimentador, estrutura de prática por blocos e aleatória. Foi utilizada uma tarefa de obstáculo, mediante um instrumento controlado pelo computador. O estudo foi constituído por duas fases: aquisição e retenção imediata. Os resultados mostraram que na fase de aquisição, o grupo em que o aprendiz controlou a estrutura de prática e o grupo de prática por blocos foram mais rápidos do que o grupo de prática aleatória nas medidas de tempo de reação e tempo de movimento. No teste de retenção imediato, o grupo controlado pelo aprendiz foi mais rápido do que o grupo de prática por blocos no tempo de reação e mais rápido do que os grupos de prática por blocos e aleatória no tempo de movimento. Os grupos de prática aleatória e controlado pelo aprendiz tiveram menos erros na fase de retenção do que o grupo de prática por blocos. Observou-se que os tipos de estrutura de prática escolhidos pelos participantes do grupo com o controle

do aprendiz variaram, sendo selecionados de forma misturada as estruturas de prática por blocos, seriada e aleatória.

WU e MAGILL (2004) manipularam as estruturas de prática controlada pelo aprendiz e *yoked* numa tarefa de tacada leve de golfe. O experimento foi composto por três fases: aquisição e dois testes de transferência (cinco minutos e 24 horas). Os 30 participantes iniciantes realizaram 90 tacadas em três distâncias. O grupo controlado pelo aprendiz escolhia a distância da tacada a cada tentativa e o grupo *yoked* realizava as distâncias escolhidas pelo grupo controlado pelo aprendiz. Os resultados revelaram que o grupo de estrutura de prática controlada pelo aprendiz teve desempenho superior ao grupo da condição *yoked* nos testes de transferência. De acordo com os autores, esses resultados sugerem que um envolvimento ativo dos aprendizes na estruturação da prática pode gerar processos que melhorem a aprendizagem de habilidades motoras. Para eles, os achados oferecem maior suporte à idéia de que o controle do aprendiz sob a estrutura de prática pode ter influência positiva na aprendizagem, mesmo quando a natureza exata da estrutura é a mesma.

WU, MAGILL e FOTO (2005) realizaram um estudo para verificar os efeitos da auto-regulação na aprendizagem em que o aprendiz tem oportunidade de escolher qual tarefa praticar a cada tentativa, entre múltiplas tarefas. Esse estudo conteve duas fases: aquisição e teste de transferência, após 24 horas. Os 20 participantes foram distribuídos em dois grupos: auto-regulação e *yoked*. A tarefa consistiu em aprender um padrão de três batidas de tecla com três estruturas de tempos relativos diferentes. Os aprendizes do grupo de auto-regulação escolheram uma das três estruturas de tempo relativo antes de cada tentativa e os aprendizes do *yoked* não tiveram essa liberdade, realizaram a estrutura escolhida pelo grupo de auto-regulação. Embora o grupo de auto-regulação tenha obtido resultados de erros absolutos mais baixos do que o grupo *yoked* no teste de transferência, os resultados não apresentaram diferença significativa. Na fase de aquisição, os aprendizes do grupo de auto-regulação escolheram as tarefas numa ordem que mais se aproximou da estrutura de prática por blocos.

Além dessas três pesquisas, KEETCH e LEE (2005) também investigaram condições de estrutura de prática com liberdade de escolha do aprendiz, mas com o

objetivo de verificar como eles escolhiam a estrutura de prática em função da complexidade da tarefa. Esse estudo envolveu duas fases: aquisição e retenção. Os 20 participantes realizaram uma tarefa que consistiu em comandar um *mouse* numa seqüência de quadrados coloridos o mais rápido possível, parando somente o tempo suficiente para pressionar o botão apropriado em cada quadrado. A complexidade da tarefa (quatro seqüências fáceis e quatro difíceis) foi determinada pelos efeitos combinados do arranjo da grade dos quadrados e pela mão utilizada para manipular o *mouse* (mão dominante – fácil e mão não dominante – difícil). Os participantes realizaram cada uma das quatro seqüências nas 32 tentativas e tinham liberdade de determinar a ordem inteira da prática. O número de variações entre as seqüências nas tentativas da fase de aquisição foi registrado e um teste de separação de medianas foi utilizado para dividir os grupos de seqüência fáceis e difíceis em subgrupos de indivíduos que escolheram variar freqüentemente ou raramente. Os resultados mostraram que, com o aumento da complexidade da tarefa, os aprendizes optaram pela prática por blocos mais cedo na aquisição, o que influenciou negativamente no desempenho da prática posterior, mas não no teste de retenção.

Em síntese, pôde-se verificar que a liberdade de escolha do aprendiz tem sido foco de investigação em várias áreas do conhecimento. Dessas investigações podem ser destacados dois aspectos. O primeiro é que se verificam claras evidências acerca dos efeitos positivos da liberdade de escolha do aprendiz na aprendizagem. O segundo é que as pesquisas sobre aprendizagem motora foram feitas sob um modelo de equilíbrio que, como já destacado, limita o entendimento deste fenômeno.

### **2.2.1 Liberdade de escolha e processo adaptativo em aprendizagem motora**

Os efeitos da liberdade de escolha do aprendiz na aprendizagem de habilidades motoras como um processo adaptativo foram investigados em dois estudos. Contudo, antes de adentrar aos mesmos, uma distinção deve ser evidenciada. Conforme TANI (1998) existem basicamente dois tipos de liberdade a serem considerados: a liberdade de e a liberdade para. A primeira significa ser livre de restrições externamente impostas e a segunda significa liberdade para fazer algo.

Liberdade para fazer algo implica necessariamente competência, o que inevitavelmente envolve aprendizagem, que é o foco do presente trabalho.

TANI (1982) levantou a hipótese de que para se adquirir padrões flexíveis de movimento que melhor se adaptam às novas situações seja preciso permitir ao aprendiz um certo grau de liberdade na escolha das respostas durante o processo de estabilização. Segundo o autor, se esse grau de liberdade fosse eliminado, a aprendizagem tornar-se-ia totalmente dirigida e a ênfase seria dada apenas ao aspecto invariável da habilidade, o que contribuiria para a formação de padrões motores estereotipados e de difícil adaptação. Entretanto, se um excesso de liberdade fosse permitido, tornar-se-ia difícil chegar à estabilidade funcional. Essa hipótese foi testada em seis experimentos, com a participação de universitárias. Dentre eles, quatro (1, 2, 3, 4) foram realizados numa situação real de ensino-aprendizagem, com o período de 12 horas-aula. A tarefa foi a aprendizagem de habilidades do basquetebol e o grau de liberdade foi manipulado quanto a escolha dos elementos que compunham a seqüência de movimentos.

Nos experimentos 1 (n=36) e 2 (n=60) foram investigadas três condições de aprendizagem: (a) ordem dos elementos na seqüência e subelementos escolhidos pelo sujeito – com apresentação verbal de alguns padrões seqüências, mas sempre em forma de alternativas; (b) ordem dos elementos na seqüência determinada pelo experimentador e subelementos escolhidos pelo próprio sujeito; (c) ordem dos elementos na seqüência e subelementos determinados pelo experimentador.

No experimento 1, além do pré-teste, foram realizados dois testes, o final para avaliar o nível da habilidade adquirida e, logo após, o de adaptação para avaliar a adaptabilidade da mesma. As medidas utilizadas foram: número total de tentativas, tempo utilizado para realizá-las, tentativas bem sucedidas, antecipação e timing. Os resultados mostraram que nas quatro primeiras medidas o grupo que praticou sob maior grau de liberdade – condição (a) – obteve melhor desempenho em comparação com os outros dois grupos. Na medida de timing os três grupos mostraram uma tendência de diminuição do desempenho no teste de adaptação, mas essa foi mais evidente no grupo que praticou sob maior grau de liberdade. O autor interpretou esse resultado no sentido de que o padrão seqüencial de movimento não tenha sido devidamente organizado.



No experimento 2, após o período de aprendizagem foi realizado um teste que consistiu em executar um padrão seqüencial determinado pelo experimentador. As medidas utilizadas foram: tempo necessário para a realização da seqüência, número de tentativas bem sucedidas, antecipação, erros de desempenho e número de passadas e quiques da bola. Como resultado, o grupo que praticou sob a condição com maior grau de liberdade apresentou um nível de desempenho mais elevado em comparação com os outros grupos.

Nos experimentos 3 (n=24) e 4 (n=40), foram investigadas duas condições de aprendizagem: (a) ordem dos elementos na seqüência e subelementos pré-determinados pelo experimentador; (b) na primeira metade do período total de aprendizagem a escolha foi do sujeito - ordem dos elementos na seqüência e subelementos - e na segunda metade do período de aprendizagem a ordem dos elementos que compunha a seqüência foi pré-determinada pelo experimentador e os subelementos continuaram sendo escolhidos pelo sujeito.

No experimento 3, os testes e as medidas utilizadas foram os mesmos do experimento 1. Os resultados mostraram que o grupo que praticou sob a condição com liberdade na escolha dos movimentos obteve desempenho superior ao grupo sem liberdade. E, no experimento 4, os testes e as medidas utilizadas foram os mesmos do experimento 3. Os resultados também mostraram que o grupo que praticou sob condição com liberdade na escolha dos movimentos obteve desempenho superior ao grupo sem liberdade.

Para TANI (1982) os resultados dos quatro primeiros experimentos mostraram que o grupo que praticou sob o mais alto grau de liberdade na escolha das respostas adquiriu padrões de movimento mais flexíveis em relação aos outros grupos. Conforme indicam os resultados dos experimentos 1 e 3, esses padrões flexíveis mostraram melhor adaptação às novas situações. Segundo o autor, uma possível explicação desses resultados seria que a aquisição de planos flexíveis possibilita ao aprendiz respostas adequadas às diferentes variações do meio ambiente. Isto proporciona uma disponibilidade de recursos que permite que ele antecipe futuros eventos ou modifique o plano motor para se adaptar às novas situações ou tarefas motoras.

Os outros dois experimentos – 5 (n=10) e 6 (n=12) – tiveram o objetivo de investigar o efeito da instrução que enfatiza a restrição do erro de desempenho e, conseqüentemente o aspecto invariável da habilidade no processo de estabilização funcional (experimento 5) e na adaptação (experimento 6) da aprendizagem de habilidades perceptivo-motoras. Ambos foram realizados em ambiente de laboratório, utilizando uma tarefa de coordenação bimanual. No experimento 5 a prática foi constituída de 30 tentativas e no experimento 6 de 35 tentativas. As medidas utilizadas nos dois experimentos foram: tempo de execução, número de erros, número de erros direcionais e freqüência respiratória. Os resultados dos experimentos 5 e 6 indicaram que a instrução que enfatiza a restrição do erro teve efeito negativo principalmente nas fases iniciais de aprendizagem e, de acordo com os resultados do experimento 6, ela também apresentou esse efeito na formação de planos motores flexíveis.

Dessa forma, segundo o autor esses resultados confirmaram a hipótese de que para se adquirir padrões de movimento flexíveis é preciso que durante o processo de estabilização funcional seja permitido ao aprendiz um grau adequado de liberdade na escolha das respostas. Porém, como indicam os resultados do experimento 1, quando um excessivo grau de liberdade é permitido, torna-se difícil chegar à estabilização funcional. Deste modo, foi confirmada a importância da existência de regras fixas que resultam na estabilidade macroscópica e das estratégias flexíveis responsáveis pela variabilidade microscópica.

TANI (1982) indicou que importantes sugestões para futuras pesquisas podem ser obtidas com os resultados do experimento 3, em que o grupo que praticou a primeira metade do período total de aprendizagem com liberdade tanto na escolha da ordem dos elementos na seqüência como dos subelementos e na segunda metade teve a ordem dos elementos que compunham a seqüência determinada, mas continuou com liberdade na escolha dos subelementos mostrou melhor adaptação do que o grupo sem liberdade. Adicionalmente, os resultados dos experimentos 5 e 6 em que a instrução que enfatiza a restrição do erro (aspecto invariável da habilidade) apresentou efeito negativo principalmente nas fases iniciais da aprendizagem.

Outro resultado destacado pelo autor foi o fato de que o grupo que praticou sob as condições de maior grau de liberdade ter sido aquele que obteve um

maior número de respostas antecipatórias. Particularmente nos experimentos 1 e 3, o grupo que praticou sob condições de maior grau de liberdade, além de ter obtido o maior número de respostas antecipatórias no teste final, também mostrou um aumento dessas respostas no teste de adaptação em comparação com outros grupos. A importância desse resultado está relacionada ao processo de adaptação, visto que a ação de antecipar é uma capacidade que pode ser considerada muito importante quando se procura adaptar às novas situações (TANI, 1982).

Recentemente BASTOS (2007), baseado no raciocínio de TANI (1982), realizou um estudo para investigar o efeito do grau de liberdade na escolha da resposta no processo adaptativo em aprendizagem motora. O estudo foi composto de três experimentos, nos quais universitários que estabilizaram uma habilidade motora a partir de três graus distintos de liberdade na escolha da resposta – sem; alto e intermediário – foram testados em sua capacidade de adaptação a modificações da tarefa: perceptiva – experimento 1 (n=46); efetora – experimento 2 (n=48) e perceptivo-efetora – experimento 3 (n=45). O aparelho utilizado foi o de timing coincidente em tarefas complexas (CORRÊA & TANI, 2004) e a tarefa consistiu em tocar seis sensores seqüencialmente a fim de que o último toque coincidissem com o acendimento do último *led* de uma canaleta.

Os três experimentos foram compostos de duas fases: estabilização e adaptação. Na fase de estabilização, em todos os experimentos a liberdade de escolha foi relativa ao sequenciamento dos sensores: no grupo sem liberdade toda a seqüência foi definida pelo experimentador; no grupo com grau intermediário de liberdade os dois primeiros sensores e o último sensor (sensor alvo) da seqüência foram definidos pelo experimentador; e, no grupo com grau alto de liberdade apenas o último sensor (sensor alvo) foi definido pelo experimentador. Na fase de adaptação, em cada experimento foram realizadas diferentes modificações na tarefa: no experimento 1 esta modificação foi perceptiva (a velocidade do estímulo visual foi reduzida), no experimento 2 a modificação foi efetora (nova seqüência determinada pelo experimentador) e no experimento 3 a modificação foi perceptivo-efetora (nova seqüência determinada pelo experimentador e a velocidade do estímulo visual foi reduzida). Como medidas foram utilizados: o número de tentativas para alcançar o

critério de estabilização, a variabilidade do seqüenciamento, os erros de execução, absoluto e variável e a variabilidade da macro e da microestrutura.

Os resultados mostraram que no experimento 1, não houve diferença no processo adaptativo dos indivíduos à modificação perceptiva da tarefa, ou seja, o processo adaptativo mostrou-se independente da condição de liberdade de escolha em que a habilidade foi estabilizada. No experimento 2 não foi encontrada diferença entre os grupos na fase de adaptação, embora a modificação da tarefa estivesse diretamente relacionada com o aspecto manipulado para oferecer liberdade de escolha (seqüenciamento dos toques). Entretanto, foram encontrados indicativos de que o grupo sem liberdade teve um pior desempenho visto que, diferente dos demais, aumentou os erros de execução e o erro absoluto em determinados blocos de tentativas, em relação ao exibido no último bloco da fase de estabilização.

Segundo o autor, esses resultados sugeriram que a ausência de liberdade na escolha da resposta motora levou à aquisição de um padrão de movimento mais rígido para se adaptar a uma modificação efetora da tarefa. Esses indicativos estão de acordo com os resultados de TANI (1982). Ao fazer um paralelo com as idéias de KOESTLER (1967), BASTOS entendeu que a prescrição externa da interação entre os componentes da habilidade motora – o pré-estabelecimento da seqüência de toques nos sensores – pode ter conferido maior rigidez ao padrão de movimento, ou seja, menos recursos para a adaptação.

Os resultados do experimento 3 mostraram que quando foi inserida uma modificação perceptivo-efetora na tarefa, o grupo que estabilizou a habilidade motora na condição com maior grau de liberdade na escolha da resposta obteve o pior desempenho (erro absoluto). Para o autor, a presença de maior incerteza, proporcionada por um alto grau de liberdade na escolha da resposta motora, ocasionou a formação de um padrão de movimento com poucos recursos para adaptar-se a uma modificação perceptivo-efetora da tarefa. O autor afirmou que esses resultados fornecem indicativos para a suposição de TANI (1982) referente a um grau ótimo de liberdade de escolha que seria necessário para formar padrões motores mais flexíveis, apresentando uma tendência de que o grupo com média liberdade de escolha tenha se adaptado de forma mais eficiente. Mais especificamente, houve uma diminuição do erro absoluto pelo grupo com grau

intermediário de liberdade de escolha no segundo bloco de tentativas da fase de adaptação, ocorrendo para os demais grupos somente no quarto bloco. Entretanto, o desempenho desse grupo não foi mantido nesse nível, o erro foi aumentado e, como os demais grupos, diminuído posteriormente. Adicionando a esse dado o fato de não ter havido diferença entre o grupo com grau intermediário de liberdade e os demais, o autor acredita que esse resultado deve ser interpretado com cautela, como um indicativo de que a condição em que foi oferecido um grau intermediário de liberdade de escolha proporcionou a formação de um padrão de movimento com mais recursos para a adaptação a uma modificação perceptivo-efetora da tarefa.

Considerando os resultados obtidos nos três experimentos, BASTOS (2007) concluiu que a ausência de liberdade na escolha da resposta dificultou o início do processo de estabilização da habilidade motora sendo praticada. Porém, segundo o autor, o fornecimento de um maior grau de liberdade de escolha não prejudicou a estabilização, como no estudo de TANI (1982), visto que foi estabelecido um critério de alcance da estabilidade funcional para os três grupos e o número de tentativas necessárias para se estabilizar a habilidade motora foi semelhante entre eles. Assim, os seus resultados não podem ser creditados a um prejuízo no alcance da estabilidade, mas sim à condição de adaptação a novas situações.

Em suma, como a prática se constitui um elemento essencial à aprendizagem de habilidades motoras, a forma de estruturá-la pode determinar a habilidade a ser aprendida. Adicionalmente, a liberdade de escolha do aprendiz sob algum aspecto da sua prática tem se mostrado benéfica ao processo de aprendizagem. Pergunta-se: quais seriam os efeitos da estrutura de prática e da liberdade de escolha na aprendizagem de habilidades motoras?

### **3 OBJETIVO**

O objetivo dessa pesquisa foi investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática com liberdade de escolha na aprendizagem de habilidades motoras.

### **4 MÉTODO**

#### 4.1 Amostra

Participaram desse experimento 149 crianças voluntárias de ambos os gêneros, com média de idade de 10,8 ( $\pm 1$ ) anos, sem experiência prévia na tarefa utilizada, distribuídas aleatoriamente em seis grupos experimentais. Optou-se pela participação de crianças, pois a literatura com base na qual o problema de como estruturar a prática foi desenvolvido tem utilizado, na sua maioria, crianças como aprendizes. A participação no experimento foi condicionada ao consentimento livre e esclarecido assinado pelo responsável pela criança (ANEXO I). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (protocolo nº2006/17).

#### 4.2 Instrumento e tarefa

Foi utilizado o aparelho de timing coincidente em tarefas complexas (CORRÊA & TANI, 2004), o qual é composto por uma canaleta de 200 centímetros de comprimento, 10 centímetros de largura e quatro centímetros de altura. Sobre a canaleta estão dispostos, em linha reta, 90 diodos (*leds*) com a distância de um centímetro entre eles. O equipamento também é composto por uma mesa de madeira de 70 centímetros de comprimento, 90 centímetros de largura e seis centímetros de altura, sobre a qual estão dispostos cinco alvos, medindo cinco centímetros de largura e 15 centímetros de comprimento. E ainda, um computador com um software, o qual possibilita que os diodos acendam e apaguem em seqüência, em diferentes velocidades e com mudança de aceleração, além de permitir que o início do seu acendimento seja controlado pelo experimentador. O equipamento também conta com um indicador visual de conhecimento de resultados que qualifica o desempenho mediante cinco luzes: uma verde (“correto”), duas amarelas (a da esquerda – “um pouco antes”, e a da direita – “um pouco depois”) e duas vermelhas (a da esquerda – “muito antes”, e a da direita – “muito depois”).

Considerando a FIGURA 1 como exemplo, o computador registra os seguintes valores: o tempo de execução da tarefa (1→ 5); o tempo de cada componente, isto é, os tempos entre toques (ex. 1→ 2, 2→ 3, 3→ 4, 4→ 5); o timing

coincidente, que se refere ao tempo entre o último toque e o acendimento do diodo alvo (5 → d); e a seqüência de toques.

A tarefa consistiu em tocar cinco sensores em uma seqüência que variou de acordo com o grupo experimental, de forma que o último toque coincidissem com o acendimento de um diodo alvo.

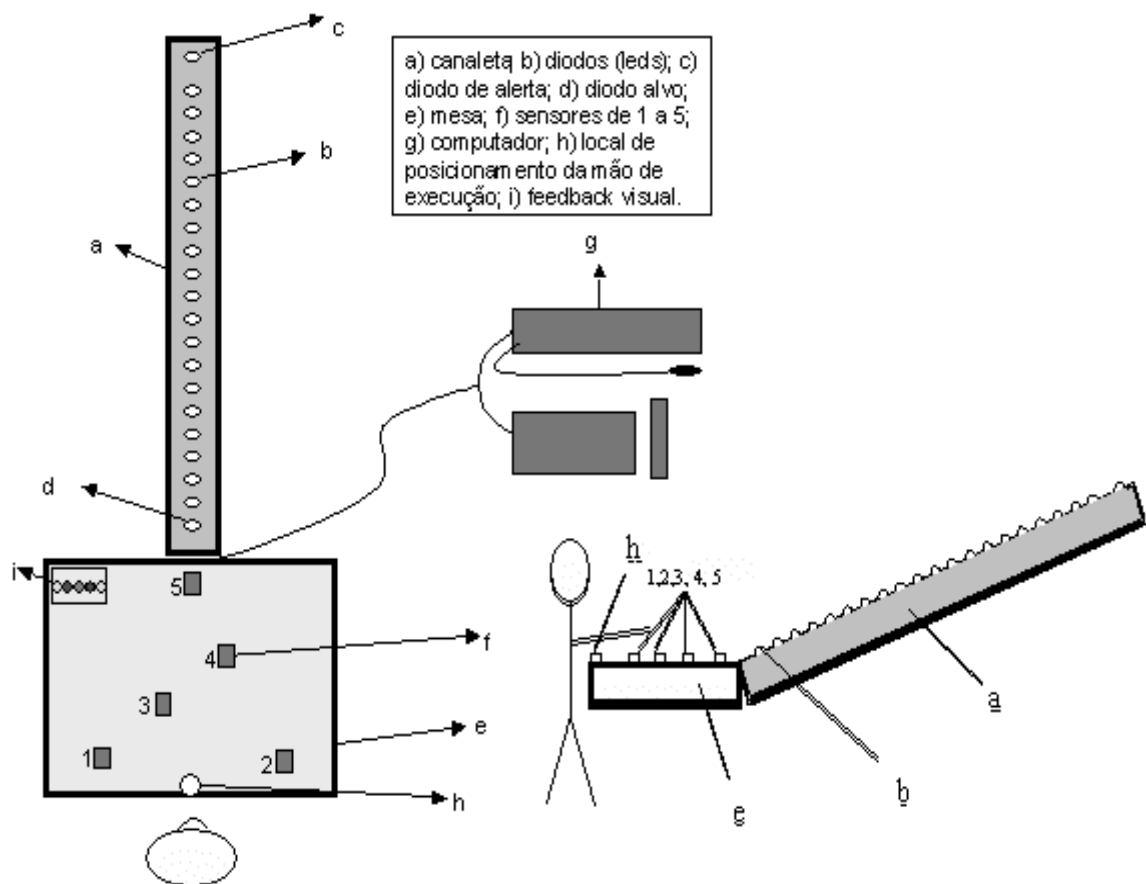


FIGURA 1 – Ilustração do aparelho de timing coincidente em tarefas complexas.

#### 4.3 Delineamento e procedimentos

O estudo foi composto de seis grupos experimentais: um grupo de prática constante; um grupo de prática constante seguida de variada aleatória; um grupo de prática constante com liberdade na escolha da seqüência; um grupo de prática constante com liberdade na escolha da seqüência seguida de liberdade na escolha da(s) seqüência(s); um grupo de prática constante com liberdade na escolha de

alguns componentes para formar uma seqüência; e um grupo de prática constante com liberdade na escolha de alguns componentes para formar uma seqüência seguida de liberdade na escolha de alguns componentes para formar uma ou mais seqüências.

O experimento foi realizado em duas fases: estabilização, na qual a prática foi conduzida até a obtenção de um desempenho critério, mais 36 tentativas de acordo com a situação experimental de cada grupo (QUADRO 1), todas com CR. E, a fase de adaptação, na qual foram executadas 36 tentativas em uma mesma situação para todos os grupos, sem CR. A utilização de um critério de desempenho foi adotada para assegurar que os aprendizes atingissem um mesmo estado na fase de estabilização, amenizando as diferenças individuais, além de servir como controle de possíveis experiências anteriores com tarefas similares. Esse critério foi de três tentativas consecutivas com erro de até  $\pm 30$  milissegundos. A velocidade do estímulo visual foi de 142,2 cm/s na fase de estabilização e de 104,9 cm/s na fase de adaptação.

Mais especificamente os grupos foram:

**Co: Prática constante**

Uma seqüência determinada pelo experimentador (1-2-4-3-5) até o critério, mais 36 tentativas utilizando a mesma seqüência.

**Co-AI: Prática constante seguida de variada aleatória**

Uma seqüência determinada pelo experimentador até o critério (1-2-4-3-5), mais 36 tentativas utilizando as três seqüências (1-2-4-3-5, 1-3-2-4-5 e 1-4-2-3-5) determinadas aleatoriamente pelo experimentador.

**Co(S): Prática constante com liberdade na escolha da seqüência**

Uma seqüência escolhida pelo aprendiz, dentre três apresentadas (1-2-4-3-5, 1-3-2-4-5 ou 1-4-2-3-5), até o critério, mais 36 tentativas utilizando a mesma seqüência escolhida.

**Co(S)-L(S): Prática constante com liberdade na escolha da seqüência seguida de liberdade na escolha da(s) seqüência(s)**

Uma seqüência escolhida pelo aprendiz, dentre três apresentadas (1-2-4-3-5, 1-3-2-4-5 ou 1-4-2-3-5), até o critério, mais 36 tentativas com liberdade de escolha entre as três seqüências apresentadas (1-2-4-3-5, 1-3-2-4-5 e 1-4-2-3-5).



**Co(C): Prática constante com liberdade na escolha dos componentes para formar uma seqüência**

Uma seqüência formada pelo aprendiz, com liberdade na escolha dos componentes intermediários, uma vez que o primeiro e o último toque foram estabelecidos (1 e 5), até o critério, mais 36 tentativas utilizando a mesma seqüência formada.

**Co(C)-L(C): Prática constante com liberdade na escolha dos componentes para formar uma seqüência seguida de liberdade na escolha dos componentes para formar uma ou mais seqüências.**

Uma seqüência formada pelo aprendiz, pela liberdade de escolha dos componentes intermediários, uma vez que o primeiro e o último toque foram estabelecidos (1 e 5), até o critério, mais 36 tentativas com a mesma liberdade de escolha, mas agora podendo variar a cada tentativa.

QUADRO 1 – Características dos grupos na fase de estabilização

GRUPOS	SEQÜÊNCIA					
	Até o critério			Após o critério		
	Determinada	Escolhida	Formada	Determinada	Escolhida	Formada
Co	<i>constante</i>			<i>constante</i>		
Co-AI	<i>constante</i>			<i>aleatória</i>		
Co(S)		<i>constante</i>			<i>constante</i>	
Co(S)-L(S)		<i>constante</i>			<i>liberdade para variar</i>	
Co(C)			<i>constante</i>			<i>constante</i>
Co(C)-L(C)			<i>constante</i>			<i>liberdade para variar</i>

O experimento foi realizado na Escola Estadual Presidente Arthur da Costa e Silva (Pouso Alegre – MG), numa sala fechada. O experimentador ia até a sala de aulas das crianças, apresentava-se e explicava, em linhas gerais, o experimento. Em seguida, destacava a não obrigatoriedade de participação e verificava os interessados em participar. Feito isso, uma criança voluntária acompanhava-o até a sala de realização do experimento.

Primeiramente, era explicado à criança que este estudo procurava entender como as pessoas aprendem e que, por esse motivo, a tarefa era

desconhecida, sendo normal haver erros no início, mas que com o tempo ela iria aprendendo e passaria a acertar.

A criança era posicionada em frente ao aparelho, de forma que pudesse tocar todos os sensores sem restrições. Era informado que ela deveria colocar a mão dominante sobre um sensor determinado para depois tocar com a ponta dos dedos cada um dos outros sensores, numa seqüência, e que para começar a realizar essa seqüência ela deveria dirigir o seu olhar para o diodo de alerta. Então, eram fornecidas informações sobre a canaleta (posicionada à sua frente, num ângulo de 30°) que primeiro acendia o diodo de alerta e, que após esse acendimento, a qualquer momento começaria a acender uma luz atrás da outra, como se estivesse indo em direção a ela. Assim, era instruído que a partir do momento que o estímulo luminoso começasse a correr, ela poderia começar a realizar a seqüência, fazendo com que o último toque (alvo n° 5) coincidisse com o acendimento da última luz da canaleta.

A criança era informada, também, que após cada tentativa deveria colocar a sua mão novamente na marca determinada e que receberia informações sobre o seu desempenho (conhecimento de resultados) mediante um aparato com legenda. Sobre esse aparato era informado que: se o seu último toque coincidissem com o acendimento da última luz, acenderia uma luz verde “certo”; se o seu último toque fosse “um pouco antes” ou “um pouco depois” do acendimento do último diodo, acenderia uma luz amarela e, caso o último toque fosse “muito antes” ou “muito depois” do acendimento do último diodo, acenderia uma luz vermelha. Além disso, a criança era informada que receberia a informação verbal do experimentador caso não realizasse a seqüência escolhida ou imposta corretamente.

Após verificar a compreensão da tarefa por parte da criança, era permitido que ela executasse seqüências de toques até três vezes. No caso dos grupos com liberdade de escolha, após essa experimentação, a criança fazia a escolha da seqüência a ser utilizada.

Ao término da fase de estabilização, a criança era informada que teria que realizar uma seqüência diferente das praticadas. Era apresentada a nova seqüência e permitido que a criança tocasse nos respectivos sensores, sem o estímulo visual.

Logo que era informada de que nessa fase não iria mais receber CR, a fase de adaptação era iniciada.

Ao final do experimento, o experimentador agradecia à criança por sua participação e caso ocorressem dúvidas, essas eram sanadas.

#### **4.4 Tratamento dos dados**

Os dados foram analisados em blocos de nove tentativas. Como todos os grupos realizaram tentativas de prática constante até atingir o critério de desempenho e os aprendizes realizaram diferentes quantidades de prática, foram analisados apenas o último bloco de tentativas da fase de estabilização e todos os blocos de tentativas da fase de adaptação. Para alcançar o número de 120 participantes, 149 foram coletados, ou seja, 29 desses não atingiram o critério de desempenho.

Os resultados foram analisados com relação a medidas que refletem o desempenho no alcance da meta da tarefa (timing coincidente), por meio dos erros absoluto (precisão), variável (consistência) e constante (direção do desempenho). Concernente ao padrão de movimento, em termos de sua estrutura macroscópica foi utilizada a medida de erro de execução e, em termos de sua estrutura microscópica, a medida de tempo total de movimento, com relação à sua magnitude e variabilidade. Outra medida utilizada, referente os grupos Co(S)-L(S) e Co(C)-L(C), foi a variabilidade do seqüenciamento.

Primeiramente, os extremos foram substituídos pela mediana do seu grupo com o seu valor incluído e, posteriormente, foi calculada uma nova mediana. Apenas um extremo por sujeito foi substituído.

Para a realização da análise inferencial foram testados os pressupostos para utilização da análise paramétrica, já que a natureza da variável dependente era intervalar. A independência das observações foi garantida e o pressuposto da normalidade foi assumido, visto a ANOVA ser um teste paramétrico robusto capaz de sobrepujar esse pressuposto quando o número de participantes por grupo é superior a quinze (GREEN, SALKIND & AKEY, 2000).

Em seguida, foi testado o pressuposto da homogeneidade de variância ou homocedasticidade. O teste de Levine indicou que as amostras não tinham a mesma variância. A análise de variância supõe que as variâncias populacionais para os diferentes grupos sejam todas iguais, embora as variâncias amostrais possam diferir como resultado da amostragem e o teste F não seja invalidado por diferenças moderadas entre as variâncias amostrais (LEVIN & FOX, 2004; PESTANA & GAGEIRO, 2005). Conforme VINCENT (1999), como regra geral, a maior variância de um grupo não deve ser mais do que duas vezes a do grupo menor. Então, as variâncias de cada grupo foram calculadas para verificar se esse pressuposto era atendido. Os resultados indicaram que as variâncias quase sempre foram superiores a duas vezes as das menores, de forma que a análise paramétrica não se tornou adequada para aplicação. Segundo SIEGEL (1975), as provas estatísticas não-paramétricas desempenham papel cada vez mais destacado nas ciências do comportamento.

Assim, foram utilizados testes não-paramétricos de Friedman para cada grupo, a fim de verificar as diferenças entre os blocos de tentativas e o teste de Kruskal Wallis em cada bloco para verificar se havia diferenças entre os grupos. Para isso, foi utilizado o *software* Statistica. Posteriormente, foram realizados testes de *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) a fim de localizar as diferenças encontradas tanto entre os blocos de tentativas ( $p$  ajustado  $<0,000556$ ) como entre os grupos ( $p$  ajustado  $<0,000238$ ). Apenas na medida de variabilidade de seqüenciamento, para verificar se havia diferença entre dois grupos foi utilizado o teste U de Mann-Whitney.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Medidas de desempenho relativas ao alcance da meta**

Os resultados das medidas de desempenho relacionadas ao alcance da meta da tarefa (timing coincidente) – erros absoluto, variável e constante – são apresentados na TABELA 1 e ilustrados, respectivamente, nas FIGURAS 2, 3 e 4.

TABELA 1 – Medianas dos erros absoluto (EA), variável (EV) e constante (EC) em milissegundos dos seis grupos experimentais, no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A).

GRUPOS	ERROS	Efim	A1	A2	A3	A4
Co	EA	68,36	156,06	119,00	125,56	114,94
	EV	62,31	143,27	94,86	103,58	97,25
	EC	14,56	-109,13	-103,29	-90,69	-62,59
Co-AI	EA	118,11	173,00	127,71	141,67	112,46
	EV	114,55	156,64	116,29	122,07	80,45
	EC	101,06	-119,44	-57,91	-83,28	-85,72
Co(S)	EA	64,21	147,12	117,89	89,50	109,60
	EV	80,43	152,43	112,30	92,03	100,10
	EC	23,92	-60,60	-58,22	-57,75	-65,13
Co(S)-L(S)	EA	68,75	186,84	126,89	156,25	120,84
	EV	82,27	167,18	93,35	104,44	87,90
	EC	27,05	-131,90	-106,72	-108,53	-108,67
Co(C)	EA	57,56	114,71	83,33	98,06	85,94
	EV	66,08	119,96	80,24	92,16	69,34
	EC	-16,89	-76,03	-68,56	-56,06	-68,00
Co(C)-L(C)	EA	61,84	156,38	128,60	124,31	126,63
	EV	70,83	126,49	103,24	110,33	85,18
	EC	-6,94	-90,22	-81,50	-52,44	-88,73

### 5.1.2 Erro absoluto

O erro absoluto se refere à precisão com que o objetivo da tarefa foi alcançado (timing coincidente). Conforme se pode observar na FIGURA 2, o grupo Co-AI apresentou erro absoluto superior aos demais no final da fase de estabilização e que esses apresentaram erros absolutos bem próximos, em ordem crescente: Co(C), Co(C)-L(C), Co(S), Co, Co(S)-L(S). Com a modificação da tarefa, todos os grupos apresentaram mudança na precisão. Na fase de adaptação, o grupo Co(C) apresentou erro absoluto inferior aos demais grupos em três blocos de tentativas e, no único bloco em que isso não ocorreu, apenas o grupo Co(S) foi um pouco mais preciso.

O teste de Friedman indicou diferenças entre os blocos de tentativas em todos os grupos: Co [ $X^2(n=19, gl=4)=34,82105, p<0,01$ ]; Co-AI [ $X^2(n=19,$

gl=4)=20,12632,  $p < 0,01$ ]; Co(S) [ $X^2$  (n=20, gl=4)=33,16000,  $p < 0,01$ ]; Co(S)-L(S) [ $X^2$ (n=20, gl=4)=50,20000,  $p < 0,01$ ]; Co(C) [ $X^2$ (n=20, gl=4)=31,20000,  $p < 0,01$ ] e Co(C)-L(C) [ $X^2$ (n=18, gl=4)=36,48889,  $p < 0,01$ ]. O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que: no grupo Co, o último bloco de tentativas da fase de estabilização foi diferente (apresentou erro inferior) do primeiro, segundo e terceiro blocos de tentativas da fase de adaptação; no grupo Co-AI, o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação foi diferente do segundo bloco; no grupo Co(S), o último bloco de tentativas da fase de estabilização foi diferente (apresentou erro inferior) do primeiro e do segundo bloco de tentativas da fase de adaptação; no grupo Co(S)-L(S), o último bloco de tentativas da fase de estabilização foi diferente de todos os outros blocos (apresentou erro inferior); no grupo Co(C), o último bloco de tentativas da fase de estabilização foi diferente (apresentou erro inferior) do primeiro e do terceiro bloco da fase de adaptação; e, no grupo Co(C)-L(C), o último bloco de tentativas da fase de estabilização foi diferente de todos os outros blocos (apresentou erro inferior).

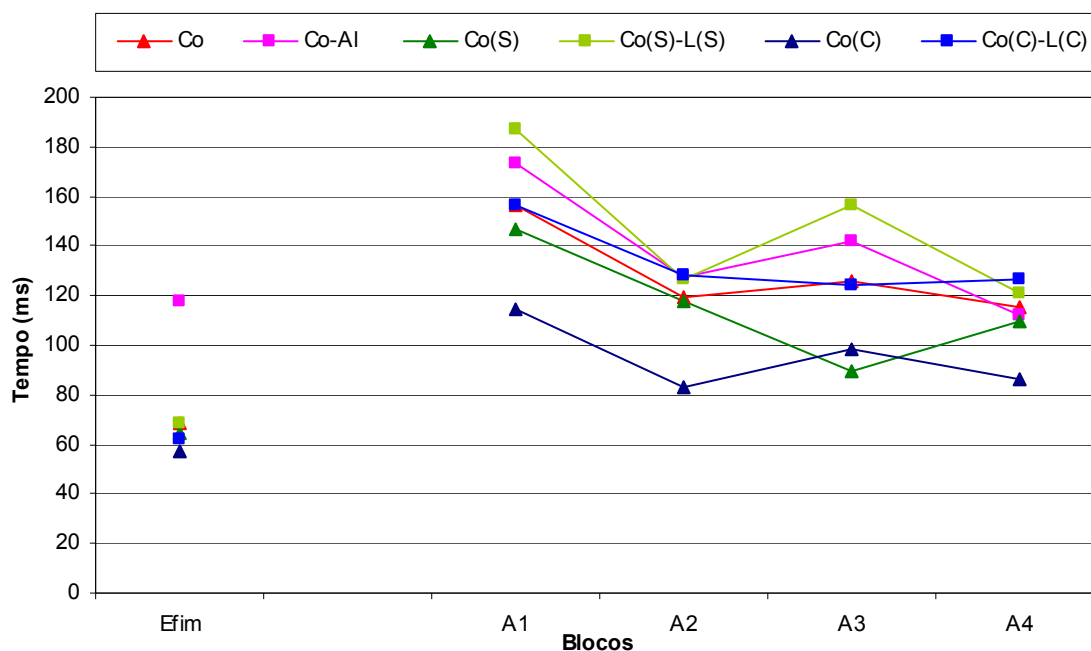


FIGURA 2 – Medianas do erro absoluto em milissegundos, no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A), dos seis grupos experimentais.

Na análise inferencial entre grupos, o teste Kruskal Wallis encontrou diferenças no final da fase de estabilização [ $X^2(n=119, gl=5)=25,90, p=0,0001$ ], no primeiro [ $X^2(n=118, gl=5)=17,55, p=0,0036$ ], no segundo [ $X^2(n=118, gl=5)=15,27, p=0,0092$ ] e no terceiro [ $X^2(n=120, gl=5)=16,68, p=0,0051$ ] blocos de tentativas da fase de adaptação.

O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que no último bloco de tentativas da fase de estabilização: os grupos Co e Co(S) apresentaram menos erros do que o grupo Co-Al; o grupo Co-Al mostrou o pior desempenho comparado a todos os outros grupos; o grupo Co(S)-L(S) apresentou mais erros do que o grupo Co(C) e Co(C)-L(C) e menos do que o Co-Al; os grupos Co(C) e o Co(C)-L(C) obtiveram melhor desempenho do que os grupos Co-Al e Co(S)-L(S).

No primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação, o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) mostrou que: o grupo Co teve melhor desempenho do que o grupo Co(S)-L(S) e obteve mais erros do que o grupo Co(S); o grupo Co-Al teve pior desempenho do que os grupos Co(C) e Co(C)-L(C); o grupo Co(S) obteve melhor desempenho do que o Co(S)-L(S) e pior do que Co(C); o grupo Co(S)-L(S) teve maior número de erros do que os grupos Co, Co(S), Co(C) e Co(C)-L(C), e os grupos Co(C) e o Co(C)-L(C) obtiveram melhor desempenho do que os grupos Co-Al e Co(S)-L(S).

No segundo bloco de tentativas da fase de adaptação, o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) indicou que o grupo Co(C) teve melhor desempenho do que todos os outros grupos. E, no terceiro bloco, o teste *post hoc* mostrou que o grupo Co e Co-Al tiveram desempenho pior do que os grupos Co(S) e Co(C); os grupos Co(S) e Co(C) apresentaram menos erros do que os grupos Co, Co-Al, Co(S)-L(S) e Co(C)-L(C); o grupo Co(S)-L(S) obteve mais erros do que os grupos Co(S), Co(C) e Co(C)-L(C); e, o grupo Co(C)-L(C) obteve melhor desempenho do que Co(S)-L(S) e pior do que Co(S) e Co(C).

Sintetizando, em todos os grupos, com exceção do Co-Al, houve diferença entre o último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação, assim, pode-se inferir que a mudança na tarefa provocou piora no desempenho em termos de precisão. O grupo Co-Al não apresentou diferenças entre

esses blocos de tentativas, pois o seu erro no final da fase de estabilização ainda estava alto. O grupo Co(C) foi mais preciso do que os grupos Co-AI e Co(S)-L(S) no último bloco de tentativas da fase de estabilização e no primeiro bloco da fase de adaptação. No segundo bloco de tentativas da fase de adaptação o Co(C) foi mais preciso do que todos os outros e, no terceiro, foi melhor do que os grupos Co, Co-AI, Co(S)-L(S) e Co(C)-L(C).

### 5.1.3 Erro variável

O erro variável se refere à consistência com que a meta da tarefa foi atingida. A FIGURA 3 permite notar que no último bloco de tentativas da fase de estabilização o grupo Co-AI apresentou desempenho mais inconsistente. Os desempenhos dos demais grupos apresentaram-se próximos em relação à consistência, na seguinte ordem: Co, Co(C), Co(C)-L(C), Co(S) e Co(S)-L(S). Com a modificação da tarefa, todos os grupos apresentaram mudança na consistência. Na fase de adaptação, o grupo Co(C) se apresenta mais consistente do que os demais grupos em três blocos (A1, A2 e A4) e no bloco A3 este grupo é, juntamente ao Co(S), o mais consistente.

Com relação às comparações intragrupo, o teste de Friedman indicou diferença entre os blocos em todos os grupos: Co [ $\chi^2(n=19, gl=4)=21,68421, p<0,00023$ ], Co-AI [ $\chi^2(n=19, gl=4)=18,82105, p<0,00085$ ], Co(S) [ $\chi^2(n=20, gl=4)=18,72000, p<0,00089$ ], Co(S)-L(S) [ $\chi^2(n=20, gl=4)=20,48000, p<0,00040$ ], Co(C) [ $\chi^2(n=20, gl=4)=16,48000, p<0,00244$ ] e Co(C)-L(C) [ $\chi^2(n=19, gl=4)=22,73684, p<0,00014$ ].

O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) mostrou que: no grupo Co, o desempenho no último bloco de tentativas da fase de estabilização foi mais consistente do que aquele do primeiro bloco da fase de adaptação; no grupo Co-AI, o último bloco de tentativas da fase de adaptação mostrou desempenho mais consistente do que o do primeiro bloco dessa fase; no grupo Co(S) o desempenho no segundo bloco de tentativas da fase de aquisição foi mais consistente do que no primeiro bloco dessa fase; nos grupos Co(S)-L(S) e Co(C) o desempenho do último bloco de tentativas da fase de estabilização foi mais consistente do que o do primeiro



bloco da fase de adaptação e o desempenho do último bloco da fase de adaptação foi mais consistente do que o do primeiro bloco dessa fase; e, no grupo Co(C)-L(C), o desempenho do último bloco de tentativas da fase de estabilização foi mais consistente do que o do primeiro e o terceiro bloco de tentativas da fase de adaptação.

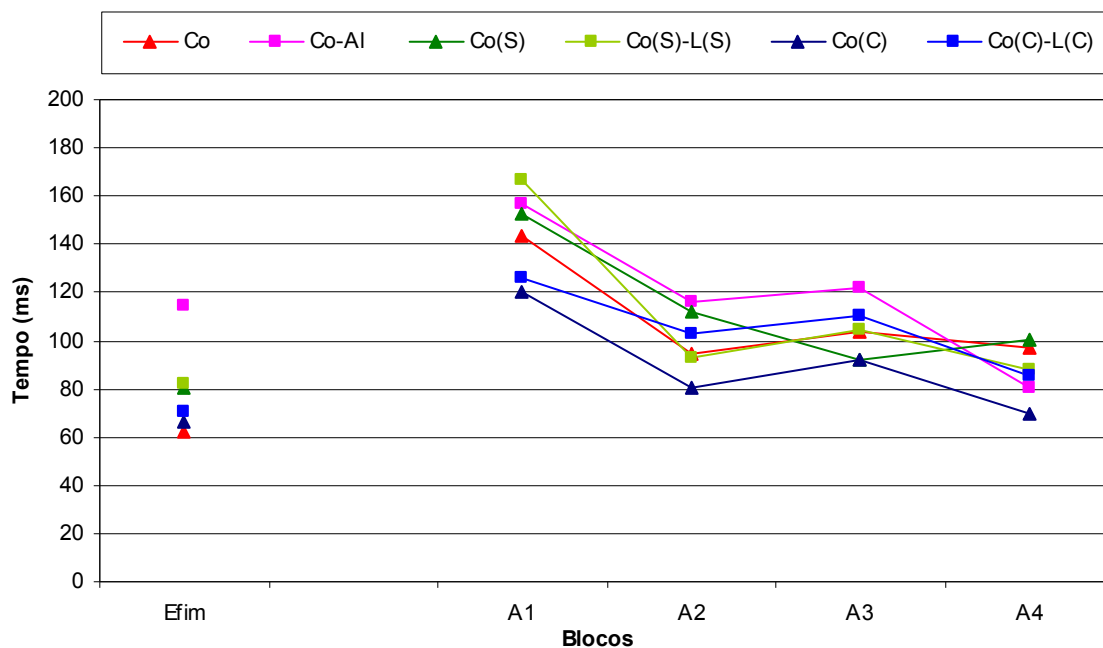


FIGURA 3 - Medianas do erro variável em milissegundos no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A) dos seis grupos experimentais.

A análise entre grupos confirmou parcialmente as observações do último bloco de tentativas da fase de estabilização, pois o teste Kruskal Wallis encontrou diferença nesse bloco [ $\chi^2(n=119, gl=5)=22,34, p=0,0005$ ] e o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que: os grupos Co, Co(C) e Co(C)-L(C) foram mais consistentes do que os grupos Co-Al e Co(S)-L(S); o grupo Co(S) foi mais consistente que o Co-Al; o grupo Co(S)-L(S) foi mais consistente do que o Co-Al, mas menos consistente do que os grupos Co, Co(C) e Co(C)-L(C); e que o grupo Co-Al foi o menos consistente em comparação a todos os grupos. Porém, na fase de adaptação o teste Kruskal Wallis não encontrou diferenças entre os grupos em nenhum dos blocos de tentativas.

Em síntese, os grupos Co, Co(C) e Co(C)-L(C) foram mais consistentes do que os grupos Co-Al e Co(S)-L(S) no último bloco de tentativas da fase de estabilização. Na fase de adaptação, os grupos Co(S)-L(S) e Co(C) aumentaram a sua consistência do primeiro para o último bloco de tentativas dessa fase.

#### 5.1.4 Erro constante

O erro constante reflete a direção do desempenho. Conforme se pode observar na FIGURA 4, no último bloco de tentativas da fase de estabilização, os grupos Co(C) e Co(C)-L(C) adiantaram a resposta em relação à coincidência e os grupos Co, Co(S), Co(S)-L(S) e Co-Al a atrasaram. Na fase de adaptação, todos os grupos adiantaram a resposta, sendo que no primeiro bloco de tentativas dessa fase o grupo Co(S) foi o que menos adiantou e o grupo Co(S)-L(S) foi o que mais adiantou em todos os blocos de tentativas.

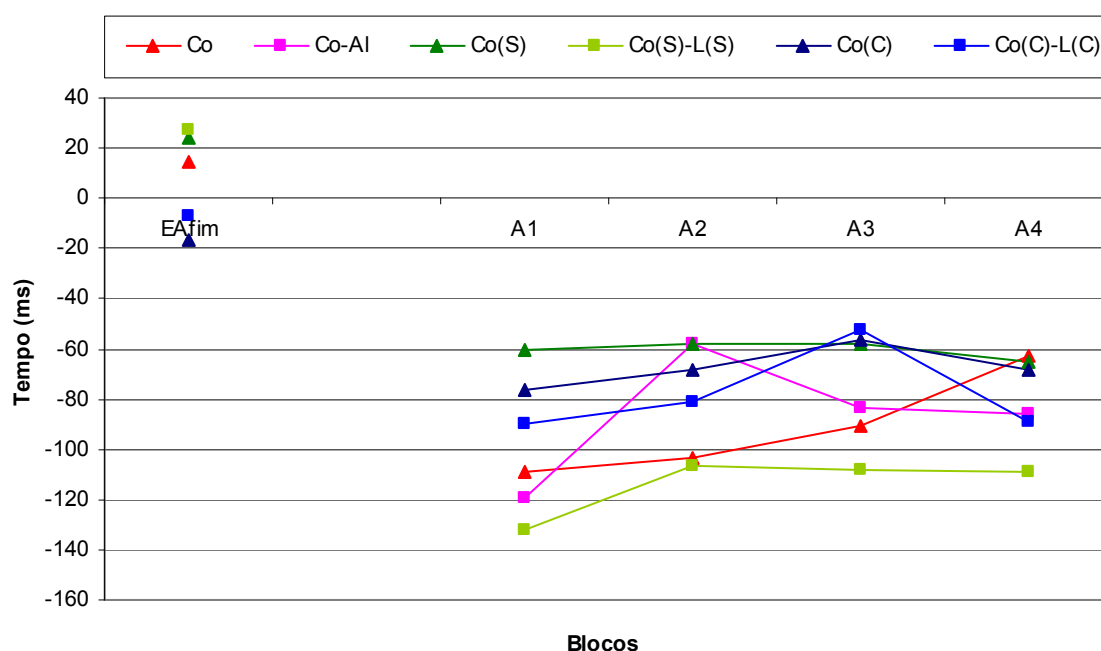


FIGURA 4 - Medianas do erro constante em milissegundos no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A) dos seis grupos experimentais.

Na análise inferencial, com relação às comparações intragrupo, o teste de Friedman mostrou que todos os grupos apresentaram diferenças entre os blocos de tentativas: Co [ $X^2(n=20, gl=4)=22,24000, p<0,00018$ ], Co-AI [ $X^2(n=20, gl=4)=39,32000, p<0,00000$ ], Co(S) [ $X^2(n=20, gl=4)=31,24000, p<0,00000$ ], Co(S)-L(S) [ $X^2(n=20, gl=4)=42,56000, p<0,00000$ ], Co(C) [ $X^2(n=20, gl=4)=27,32000, p<0,00002$ ] e Co(C)-L(C) [ $X^2(n=20, gl=4)=11,48000, p<0,02167$ ].

O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que: no grupo Co, o desempenho no último bloco de tentativas da fase de estabilização estava atrasado e no primeiro bloco da fase de adaptação passou a adiantar; nos grupos Co-AI e Co(S), o desempenho no último bloco de tentativas da fase de estabilização estava atrasado e no primeiro, terceiro e quarto bloco de tentativas da fase de adaptação passou a adiantar; no grupo Co(S)-L(S) o desempenho no último bloco de tentativas da fase de estabilização estava atrasado e passou a adiantar no primeiro, segundo, terceiro e quarto bloco de tentativas da fase de adaptação; o desempenho do grupo Co(C) já estava adiantado no último bloco de tentativas da fase de estabilização e passou a adiantar mais no primeiro, segundo e terceiro bloco de tentativas da fase de adaptação; e, o grupo Co(C)-L(C) estava adiantando as suas respostas no último bloco de tentativas da fase de estabilização e passou a adiantar mais no primeiro bloco da fase de adaptação.

O teste Kruskal Wallis encontrou diferença entre os grupos no último bloco de tentativas da fase de estabilização [ $X^2(n=120, gl=5)=21,69, p=0,0006$ ] e o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) confirmou que: o grupo Co atrasou menos do que os grupos Co-AI, Co(S) e Co(S)-L(S) e adiantou menos do que os grupos Co(C) e Co(C)-L(C); o Co-AI atrasou a sua resposta mais do que todos os grupos; os grupos Co(S) e Co(S)-L(S) atrasaram menos do que o Co-AI e mais do que Co e, em comparação aos grupos Co(C) e Co(C)-L(C), que adiantaram a sua resposta, esses foram mais atrasados; e, os grupos Co(C) e Co(C)-L(C) foram menos atrasados do que o grupo Co-AI, Co(S) e Co(S)-L(S) e mais atrasados do que o grupo Co.

O teste Kruskal Wallis também encontrou diferença no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação [ $X^2(n=120, gl=5)=12,21, p=0,0319$ ] e o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que: os grupos Co e Co-AI

adiantaram menos do que o grupo Co(S)-L(S) e mais do que os grupos Co(S), Co(C) e Co(C)-L(C); o grupo Co(S) adiantou menos do que os grupos Co-Al, Co(S)-L(S), Co(C) e Co(C)-L(C); o grupo Co(S)-L(S) adiantou mais a sua resposta do que todos os outros grupos; e, os grupos Co(C) e Co(C)-L(C) adiantaram mais do que o Co(S) e adiantaram menos do que os grupos Co, Co-Al e Co(S)-L(S).

Sintetizando, todos os grupos foram diferentes no último bloco de tentativas da fase de estabilização com o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação, isto é, a modificação na tarefa provocou mudança na direção do desempenho, confirmando que todos os grupos passaram a adiantar ou adiantaram mais a sua resposta. O grupo Co(S) adiantou menos do que os grupos Co-Al, Co(S)-L(S), Co(C) e Co(C)-L(C) no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação.

## 5.2 Medidas de padrão de movimento

### 5.2.1 Estrutura macroscópica

#### 5.2.1.1 Erro de execução

A medida de erro de execução mostra quantas tentativas no bloco de nove foram executadas de forma incompleta ou na seqüência incorreta. Os dados dessa medida são apresentados na TABELA 2 e representados na FIGURA 5.

TABELA 2 – Medianas do erro de execução, em número de tentativas, dos seis grupos experimentais no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A).

GRUPOS	Efim	A1	A2	A3	A4
Co	1	1	1	0	0
Co-Al	1.5	0	0	0	0
Co(S)	1	1	0	0	0
Co(S)-L(S)	0	0	0	0	0
Co(C)	0	0	0	0	0
Co(C)-L(C)	0	1	0	0	0

A FIGURA 5, associada às medidas da TABELA 2, permite observar que os grupos Co(C) e Co(S)-L(S) não apresentaram erros de execução em nenhum dos blocos de tentativas analisados. No último bloco de tentativas da fase de estabilização o grupo Co(C)-L(C) não exibiu erros de execução, os grupos Co e Co(S) apresentaram poucos erros e o grupo Co-AI cometeu o maior número de erros. Na fase de adaptação, o grupo Co-AI, que terminou a fase de estabilização com mais erros de execução, não apresentou esse tipo de erro em nenhum dos blocos de tentativas. O grupo Co manteve o número de erros de execução observado no final da fase de estabilização nos dois primeiros blocos de tentativas da fase de adaptação, reduzindo esse número a zero nos dois últimos blocos de tentativas dessa fase. No primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação, o grupo Co(S) manteve o mesmo número de erros de execução do final da fase de estabilização, reduzindo esse número a zero no segundo, terceiro e último bloco de tentativas. O grupo Co(C)-L(C) aumentou o número de erros de execução no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação, mas do segundo ao quarto bloco voltou a não exibir nenhum erro desse tipo, assim como ocorreu no último bloco da fase de estabilização.

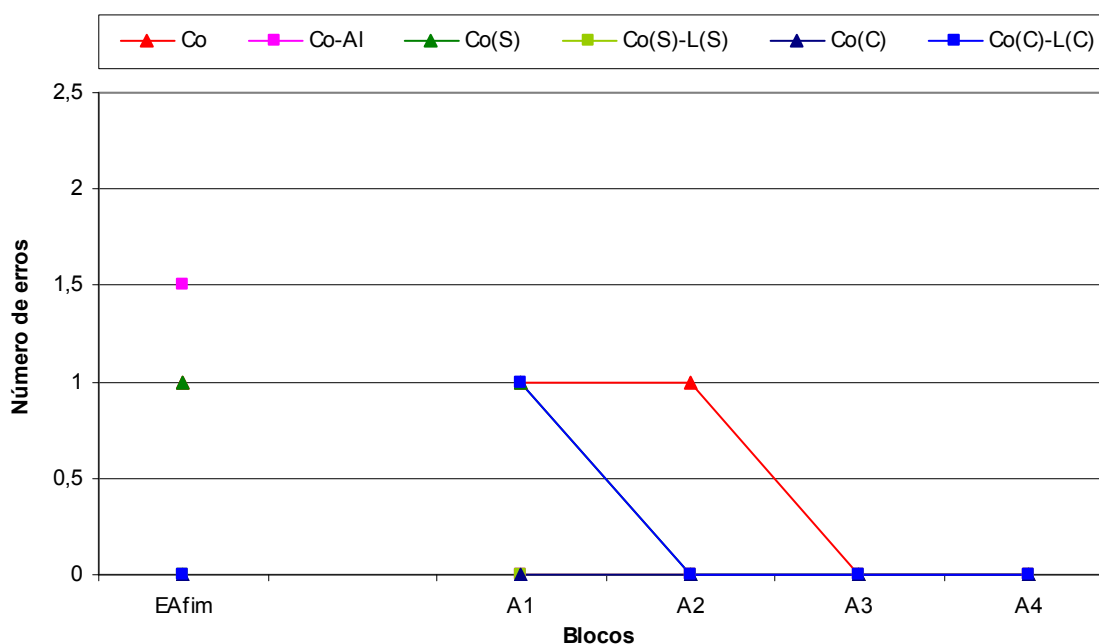


FIGURA 5 - Medianas do erro de execução, em número de tentativas, no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A) dos seis grupos experimentais.

Concernente às comparações intragrupo, o teste de Friedman indicou que o grupo Co-AL reduziu os erros de execução do fim da fase de estabilização para o terceiro bloco de tentativas da fase de adaptação [ $\chi^2(n=20, gl=4)=27,00, p<0,00002$ ], sendo essa a única diferença apontada entre os blocos de tentativas, em todos os grupos.

Na análise entre grupos, o teste Kruskal Wallis encontrou diferença apenas no último bloco de tentativas da fase de estabilização [ $\chi^2(n=120, gl=5)=33,29, p = 0,0000$ ] e o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) confirmou que os grupos Co(C), Co(C)-L(C) e Co(S)-L(S) tiveram menos erros de execução do que o grupo Co-AL no último bloco de tentativas da fase de estabilização.

## 5.2.2 Estrutura microscópica

### 5.2.2.1 Magnitude e variabilidade do tempo total de movimento

TABELA 3 – Medianas do tempo total de movimento (TTM) e da sua variabilidade (VTTM) em milissegundos no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A) dos seis grupos experimentais.

GRUPOS	TEMPOS	Efim	A1	A2	A3	A4
Co	TTM	1454.56	1810.88	1816.71	1829.31	1857.41
	VTTM	4.72	7.48	5.23	5.53	5.39
Co-AL	TTM	1541.06	1794.84	1862.09	1830.67	1823.28
	VTTM	7.05	8.30	6.98	6.61	4.43
Co(S)	TTM	1463.92	1837.46	1855.52	1857.38	1838.70
	VTTM	5.63	8.03	5.99	5.09	5.39
Co(S)-L(S)	TTM	1467.05	1788.10	1813.28	1811.47	1811.33
	VTTM	5.67	9.58	5.22	5.65	4.93
Co(C)	TTM	1424.56	1843.97	1851.44	1863.94	1852.00
	VTTM	4.56	6.45	4.33	4.90	3.76
Co(C)-L(C)	TTM	1433.06	1829.78	1838.50	1867.56	1831.27
	VTTM	4.95	7.13	5.69	6.08	4.71

O tempo total de movimento se refere ao tempo gasto entre o início do movimento e o toque no último sensor. O comportamento dos seis grupos nessa medida é representado graficamente na FIGURA 6 com seus respectivos valores medianos apresentados na TABELA 3. Uma análise descritiva permite observar que no último bloco de tentativas da fase de estabilização, o grupo Co(C) apresentou um menor tempo total de movimento seguido pelos grupos Co(C)-L(C), Co, Co(S) e Co(S)-L(S). Por sua vez, o grupo Co-AI apresentou o maior tempo total de movimento em relação aos demais grupos. Na fase de adaptação, o grupo Co(S)-L(S) foi o que apresentou menor tempo total de movimento em todos os blocos de tentativas comparado aos demais grupos.

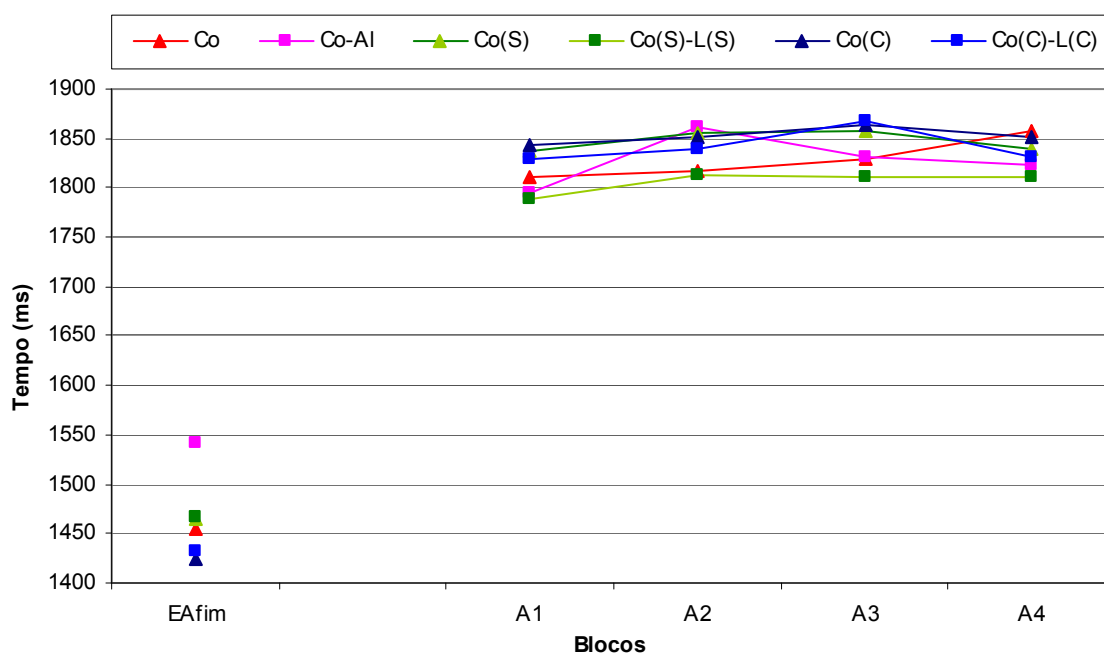


FIGURA 6 - Medianas do tempo total de movimento em milissegundos no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A) dos seis grupos experimentais.

Nas comparações intragrupo, o teste de Friedman indicou que todos os grupos apresentaram diferenças entre os blocos de tentativas: Co [ $X^2(n=20, gl=4)=43,32, p<0,00000$ ], Co-AI [ $X^2(n=20, gl=4)=43,56, p<0,00000$ ], Co(S) [ $X^2(n=20, gl=4)=41,80, p<0,00000$ ], Co(S)-L(S) [ $X^2(n=20, gl=4)=45,92, p<0,00000$ ], Co(C) [ $X^2(n=20, gl=4)=44,04, p<0,00000$ ] e Co(C)-L(C) [ $X^2(n=20, gl=4)=42,72, p<0,00000$ ]. O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que: nos

grupos Co, Co(S), Co(S)-L(S), Co(C) e Co(C)-L(C) o último bloco de tentativas da fase de estabilização apresentou um tempo menor do que os tempos de todos os blocos da fase de adaptação; no grupo Co-AI, o tempo do último bloco de tentativas da fase de estabilização foi menor do que os tempos no segundo, terceiro e quarto bloco da fase de adaptação e, o tempo no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação foi menor do que no segundo bloco dessa fase.

Na análise entre grupos, o teste Kruskal Wallis encontrou diferença apenas no último bloco de tentativas da fase de estabilização [ $X^2(n=120, gl=5)=20,25, p<0,0011$ ]. O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) confirmou que o tempo total de movimento do grupo Co-AI foi mais alto do que os dos grupos Co(C) e Co(C)-L(C).

Em síntese, todos os grupos apresentaram tempo total de movimento maior em todos os blocos de tentativas da fase de adaptação quando comparados com o tempo total do final da fase de estabilização, com exceção do grupo Co-AI que só não apresentou diferença de aumento do tempo do fim da fase de estabilização para o primeiro bloco da fase de adaptação. Na fase de adaptação, não foram encontradas diferenças entre os grupos, indicando que eles usaram tempos totais de movimento semelhantes.

Uma vez que o tempo de execução era condicionado pela duração do estímulo visual, essa medida também foi calculada em relação à sua variabilidade. O comportamento dos seis grupos nessa medida é representado graficamente na FIGURA 7 com seus respectivos valores medianos apresentados na TABELA 3. A partir dessa figura, pode ser observado que tanto no final da fase de estabilização quanto nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação, a variabilidade do tempo total de movimento foi semelhante entre os grupos.

Nas comparações intragrupo, o teste de Friedman indicou que houve diferença entre os blocos de tentativas nos grupos Co-AI [ $X^2(n=20, gl =4)=23,32000, p<0,00011$ ], Co(S) [ $X^2(n=20, gl=4)=17,08000, p<0,00187$ ], Co(S)-L(S) [ $X^2(n=20, gl=4)=18,04000, p<0,00121$ ] e Co(C) [ $X^2(n=20, gl =4)=17,12000, p<0,00183$ ]. O teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) apontou que: no grupo Co-AI a variabilidade do tempo total de movimento foi maior no último bloco de tentativas da fase de estabilização do que no último bloco da fase de adaptação e a variabilidade



no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação foi maior do que no último bloco dessa fase; no grupo Co(S) o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação teve maior variabilidade do que o terceiro bloco dessa fase, no grupo Co(S)-L(S) o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação teve maior variabilidade do que o quarto bloco dessa fase; e, no grupo Co(C) a variabilidade do primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação foi maior do que a do segundo e quarto blocos dessa fase.

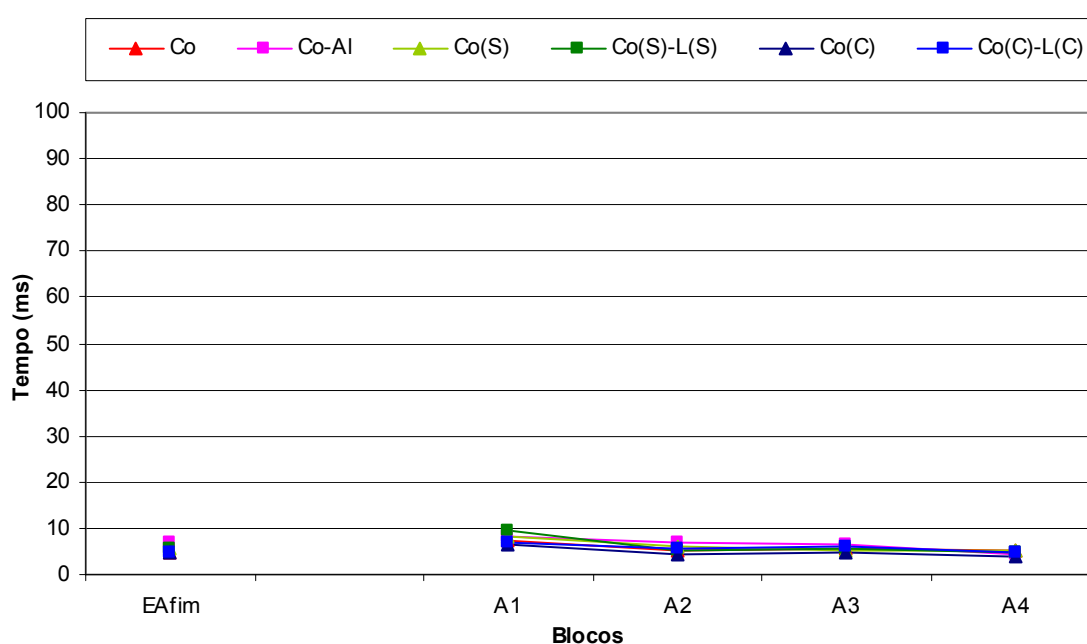


FIGURA 7 - Medianas da variabilidade do tempo total de movimento em milissegundos no último bloco de tentativas da fase de estabilização (Efim) e nos quatro blocos de tentativas da fase de adaptação (A) dos seis grupos experimentais.

Na análise inferencial, o teste Kruskal Wallis não encontrou diferença entre os grupos em nenhum dos blocos de tentativas, possivelmente as estratégias de toques utilizadas foram semelhantes entre os grupos.

Em síntese, o grupo Co-AI reduziu a sua variabilidade do fim da fase de estabilização e do começo da fase de adaptação para o último bloco de tentativas da fase de adaptação. E, os grupos Co(S)-L(S) e Co(C) reduziram a sua variabilidade do primeiro para o último bloco de tentativas da fase de adaptação.

### 5.3 Variabilidade de seqüenciamento

Como nos grupos Co(S)-L(S) e Co(C)-L(C) foi fornecido ao aprendiz liberdade na escolha do seqüenciamento a cada tentativa, nas últimas 36 tentativas da fase de estabilização, foi realizada uma análise complementar para verificar quanto os participantes desses grupos variaram a seqüência utilizada. O comportamento dos dois grupos nessa medida é representado graficamente na FIGURA 8 com seus respectivos valores medianos apresentados na TABELA 4.

TABELA 4 - Medianas do número de variações das seqüências utilizadas pelos dois grupos experimentais nos quatro blocos de tentativas finais da fase de estabilização (E).

GRUPOS	E	E	E	E
Co(S)-L(S)	1	1	0	0
Co(C)-L(C)	3	0.5	0.5	0

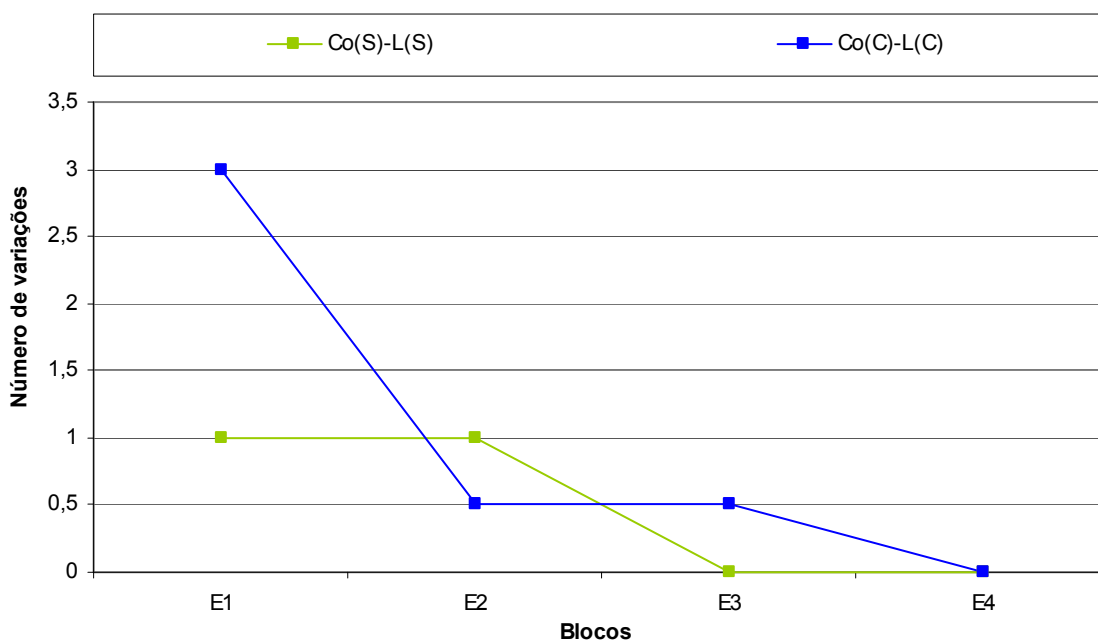


FIGURA 8 – Medianas do número de variações das seqüências utilizadas nos quatro blocos de tentativas finais da fase de estabilização (E) pelos dois grupos experimentais Co(S)-L(S) e Co(C)-L(C).

Uma análise descritiva permite observar que o grupo Co(C)-L(C) utilizou mais variações de seqüenciamento que o grupo Co(S)-L(S) nos três primeiros blocos de tentativas da fase de estabilização. Apesar dos dois grupos terem variado mais no primeiro bloco de tentativas do que nos demais, o grupo Co(C)-L(C) mostrou uma redução brusca do primeiro para o segundo bloco e, então reduziu progressivamente até o último bloco de tentativas. Por sua vez, o grupo Co(S)-L(S) reduziu levemente do primeiro para o segundo bloco de tentativas e, só após esse, reduziu progressivamente até o último bloco.

Na análise intragrupo, o teste de Friedman detectou diferenças para ambos os grupos – Co(S)-L(S) [ $X^2(n=20, gl=3)=14,34884$   $p<0,00247$ ] e Co(C)-L(C) [ $X^2(n=20, gl=3)=15,70000$   $p<0,00131$ ]. Entretanto, o teste *post hoc* sugerido por SIEGEL e CASTELLAN (1988) não localizou as diferenças. Na análise entre grupos, o teste U de Mann-Whitney apontou diferença no primeiro bloco de tentativas ( $z=-1,97$ ,  $p=0,048837$ ), o grupo Co(C)-L(C) variou mais nesse bloco.

## 6 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática com liberdade na escolha da resposta motora na aprendizagem de habilidades motoras. Para isso foi realizado um experimento em que, num primeiro momento, as estruturas de prática constante e constante seguida de variada aleatória foram associadas a diferentes liberdades de escolha. Em um momento posterior, as condições experimentais foram igualadas entre si, porém, diferenciadas daquelas anteriores, o que permitiu verificar o processo adaptativo de todos os grupos em relação a uma modificação perceptivo-efetora da tarefa.

Os resultados mostraram que a prática constante com liberdade na escolha dos componentes foi a que proporcionou melhores resultados na adaptação a uma nova tarefa. Isso porque o grupo submetido a esse tipo de prática foi mais preciso do que os grupos de prática constante seguida de variada aleatória e constante com liberdade na escolha da seqüência seguido de liberdade na escolha da(s) seqüência(s) no final da fase de estabilização e no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação; no segundo bloco de tentativas da fase de adaptação ele foi

mais preciso do que todos os outros grupos; no terceiro bloco de tentativas dessa fase ele foi mais preciso do que os grupos constante, constante seguida de variada aleatória, constante com liberdade na escolha da seqüência seguida de liberdade na escolha da(s) seqüência(s) e constante com liberdade na escolha dos componentes seguida de liberdade na escolha dos componentes. O grupo constante com liberdade de escolha nos componentes também melhorou a consistência do desempenho e apresentou redução na variabilidade do tempo total de movimento do primeiro para o último bloco de tentativas da fase de adaptação.

Até então, referente à aquisição de habilidades motoras, as evidências sugeriam que primeiramente haveria necessidade da prática constante para se formar a estrutura da habilidade e, posteriormente, da prática aleatória para promover sua diversificação, o que possibilitaria flexibilidade à habilidade e, conseqüentemente capacidade de adaptação (CORRÊA & TANI, 2005). Entretanto, a estrutura de prática constante (tradicionalmente caracterizada pela repetição da informação, estabilidade, consistência, ordem e precisão) além de permitir o alcance da estabilidade num conjunto de soluções apropriadas (TANI, 1999) pode, conforme encontrado nos resultados de CORRÊA e colaboradores (2003) e segundo CORRÊA e TANI (2005), possibilitar a formação de um padrão de interação entre os componentes do sistema, com flexibilidade suficiente para se adaptar a novas situações. Os resultados do presente estudo demonstram que a efetividade da estrutura de prática constante é aumentada quando se oferece ao aprendiz liberdade na escolha da resposta motora, especificamente no que se refere à escolha dos componentes que formam a seqüência, para a aprendizagem motora. Desta maneira, a prática constante que inclui liberdade na escolha da resposta motora possibilita a aquisição de um padrão de movimento flexível que, por sua vez, possibilita ao aprendiz respostas adequadas às variações do meio ambiente, permitindo que ele antecipe futuros eventos ou modifique o padrão motor para se adaptar às novas situações ou tarefas motoras (TANI, 1982).

Uma possível explicação para esse resultado é que a estrutura de prática constante com liberdade na escolha dos componentes permitiu que o aprendiz selecionasse uma seqüência mais confortável para a sua prática. Sendo o termo conforto entendido como uma condição em que o sistema de controle opera

satisfatoriamente e que essa condição é gerada quando o sistema desfruta de segurança e pode atuar de maneira econômica (GIMENEZ & MANOEL, 2005). Nesse sentido, a referida estrutura de prática possibilitou que o sistema adquirisse maior redundância do que as demais estruturas de prática com diferentes liberdades de escolha do aprendiz. Segundo TANI (1995) a redundância alcançada na estabilização é fundamental para a adaptação. Possivelmente ela é uma consequência da formação de um padrão motor mais flexível.

Isso fortalece a afirmação de TANI (1998a) de que proporcionar liberdade na escolha de alternativas encoraja os aprendizes a explorarem suas potencialidades de movimento, dando informações sobre a macroestrutura do mesmo apenas como referencial orientador dessa exploração. Assim, com a orientação recebida e com o *feedback* intrínseco, a macroestrutura do movimento se torna gradativamente ordenada. Ao final, um padrão de movimento consistente na sua macroestrutura e ao mesmo tempo variável na microestrutura é adquirido. No presente estudo essa exploração se deu na escolha da resposta motora, mais especificamente dos componentes intermediários.

Nesse sentido, outra afirmação que também é fortalecida com esses resultados é a da importância da existência de regras fixas que resultam na estabilidade macroscópica e das estratégias flexíveis responsáveis pela variabilidade microscópica. Nesse estudo os grupos foram manipulados em relação a nenhum ou a algum controle em dois aspectos: estrutura de prática a ser realizada e resposta motora. O grupo que melhor se adaptou teve a estrutura de prática constante determinada pelo experimentador durante toda fase de estabilização, e, com relação à resposta motora pode formar a seqüência, tendo o primeiro e o último toque determinados pelo experimentador, caracterizando assim as regras fixas na estabilidade macroscópica e a variabilidade microscópica.

Referente a um grau adequado na liberdade de escolha do aprendiz, os resultados desse estudo mostraram que as estruturas de prática constante com liberdade na escolha da seqüência seguido de liberdade na escolha da(s) seqüência(s); constante seguida de variada aleatória e constante foram, nessa ordem, as que tiveram maior dificuldade em se adaptar a modificação da tarefa. Assim, esses resultados corroboram os de TANI (1982) e BASTOS (2007) no sentido

da ausência de liberdade de escolha (aprendizagem totalmente dirigida) enfatizar somente o aspecto invariável da habilidade, contribuindo para a formação de padrões de movimento estereotipados, de difícil adaptação e de não ser qualquer liberdade que proporciona benefícios à aprendizagem motora.

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que o grupo que teve a prática constante com liberdade na escolha dos componentes intermediários para formar uma seqüência foi aquele que alcançou melhores resultados na adaptação a uma nova tarefa, assim, foi o grupo mais eficiente no processo adaptativo em aprendizagem motora.

Considerando as delimitações da presente pesquisa e os resultados obtidos, percebe-se a importância de dar continuidade à investigação dessas variáveis, ou seja, de buscar mais conhecimentos sobre os efeitos de diferentes estruturas de prática com liberdade de escolha na aprendizagem de habilidades motoras. Há necessidade de realizar investigações que incluam um grupo *yoked*, para que seja possível diferenciar os efeitos da estrutura de prática e da liberdade de escolha na resposta motora. A utilização de questionário sobre as escolhas dos aprendizes em futuros estudos poderia oferecer informações que ajudem a entender como os indivíduos recebem e utilizam essa liberdade e seus mecanismos subjacentes. Outra medida que poderia ser incluída é a de motivação (por exemplo, um questionário de auto-eficácia) para verificar e quantificar se em condições de liberdade de escolha o aprendiz tem a sua motivação aumentada quando comparada a condições sem essa liberdade. Com relação à tarefa a ser aprendida, vários aspectos podem ser explorados: tarefas com maior envolvimento motor, tarefas com maior validade ecológica, tarefas com diferentes especificidades e complexidades e tarefas nas quais as escolhas sejam mais determinantes no alcance da meta.

## REFERÊNCIAS

BANDURA, A. **Social foundations of thought and action: a social cognitive theory.** New Jersey: Prentice Hall, 1986.

BARROS, J. A. C. **Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora: efeitos da especificidade da tarefa.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BASTOS, F.H. **Efeito do grau de liberdade na escolha da resposta no processo adaptativo em aprendizagem motora.** 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BATTIG, W.F. The flexibility of human memory. In: CERMAK, L.S.; CRAIK, F.I.M., eds. **Levels of processing in human memory.** Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1979. p.23-44.

BENDA, R.N. **Variabilidade e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras.** 2001. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOYCE, B.A. Effects of assigned versus participant-set goals on skill acquisition and retention of a select shooting task. **Journal of Teaching in Physical Education**, v.11, p.220-234, 1992.

BRADY, F. A theoretical and empirical review of the contextual interference effect and the learning of motor skills. **Quest**, v.50, n.3, p.266-93, 1998.

BUND, A.; WIEMEYER, J. Self-controlled learning of a complex motor skill: Effects of the learner's preferences on performance and self-efficacy. **Journal of Human Movement Studies**, v.47, p.215-236, 2004.

CHEN, D.; HENDRICK, J.L. Interactive knowledge of results and the timing of sequential movements. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.16, Supplement, S40, 1994.

CHEN, D.D.; HENDRICK, J.L.; LIDOR, R. Enhancing self-controlled learning environments: The use of self-regulated feedback information. **Journal of Human Movement Studies**, v.45, p.69-86, 2002.

CHEN, D.; SINGER, R.N. Self-regulation and cognitive strategies in sport participation. **International Journal of Sport Psychology**, v.23, n.4, p.277-300, 1992.

CHIVIACOWSKY, S.; GODINHO, M.; TANI, G. Self-controlled knowledge of results: effects of different schedules and task complexity. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.49, n.4, p.277-296, 2005.

CHIVIACOWSKY, S.; WULF, G. Self-controlled feedback: does it enhance learning because performers get feedback when they need it? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.73, n.4, p.408-415, 2002.

\_\_\_\_\_. Self-controlled feedback is effective if it is based on the learner's performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.76, p.42-48, 2005.

CORRÊA, U. C. **Estrutura de prática e o processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras**. 2001. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CORRÊA, U. C.; BARROS, J. A. C.; GONÇALVES, L. A.; MASSIGLI, M.; SOUZA JR., O. P. Constant-random practice and adaptive process in motor learning: effect of different quantities of constant practice on motor skill acquisition. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.26, Supplement, S59, 2004.

CORRÊA, U. C.; BENDA, R. N.; MEIRA JÚNIOR, C.M.; TANI, G. Practice schedule and adaptive process in the acquisition of a manual force control task. **Journal of Human Movement Studies**, v.44, p.121-138, 2003.

CORRÊA, U. C.; BENDA, R. N.; TANI, G. Estrutura de prática e o processo adaptativo na aquisição do arremesso de dardo de salão. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.22, n.2, p.69-83, 2001.



CORRÊA, U. C.; GONÇALVES, L. A.; BARROS, J. A. C.; MASSIGLI, M. Prática constante-aleatória e aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante e da manipulação de exigências da tarefa. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, v. 1, p. 41-52, 2006.

CORRÊA, U. C.; MASSIGLI, M.; GONÇALVES, L. A.; BARROS, J. A. C. Constant-random practice and adaptive process in motor learning: effects of different amounts of constant practice. **Journal of Human Movement Studies** (no prelo).

CORRÊA, U. C.; TANI, G. Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. PI nº 0.4.04.433-4 de 03/08/2004. **Revista da Propriedade Industrial – RPI** nº 1763, p.178, 19/10/2004.

\_\_\_\_\_. Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora: por uma nova abordagem da prática. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.141-61.

FLEMING, D. S.; MITCHELL, M.; GORECKI, J.J.; COLEMAN, M.M. Students change and so do good programs. **JOPERD**, v.70, n.2, p.79-83, 1999.

GARCIA, T; PINTRICH, P.R. Regulating motivation and cognition in the classroom: the role of self-schemas and self-regulatory strategies. In SCHUNK, D.H. & ZIMMERMAN, B.J. (Eds). **Self-regulation of learning and performance: issues and educational applications**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994. p.127-154.

GIMENEZ, R.; MANOEL, E.J. Comportamento Motor e deficiência: considerações para pesquisa e intervenção. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.314-327.

GREEN, S.B.; SALKIND, N.J.; AKEY, T.M. **Using SPSS for Windows: analyzing and understanding data**. 2 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

JANELLE, C.M.; BARBA, D.A.; FREHLICH, S.G.; TENNANT, L.K.; CAURAUGH, J.H. Maximizing performance feedback effectiveness through videotape replay and a self-controlled learning environment. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.68, n.4, p.269-79, 1997.

JANELLE, C.M.; KIM, J; SINGER, R.N. Subject-controlled performance feedback and learning of a closed motor skill. **Perceptual and Motor Skills**, v.81, n.2, p.627-34, 1995.

KEETCH, K.M.; LEE, T.D. How individuals choose to self-schedule practice as a function of task complexity. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.27, Supplement, S85, 2005.

KIRSCHENBAUM, D.S. Self-regulation of sport psychology: nurturing an emerging symbiosis. **Journal of Sport Psychology**, v.6, p.159-183, 1984.

KOESTLER, A. **The ghost in the machine**. London: Hutchinson, 1967.

KYLLO, L.B.; LANDERS, D.M. Goal setting in sport and exercise: a research synthesis to resolve the controversy. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.17, p.117-137, 1995.

LEVIN, J.; FOX, J. A. **Estatística para ciências humanas**. 9 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MCCOMBS, B. Self-regulated learning and academic achievement: a phenomenological view. In ZIMMERMAN, B.J. & SCHUNK, D.H. (Eds). **Self-regulated learning and academic achievement: theory, research, and practice**. New York: Springer-Verlag, 1989. p.51-82.

MEECE, J.L. The role of motivation in self-regulated learning. In SCHUNK, D.H. & ZIMMERMAN, B.J. (Eds). **Self-regulation of learning and performance: issues and educational applications**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994. p.25-44.

PAGNANO, K.; GRIFFIN, L. Making intentional choices in physical education. **JOPERD**, v.72, n.5, p.38-46, 2001.

PAROLI, R. **Efeito da estrutura de prática na aquisição de uma habilidade motora**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. **A análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 4 ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2005.

PINHEIRO, J.P.; CORRÊA, U.C. **Estrutura de prática na aquisição de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual**. São Paulo, 2005 (Relatório Final de Iniciação Científica – FAPESP).

PRUSAK, K.A.; DARST, P. W. Effects of types of walking activities on actual choices by adolescent female physical education students. **Journal of Teaching in Physical Education**, v.21, n.3, p.230-241, 2002.

SCHMIDT, R. A. A scheme theory of discrete motor skill learning. **Psychological Review**, v.82, n.4, p.225-260, 1975.

SCHUNK, D. H. Self-regulation of self-efficacy and attributions in academic settings. In. SCHUNK, D. H. & ZIMMERMAN, B. J. (Eds). **Self-regulation of learning and performance: issues and educational implications**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994. p. 75-99.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR, N.J. **Nonparametrics statistics**. 2 ed. New York: Mc Graw-Hill Int., 1988.

TANI, G. **Processo adaptativo na aprendizagem de uma habilidade perceptivo-motora**. 1982. Tese (Doutorado) – Universidade de Hiroshima, Hiroshima (Resumo).

\_\_\_\_\_. Educação Física na pré-escola e nas quatro primeiras séries do ensino de primeiro grau: uma abordagem desenvolvimentista I. **Kinesis**, v.3, n.1, p.19-41, 1987.

\_\_\_\_. **Variabilidade de resposta e o processo adaptativo em aprendizagem motora.** 1989. Tese (Livre Docência) – Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_. **Hierarchical organization of human motor behaviour.** Sheffield, University of Sheffield, 1995. (Unpublished Technical Report).

\_\_\_\_. Liberdade e restrição do movimento no desenvolvimento motor da criança. In: KREBS, R.J.; COPETTI, F. & BELTRAME, T.S. (Orgs). **Discutindo o desenvolvimento infantil.** Santa Maria: Palloti, 1998a. p.39-62.

\_\_\_\_. **Organização hierárquica de um programa de ação na aquisição de habilidades motoras gráficas em crianças.** São Paulo: [s.n.], 1998b. (Relatório Técnico Final - CNPq).

\_\_\_\_. Criança e movimento: o conceito de prática na aquisição de habilidades motoras. In: KREBS, R.J.; COPETTI, F.; BELTRAME, T.S. & USTRA, M. (Orgs). **Perspectivas para o desenvolvimento infantil.** Santa Maria: Edições SIEC, 1999. p.57-64.

\_\_\_\_. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. **Revista Paulista de Educação Física,** São Paulo, spl.3, p.55-61, 2000.

TANI, G. Aprendizagem motora: tendências, perspectivas e problemas de investigação. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005a. p.17-33.

\_\_\_\_. Processo adaptativo: uma concepção de aprendizagem motora além da estabilização. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005b. p.60-70.

\_\_\_\_. Programação motora: organização hierárquica, ordem e desordem. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005c. p.82-105.

TANI, G.; BASTOS, F. C.; CASTRO, I. J.; JESUS, J. F.; SACAY, R. C.; PASSOS, S. C. E. Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora. **Revista Paulista de Educação Física**. v.6, n.1, p.16-25, 1992.

TERTULIANO, I. W. **Estrutura de prática e frequência de feedback extrínseco na aprendizagem de habilidades motoras**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo.

TITZER, R., SHEA, J.B., & ROMACK, J. The effect of learner control on the acquisition and retention of a motor task. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.15, Supplement, S84, 1993.

TY-ANN, G.; OSLIN, J. Primary school students' choices for a healthy active lifestyle. **JOPERD**, v.74, n.6, p.52-57, 2003.

VINCENT, W. J. **Statistics in Kinesiology**. 2 ed. Champaign: Human Kinetics, 1999.

VINCENT-MORIN, M.; LAFONT, L. Learning-method choices and personal characteristics in solving a physical education problem. **Journal of Teaching in Physical Education**, v.24, p.226-242, 2005.

WEINBERG, R.S. Goal setting and performance in sport and exercise settings: a synthesis and critique. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, n.4, p.469-477, 1994.

WRISBERG, C.A.; PEIN, R.L. Note on learners' control of the frequency of model presentation during skill acquisition. **Perceptual and Motor Skills**, v.94, p.792-794, 2002.

WU, W.; MAGILL, R. To dictate or not: the exploration of a self-regulated practice schedule. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.26, Supplement, S202, 2004.

WU, W.F.W.; MAGILL, R.A.; FOTO, J.G. Allowing learners to choose: self-regulated practice schedules for learning multiple movement patterns. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 27, Supplement, S161, 2005.

WULF, G.; CLAUSS, A.; SHEA, C. H.; WHITACRE, C. A. Benefits of self-control in dyad practice. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.72, n.3, p. 299-303, 2001.

WULF, G.; RAUPACH, M.; PFEIFFER, F. Self-controlled observational practice enhances learning. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.76, p.107-111, 2005.

WULF, G.; TOOLE, T. Physical assistance devices in complex motor skill learning: benefits of a self-controlled practice schedule. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.70, n.3, p.265-272, 1999.

ZIMMERMAN, B.J. Dimensions of academic self-regulation: a conceptual framework for education. In SCHUNK, D. H. & ZIMMERMAN, B. J. (Eds). **Self-regulation of learning and performance: issues and educational applications**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994. p.3-24.

ZIMMERMAN, B.J.; BANDURA, A.; MARTINEZ-PONS, M. Self-motivation for academic attainment: the role of self-efficacy beliefs and personal goal setting. **American Educational Research Journal**, v.29, n.3, p.663-676, 1992.

ZIMMERMAN, B.J.; KITSANTAS, A. Self-regulated learning of a motoric skill: the role of goal setting and self-monitoring. **Journal of Applied Sport Psychology**, v.8, p. 60-75, 1996.