

# Prática constante-aleatória e aprendizagem motora: Efeitos da quantidade de prática constante e da manipulação de exigências motoras da tarefa

Umberto C. Corrêa, Lucia A. Gonçalves, João A. de C. Barros & Marcela Massigli

Laboratório de Comportamento Motor - LACOM  
Escola de Educação Física e Esporte  
Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil 05508-900.

## *Constant-random practice and motor learning: Effects of constant practice amount and the manipulation of motor task requirements*

**Abstract:** The purpose of this research was to investigate the effects of different amount of constant practice, prior to random practice with manipulation of motor requirements of the task, in the adaptive process in motor learning. The task consisted of pressing five buttons sequentially in conjunction with visual stimulation provided by a coincident timing apparatus in complex tasks. Different sequential response patterns were performed during the random practice. Thirty-three children aged between 10 and 12 randomly assigned to three groups performed different amounts of constant practice: C-R, C-R33%, and C-R66%. The data were analyzed in respect to the timing coincident (absolute, variable, and constant errors) and measures of invariant (relative timing and relative peak force) and variant (overall absolute movement time and peak force) aspects of the movement pattern. The results showed similar performance among groups and that the C-R66% group adapted by modifying the macrostructure.

**Key Words:** motor learning, adaptive process, practice schedule, constant-random practice, amount of trials.

### Introdução

É possível afirmar que a prática tem sido o fator mais manipulado nas investigações no campo da Aprendizagem Motora nas últimas décadas. Isso porque, quando ela não é o fator principal, é um meio para manipulação/investigação de outros fatores. Como fator principal, as pesquisas sobre prática têm focalizado, basicamente, os efeitos de sua organização na aprendizagem de habilidades motoras, sendo que três tipos de pesquisa podem ser destacados: a) distribuição ou espaçamento entre tentativas ou blocos de tentativas (Lee & Wishart, 2005); b) característica/natureza da tarefa de aprendizagem (Corrêa, Silva & Paroli, 2004); c) variabilidade de prática (Corrêa, 2006). Este último é o foco do presente artigo.

As pesquisas acerca da organização da variabilidade de prática relacionada advêm da década de 1970. Elas foram impulsionadas pelas publicações da teoria de esquema (Schmidt, 1975) e do princípio de interferência contextual (Battig, 1979). Baseadas na teoria de esquema (Schmidt,

1975) e, posteriormente, na hipótese de variabilidade de prática (Moxley, 1979), muitas pesquisas foram conduzidas manipulando-se, principalmente, as práticas constante e variada aleatória. Já as pesquisas fundamentadas no princípio de interferência contextual focalizaram, principalmente, as práticas variadas por blocos, seriada e aleatória. Em comum a ambas as abordagens de pesquisa está a prática variada aleatória como aquela mais eficaz no processo de aprendizagem motora.

Contudo, apesar de as pesquisas em ambas as abordagens continuarem sendo desenvolvidas (Dick, Hsieh, Dick-Mauehlke, Davis & Cotman, 2000; Keller & Li, 2004; Landin, Menickelli, Grisham & Herbert, 2001; Russell & Newell, 2004), passados alguns anos de investigação, a verificação de resultados que não forneciam suporte a seus pressupostos fez com que os pesquisadores de cada uma delas recorressem aos pressupostos da outra. Em outras palavras, alguns estudos sobre organização da prática e teoria de esquema passaram a recorrer aos pressupostos da

interferência contextual como explicação alternativa de seus resultados e vice-versa. Um exemplo disso pode ser verificado em Barreiros (1992), Hall e Magill (1995), Lee, Magill e Weeks (1985), Sekiya, Magill e Anderson (1996a), Sekiya, Magill, Sidaway e Anderson (1996b), Turnbull e Dickinson (1986), Wulf (1992a/b), Wulf e Lee (1993) e Wulf e Schmidt (1988).

Uma das conseqüências dessa “fusão” de abordagens de pesquisa referiu-se ao que Paroli (2005) chamou de “uma nova abordagem da prática”. Nela, passou-se a investigar questões acerca de como parâmetros e programas motores generalizados seriam aprendidos com as práticas constante e aleatória e em que ordem isso deveria ocorrer (Lage, 2005, Lai, Shea, Wulf, Wright, 2000; Sekiya et al., 1996b; Silva, Lage, Goncalves, Palhares, Ugrinowitsch & Benda, 2004; Wulf & Lee, 1993; Wulf & Schmidt, 1994). Dessa forma, as pesquisas passaram a envolver em seu delineamento as combinações “constante-aleatória” e “aleatória-constante”. Embora sejam poucas as evidências favoráveis, nessa nova abordagem tem havido a sugestão de que a prática constante, primeiramente, possibilitaria a formação do programa motor generalizado e a prática aleatória, em seguida, de parâmetros.

Todavia, apesar de recentemente observar-se novas proposições com implicações para novas interpretações e pesquisas relacionadas aos efeitos de diferentes modos de organização de prática na aprendizagem de habilidades motoras (Guadagnoli & Lee, 2004; Shea & Wulf, 2005), as quais, no nosso modo de ver, são conseqüências da fusão citada anteriormente, elas contêm dois problemas principais: de consistência interna e de consistência externa. Os problemas de consistência interna referem-se àqueles relativos às idéias (origem e seleção) de programas motores generalizados e parâmetros, discutidos amplamente na literatura, que ainda permanecem (Corrêa & Tani, 2005; Schmidt, 2003; Shapiro & Schmidt, 1982; Van Rossum, 1990). Os problemas de consistência externa dizem respeito às citadas proposições teóricas caracterizam-se como modelos de equilíbrio (Corrêa & Tani, 2005).

Com relação a esse último, pode-se dizer que o problema de se utilizar modelos de equilíbrio em investigações de aprendizagem motora é que eles não possibilitam a explicação desse fenômeno como um processo contínuo. Isso porque, em virtude da ênfase em processos de feedback negativo, modelos de equilíbrio são eficazes apenas para explicar, por exemplo, a padronização e a estabilidade de habilidades motoras e, por conseguinte, ineficazes para explicar como novas

habilidades seriam adquiridas a partir daquelas já existentes. Para isso, processos de feedback positivo precisariam ser considerados. Modelos que consideram processos de feedback negativo e positivo na explicação de fenômenos são denominados de modelos de não equilíbrio.

Destaca-se que já há alguns anos Newell (1989) tem enfatizado a necessidade de se considerar os recentes avanços do pensamento sistêmico no escopo da Aprendizagem Motora. Nesse sentido, uma série de experimentos investigando os efeitos das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante na aquisição de habilidades motoras (Corrêa, 2001; Corrêa, Benda & Tani, 2001; Corrêa, Benda, Meira Júnior & Tani, 2003) tem sido realizada sob um modelo de não equilíbrio de aprendizagem motora.

Nesse modelo, denominado de “Processo Adaptativo”, a aprendizagem de habilidades motoras é explicada por meio de dois processos: estabilização e adaptativo. O processo de estabilização diz respeito à estabilização funcional por meio de feedback negativo, ou seja, os movimentos tornam-se mais precisos e padronizados. Por exemplo, quando um indivíduo está aprendendo uma habilidade, ele apresenta “movimentos grosseiros” e bem diferenciados de tentativa a tentativa, e o objetivo da tarefa dificilmente é alcançado. Mas, com prática e feedback o indivíduo vai adquirindo controle sobre o conjunto de elementos da habilidade, interagindo-os de forma padronizada e os aproximando de um padrão de execução “correto”. Aliado ou em conseqüência disso, a meta da tarefa passa a ser alcançada com mais êxito. Quando a função estabiliza, pode-se inferir a formação de uma estrutura, da habilidade ou, como sugeriu Tani (2005), de um programa de ação.

Já o processo adaptativo refere-se à adaptação da habilidade aprendida a novas situações ou tarefas motoras, mediante sua modificação e reorganização. Em outras palavras, a adaptação refere-se à formação de novas estruturas a partir daquelas existentes, mediante quebra da estabilidade adquirida seguida por outro regime de estabilidade, mas em um nível superior de complexidade (Corrêa & Tani, 2005). A adaptação pode ser alcançada por meio da própria flexibilidade do sistema (adaptação paramétrica). No entanto, existem perturbações que podem exigir modificações na estrutura da habilidade alcançada mediante a reorganização dessa estrutura (adaptação estrutural). Há, ainda, adaptações que implicam na formação de uma estrutura completamente nova, denominada de auto-organizacional. Por exemplo, na execução de uma

cortada no voleibol, a presença de um marcador (bloqueio) poderia fazer com que o executante tivesse que realizar o mesmo movimento mais rapidamente (modificação de parâmetro), batesse na bola com a mão oposta (alteração de um componente) ou, ainda, executasse uma cortada completamente nova, batendo na bola com a mão oposta, fazendo uma rotação no tronco e aterrissando com uma só perna e de costas para a rede (auto-organizacional).

Em sua maioria, os resultados das pesquisas sobre a organização da prática realizadas sob esse modelo têm apontado para a eficácia da prática constante-aleatória no processo adaptativo. As explicações para isso referem-se à prática constante, primeiramente, possibilitar a formação de uma estrutura/padrão de interação entre os componentes da habilidade e, em seguida, a prática aleatória, a sua diversificação.

Esses resultados e suas interpretações conduziram à elaboração de algumas perguntas, como segue. Considerando que nas pesquisas acima citadas o regime constante-aleatório envolveu 50% das tentativas para cada tipo de prática, uma questão que surgiu foi: até que momento do processo de estabilização a prática constante deveria ser conduzida? Ou, de outra forma, quando a prática aleatória deveria ser introduzida? A importância dessas perguntas remete à possibilidade de existir um nível ótimo para que ocorra a diversificação da habilidade motora.

Dessa forma, Corrêa, Massigli, Gonçalves e Barros (submetido) realizaram uma pesquisa com o objetivo de investigar os efeitos de diferentes quantidades de prática constante anteriormente à prática aleatória no processo adaptativo em aprendizagem motora. Os resultados dessa pesquisa mostraram que três quantidades distintas de prática constante tiveram o mesmo efeito na aprendizagem e, portanto, permitiram a conclusão de que a prática constante poderia ser conduzida apenas até a padronização inicial da habilidade ou, na linguagem dos autores, o alcance de um desempenho crítico.

Contudo, essa pesquisa chamou a atenção em relação ao aspecto da tarefa de aprendizagem manipulado na prática variada: perceptivo. De fato, verificam-se inúmeros estudos sobre a organização da prática na aprendizagem motora envolvendo a variabilidade de exigências perceptivas da tarefa de aprendizagem como, por exemplo, aqueles de timing coincidente (Del Rey, 1982; 1989; Del Rey, Wughalter, Whitehurst, 1982; Freudenheim & Tani, 1995; Smith & Rudisill; 1993; entre outros). Porém, é importante destacar que as pesquisas realizadas sob um modelo de não equilíbrio de

aprendizagem motora têm mostrado que os efeitos superiores da prática constante-aleatória no processo adaptativo são diferentes quando a variabilidade refere-se a aspectos perceptivos e efetores/motores da tarefa (Corrêa, 2001). Sendo assim, perguntou-se: a prática constante, conduzida até o alcance de um desempenho crítico (formação de uma estrutura/padrão) seria suficiente quando a diversificação se referisse a aspectos efetores/motores da tarefa? Como na pesquisa de Corrêa, Massigli, Gonçalves e Barros (submetido), o que está “em jogo” é a verificação de uma quantidade ótima de prática constante anteriormente à prática variada, ou seja, a existência de uma quantidade ótima de prática para a promoção da diversificação da habilidade.

A partir do exposto, o objetivo dessa pesquisa foi investigar os efeitos de diferentes quantidades de prática constante anteriormente à prática aleatória no processo adaptativo em aprendizagem motora, manipulando-se na prática variada o sequenciamento das ações.

## Método

### *Participantes*

O experimento envolveu a participação voluntária de 33 crianças de ambos os sexos com idades entre 10 e 12 anos. Apenas as crianças cujo responsável legal emitiu autorização por escrito participaram do experimento.

### *Tarefa e equipamento*

A tarefa foi tocar cinco alvos em uma ordem pré-estabelecida em integração a um estímulo visual. Para tanto foi utilizado o aparelho de timing coincidente em tarefas complexas (Corrêa & Tani, 2004; 2006).

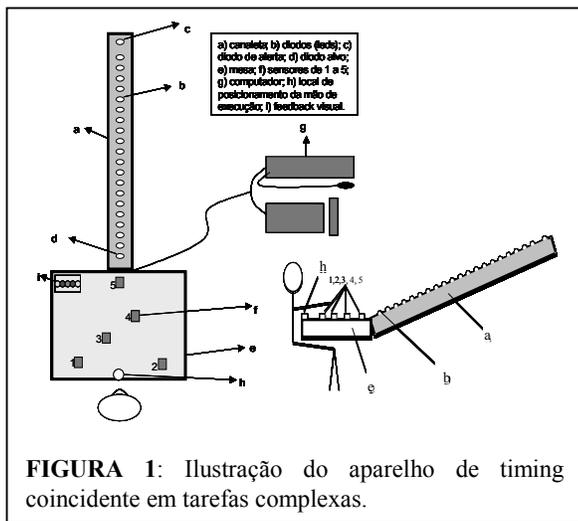
Conforme ilustra a Figura 1, o aparelho é composto por uma canaleta de 200 cm de comprimento, 10 cm de largura e 10 cm de altura. Sobre a canaleta estão dispostos, em linha reta, 100 diodos (*leds*) distantes 1 cm uns dos outros.

O equipamento é composto, também, de uma mesa de madeira de 70 cm de comprimento, 90 cm de largura e 6 cm de altura, sobre a qual estarão dispostos cinco sensores metálicos medindo 5 centímetros de largura e 15 cm de comprimento e uma caixa de 10 cm de comprimento, 20 cm de largura e dois cm de altura com cinco leds que informavam o erro referente ao *timing* coincidente ao executante (*feedback*). E o computador com um *software* com as seguintes características: possibilidade de os diodos acenderem e apagarem

em seqüência, em diferentes velocidades, e com mudança de aceleração e direção; possibilidade de controle do início do acendimento dos diodos pelo experimentador ou pelo participante da pesquisa; possibilidade de programar diferentemente o intervalo entre *feedbacks*; e, possibilidade de manipular a quantidade de tentativas.

*Delineamento e procedimentos*

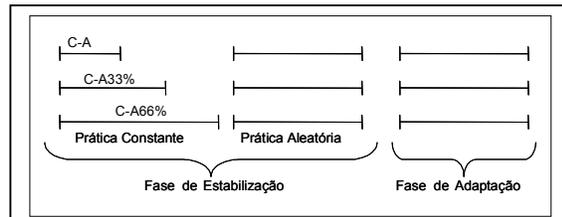
Três grupos que diferiram na quantidade de prática constante fizeram parte do experimento (C-A, C-A33% e C-A66%). Todos os grupos tiveram como referência o seguinte critério de estabilização: executar três tentativas consecutivas dentro de um patamar de 50ms de erro. Além desses grupos, o delineamento envolveu duas fases: estabilização e adaptação (Figura 2).



Na fase de estabilização, os indivíduos do C-A realizaram a prática constante apenas até o alcance do critério de estabilização; os indivíduos do C-A33% realizaram a prática constante 33% além da quantidade de tentativas executadas até o critério de estabilização; e, os indivíduos do C-A66% realizaram a prática constante 66% além da quantidade de tentativas executadas até o critério de estabilização.

Todas as tentativas foram executadas numa mesma velocidade de estímulo visual em ambas as fases do experimento (142.2 cm/s). Na fase de estabilização, quando a prática era constante os indivíduos executavam a tarefa em uma única seqüência de toques nos sensores (SQ1=1-2-4-3-5, Figura 1); quando a prática era aleatória as tentativas eram executadas em três seqüências de toques nos sensores (SQ1=1-2-4-3-5, SQ2=1-3-2-4-5 e SQ3=1-4-2-3-5, Figura 1). Na fase de adaptação, todos os grupos executaram 36

tentativas em uma mesma seqüência de toques nos sensores (SQ4=1-4-3-2-5, Figura 1), diferente daquelas praticadas na fase anterior.



**FIGURA 2:** Delineamento experimental contendo grupos (C-A, C-A33% e C-A66%) e fases (estabilização e adaptação).

O experimento foi realizado em uma sala fechada de 16m<sup>2</sup>, na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. A criança era recebida e informada de que se tratava de uma pesquisa sobre aprendizagem motora e que o interesse do pesquisador era entender como as crianças aprendiam determinados movimentos. A tarefa era explicada à criança, que deveria, com o propósito de demonstrar seu entendimento, explicá-la novamente ao experimentador. A criança era, então, posicionada sentada em frente ao aparelho de coleta e pedia-se que ela realizasse três vezes a seqüência de toques sobre os sensores metálicos. Após verificar se não restavam dúvidas, a criança era informada que poderia desistir do experimento em qualquer momento sem nenhum prejuízo a ela ou ao pesquisador. A coleta de dados durava aproximadamente 30 minutos.

*Tratamento dos dados*

Os resultados foram analisados em blocos de nove tentativas. Em virtude de a quantidade de prática executada até o alcance de o desempenho critério ser diferente de indivíduo para indivíduo, utilizou-se para análise apenas as últimas tentativas da fase de estabilização (um bloco) e todas aquelas da fase de adaptação (quatro blocos).

Foram utilizadas como medidas de desempenho aquelas relativas ao alcance da meta da tarefa (erros absoluto, variável e constante) e aquelas relacionadas aos níveis macro (timing relativo e pico relativo de força) e microscópicos do padrão de movimento (tempo total de movimento e pico total de força), nomeadamente, macro-estrutura e microestrutura de habilidades motoras/padrão de movimento (Corrêa, 2001), sendo:

- Erro absoluto – reflete a precisão com que o objetivo da tarefa foi alcançado. Ele foi calculado

através da média do erro absoluto em blocos de nove tentativas.

- Erro variável - refere-se à consistência com que a meta da tarefa foi alcançada. Ele foi calculado por meio do desvio padrão do erro em blocos de nove tentativas.

- Erro constante - reflete a direção do desempenho, isto é, indica se os participantes tenderam a tocar o último sensor adiantado ou atrasado em relação ao acendimento do diodo alvo; foi calculado através da média do erro em blocos de nove tentativas.

- Timing relativo - refere-se à proporção de tempo de cada toque (componente) em relação ao tempo total de movimento. Ele foi analisado em termos absoluto (magnitude) e variável (consistência), por meio da média aritmética e do desvio padrão, respectivamente. É uma medida utilizada para acessar aspectos “invariantes” do padrão de movimento.

- Tempo total de movimento - refere-se ao tempo gasto entre o início do movimento e o toque no último alvo. Uma vez que o tempo de execução era influenciado pela duração do estímulo visual, essa medida foi analisada em relação à sua variabilidade. Ela é uma medida utilizada para acessar aspectos “variáveis” do padrão de movimento.

- Pico relativo de força - o pico de força refere-se ao valor máximo de força aplicado durante o contato com o sensor. Por conseguinte, o pico relativo de força refere-se à proporção do pico de força de cada sensor (componente) em relação ao pico total de força. Ele foi analisado em termos absoluto (magnitude) e variável (consistência), por meio da média aritmética e do desvio padrão, respectivamente. Trata-se de uma medida utilizada para acessar aspectos “invariantes” do padrão de movimento.

- Pico total de força – diz respeito à soma dos picos de força de cada sensor. Ele foi analisado em termos de magnitude e variabilidade, respectivamente média e desvio padrão. É uma medida utilizada para acessar aspectos “variáveis” do padrão de movimento.

#### *Análise estatística*

No que concerne à análise inferencial, optou pela utilização de estatística paramétrica, uma vez que os pressupostos para esse tipo de análise foram observados nos dados. Inicialmente são apresentadas as análises relativas aos erros absoluto, variável e constante, sendo que para isso realizou-se para cada medida uma ANOVA *two-*

*way* (3 grupos X 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo fator. Posteriormente, são apresentados os resultados relativos ao padrão de movimento. Para as medidas de tempo total de movimento e pico total de força foram conduzidas ANOVAs *two-way* (3 grupos X 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo fator. E, para as medidas de timing relativo e pico relativo de força foram realizadas em cada grupo uma MANOVA com os dados do último bloco de tentativas da fase de estabilização e do primeiro bloco da fase de adaptação. Essa última análise considerou os cinco componentes (toques) e apenas os dois blocos entre os quais ocorreu a modificação na tarefa (perturbação) devido à limitação do referido teste em comparar uma maior quantidade de variáveis (Schutz & Gessaroli, 1982).

## **Resultados**

### *Erros absoluto, variável e constante*

Concernente ao erro absoluto, a ANOVA *two-way* encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [ $F(4,116)=2,38, p=0,05$ ]. Contudo, o teste de Tukey<sub>HSD</sub> não foi capaz de identificar entre quais blocos ocorreram tais diferenças. Para o fator grupo foi encontrado  $F(2,29)=1,59, p=0,22$ , e, para interação,  $F(8,116)=1,04, p=0,41$ . Ao analisar a Figura 3 verifica-se uma tendência de que, no mínimo, os grupos tenham aumentado sua precisão com a mudança na tarefa, mas, posteriormente, tornam a diminuí-la.

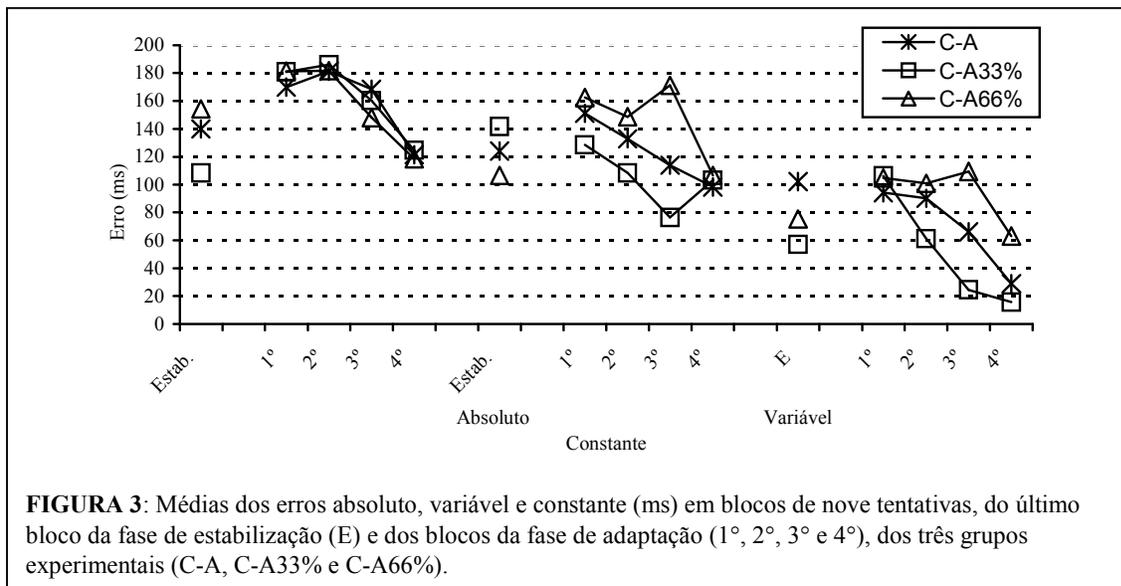
No tocante ao erro variável, a ANOVA *two-way* não detectou diferenças significantes em nenhum dos fatores analisados: grupos [ $F(2,29)=0,66, p=0,53$ ], blocos [ $F(4,116)=1,43, p=0,23$ ] e interação [ $F(8,116)=0,99, p=0,45$ ]. Portanto, pode-se sugerir que os grupos mantiveram nível semelhante de consistência e o fizeram em todos os blocos de tentativas.

Com relação ao erro constante, a ANOVA *two-way* encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [ $F(4,116)=2,73, p=0,03$ ]. Entretanto, o teste de Tukey<sub>HSD</sub> não foi capaz de identificar entre quais blocos ocorreram tais diferenças. A observação dos resultados (Figura 3) possibilita verificar uma tendência de, após a modificação na tarefa, os grupos diminuírem o atraso em seu desempenho. Para o fator grupo a ANOVA encontrou  $F(2,29)=0,51, p=0,61$ , e, para interação foi encontrado  $F(8,116)=0,73, p=0,67$ .

### *Tempo total de movimento*

A ANOVA *two-way* não detectou diferenças significantes em nenhum dos fatores analisados, o que indica que os grupos mantiveram o mesmo nível de consistência no tempo de execução do

movimento. Encontrou-se os seguintes resultados: grupos [ $F(2,28)=1,00, p=0,38$ ]; blocos [ $F(4,116)=1,42, p=0,23$ ]; interação [ $F(8,116)=0,97, p=0,47$ ].

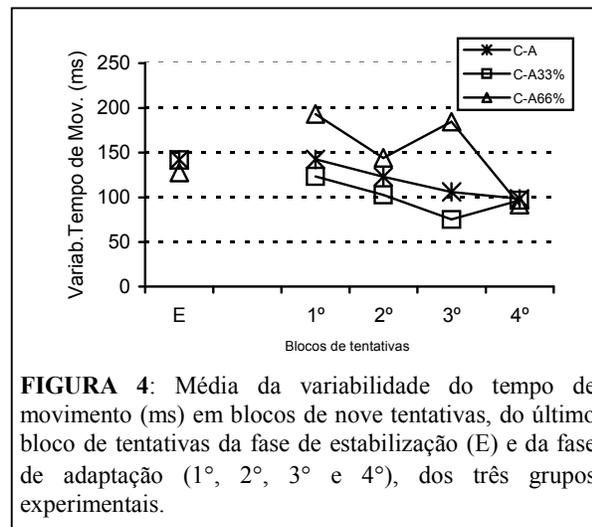


*Timing relativo*

No tocante ao timing relativo do grupo C-A, a MANOVA não encontrou diferenças significantes na magnitude, Wilks' Lambda=0,37, Rao's(5,6)=2,08,  $p=0,20$ , tampouco em sua variabilidade, Wilks' Lambda=0,45, Rao's(5,6)=1,47,  $p=0,32$ .

Com relação à MANOVA realizada com os dados do C-A33%, também não foram encontradas diferenças significantes em nenhum dos aspectos analisados. Para a magnitude do timing relativo dos componentes encontrou-se Wilks' Lambda=0,30, Rao's(5,6)=2,31,  $p=0,19$  e, para a variabilidade do timing relativo dos componentes desse grupo, encontrou-se Wilks' Lambda=0,65, Rao's(5,6)=0,65,  $p=0,67$ .

Concernente ao C-A66%, a MANOVA encontrou diferenças significantes apenas na magnitude do timing relativo dos componentes [Wilks' Lambda=0,21, Rao's(5,6)=4,63,  $p=0,04$ ]. A análise univariada aplicada em cada componente encontrou diferença no terceiro [ $F(1,10)=13,63, p=0,001$ ] e no quinto componentes [ $F(1,10)=23,74, p=0,001$ ]. Para a variabilidade do timing relativo a MANOVA encontrou Wilks' Lambda= 0,44, Rao's(5,6)=1,26,  $p=0,40$ . Esses resultados indicam que com a modificação na tarefa (perturbação), o C-A66% teve que modificar a magnitude do terceiro e quinto componentes. Já os demais grupos não o fizeram.



*Pico total de força*

Para a magnitude do pico total de força, a ANOVA *two-way* encontrou  $F(2,29)=0,51, p=0,60$ , para grupos,  $F(4,116)=2,41, p=0,05$ , para blocos e  $F(8,116)=0,97, p=0,46$ , para interação. O teste de Tukey<sub>HSD</sub> mostrou que as diferenças ocorridas foram entre o último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação ( $p=0,02$ ).

Com relação à variabilidade do pico total de força, foram encontrados os seguintes resultados:  $F(2,29)=1,82, p=0,18$ , para grupos,  $F(2,116)=3,71, p=0,01$ , para blocos e  $F(8,116)=0,96, p=0,47$ , para interação. O teste de Tukey<sub>HSD</sub> mostrou que as

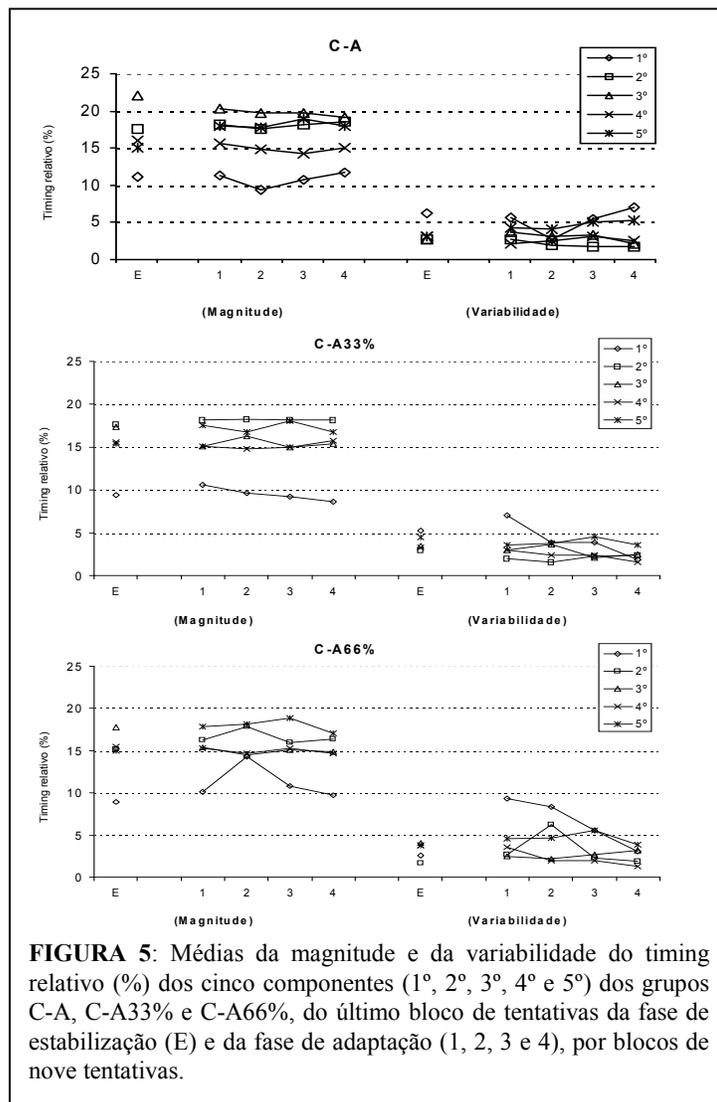
diferenças ocorridas foram entre o último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação ( $p=0,04$ ). Esses resultados indicam que, embora os grupos tenham sido iguais, com a alteração na tarefa, tanto a magnitude quanto a variabilidade do pico total de força foram modificados (Figura 6).

*Pico relativo de força*

Para o grupo C-A a MANOVA não detectou diferenças significantes em nenhum dos aspectos analisados. Para a magnitude do timing relativo dos

componentes encontrou-se Wilks' Lambda=0,41, Rao's(5,6)=1,75,  $p=0,26$ , e, para a variabilidade do timing relativo, foi encontrado Wilks' Lambda=0,38, Rao's (5,6)=1,96,  $p=0,22$ .

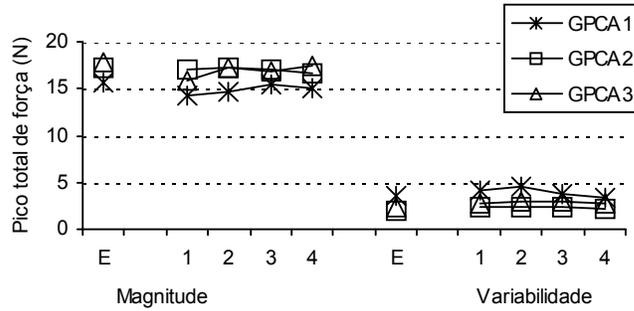
A MANOVA também não encontrou diferenças significantes em nenhum dos aspectos analisados do C-A33%. Para a magnitude do timing relativo dos componentes encontrou-se Wilks' Lambda=0,29, Rao's(5,6)=2,90,  $p=0,11$ , e, para a variabilidade do timing relativo, a MANOVA encontrou Wilks' Lambda=0,35, Rao's(5,6)=2,27,  $p=0,17$ .



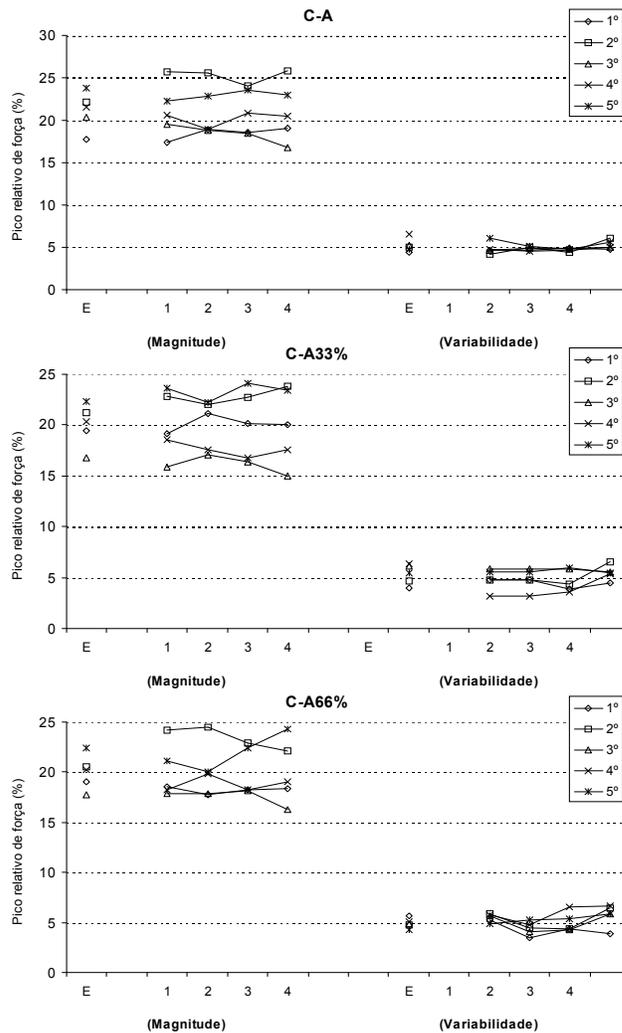
**FIGURA 5:** Médias da magnitude e da variabilidade do timing relativo (%) dos cinco componentes (1°, 2°, 3°, 4° e 5°) dos grupos C-A, C-A33% e C-A66%, do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), por blocos de nove tentativas.

O mesmo ocorreu com a análise do C-A66%. A MANOVA não encontrou diferenças significantes em nenhum dos aspectos analisados: magnitude [Wilks' Lambda=0,34, Rao's(5,6)=2,36,  $p=0,16$ ]; variabilidade [Wilks' Lambda=0,64,

Rao's(5,6)=0,69,  $p=0,65$ ]. Diferentemente do timing relativo, esses resultados indicam que quando uma nova seqüência de toques foi introduzida, a medida de pico relativo de força não foi perturbada (Figura 7).



**FIGURA 6:** Médias da magnitude e da variabilidade do pico total de força (N) em blocos de nove tentativas, do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), dos três grupos experimentais.



**FIGURA 7:** Médias da magnitude e da variabilidade do pico relativo de força (%) dos cinco componentes do C-A (1°, 2°, 3°, 4° e 5°), do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), por blocos de nove tentativas.

### Discussão e Conclusão

As últimas décadas têm sido palco de inúmeros esforços de pesquisadores da área de Aprendizagem

Motora, no sentido de considerarem e incorporarem em suas investigações, conceitos e explicações relacionadas aos recentes avanços no pensamento

sistêmico ou, como sugeriu Prigogine (1996), na ciência de processos de não equilíbrio.

Uma das direções em que tais esforços têm conduzido refere-se à possibilidade de explicação de fenômenos por meio da coexistência de aspectos contraditórios como, por exemplo, os processos de feedback negativo e positivo (Maruyama, 1963), os conceitos relacionados àqueles de informação e entropia (Miller, 1978) e os “pares complementares” (Kelso & Engstrom, 2006).

No âmbito da Aprendizagem Motora, a coexistência de aspectos contraditórios tem sido abordada nas proposições do programa de ação organizado hierarquicamente (Manoel, Basso, Corrêa & Tani, 2002) e no modelo de não equilíbrio de aprendizagem motora (Tani, 2005).

Nesse trabalho, o principal foco de complementaridade referiu-se aos regimes de prática com características “opostas”: a prática constante e a prática variada aleatória. A presente investigação apoiou-se nas evidências relativas à eficácia da prática constante-aleatória no processo adaptativo em aprendizagem motora (Corrêa, 2001) e nas evidências de que, nessa condição, a prática constante poderia ser conduzida apenas até o alcance de um desempenho critério de aprendizagem, quando a manipulação seguinte se referia a exigências perceptivas da tarefa (Corrêa, Massigli, Gonçalves & Barros, submetido).

A pergunta elaborada foi: a prática constante conduzida até o alcance de um desempenho critério seria suficiência quando a diversificação se referisse a aspectos efetores/motores da tarefa de aprendizagem? Os resultados permitem responder que sim. E, portanto, possibilitam sugerir que não haveria necessidade de que a estrutura/padrão formado se tornasse cada vez mais consistente. De uma forma mais simples, poderia ser dito que os resultados mostraram que tanto faz a prática constante até a formação da estrutura, ou melhor, da habilidade (C-A), um pouco além disso (C-A33%) ou mesmo até bem além disso (C-A66%). Isso porque foi observado que quando a tarefa foi modificada, os grupos se adaptaram semelhantemente em termos de precisão, consistência e direção do desempenho.

Esse pensamento ganha suporte quando se considera os resultados relativos ao padrão de movimento. Pôde-se observar que, com exceção do grupo com maior quantidade de prática constante (C-A66%), com a modificação na tarefa os grupos tiveram comportamento similar, visto que efetuaram uma adaptação paramétrica (pico total de força). Já o grupo que teve 66% de prática constante além daquela realizada até o alcance do desempenho critério teve que alterar sua macro-

estrutura em relação a dois componentes (3° e 5° toques).

Na verdade, os resultados do grupo C-A66% possibilitam sugerir que a prática constante “em excesso”, ao invés de redundância, levaria o sistema à aquisição de certa rigidez, já que para obter o mesmo desempenho dos demais grupos, ele teve que modificar sua macro-estrutura, enquanto que os outros não o fizeram. Nessa linha de raciocínio pode-se pensar como Tani (1982; 1989), no sentido de que uma ênfase excessiva em um único padrão de interação pode causar perda de flexibilidade na estrutura da habilidade, dificultando a adaptação.

Interessante notar que, apesar de os resultados desse trabalho permitir similar assunção àquela de Corrêa et alli (submetido), de que a prática constante poderia ser conduzida somente até o alcance de um desempenho critério, houve diferenças entre os resultados das duas pesquisas. Parece que quando a diversificação da habilidade, promovida pela prática aleatória, referiu-se ao componente perceptivo da tarefa, os grupos foram mais perturbados do que quando a prática aleatória envolveu o componente efetor. Isso porque no experimento de Corrêa et alli (submetido), todos os grupos modificaram sua macro e microestrutura para se adaptar. Já no presente trabalho, apenas um grupo adaptou-se via modificação da macro e microestrutura (C-A66%).

De certa forma essa interpretação é contraditória à literatura, visto que tem sido observada uma hierarquia em termos de adaptação relativa ao componente da tarefa manipulado durante a fase de estabilização. Por exemplo, Corrêa (2001) e Tani (1995) mostraram que quando a modificação na tarefa referiu-se aos aspectos motores (sequenciamento), houve um nível superior de perturbação comparado com aquela da manipulação e modificação de aspectos temporais (perceptivos). No entanto, esses autores mostraram, também, que a modificação em aspectos temporais e espaciais conjuntamente, a perturbação foi superior àquelas já citadas e, portanto, suscitam futuros estudos.

A partir do exposto pode-se sugerir que uma das contribuições desse trabalho parece estar em mostrar que em tarefas com exigências perceptivas e motoras, como aquela complexa de timing coincidente, a diversificação logo em seguida à formação de estrutura é mais efetiva quando ela se refere às exigências motoras da tarefa. Pode-se dizer que Corrêa (2001) já havia sugerido que em tarefas dessa natureza, por mais que fossem manipulados aspectos perceptivos, a ênfase que os indivíduos dariam à aprendizagem seria nos

aspectos motores. Em outras palavras, embora o componente perceptivo não seja desconsiderado, num primeiro momento os aprendizes direcionam sua atenção para a aprendizagem da resposta propriamente dita para, paulatinamente, ir ajustando a mesma às exigências perceptivas.

Em conclusão, os resultados do presente trabalho permitem afirmar que prática constante conduzida somente até o alcance de um desempenho critério é suficiência para a ocorrência da diversificação envolvendo componentes efetores/motores da tarefa de aprendizagem. Ou, conforme colocado anteriormente, que tanto faz a praticar de forma constante até a formação de estrutura, um pouco ou muito além disso.

### Agradecimentos

Pesquisa financiada pela FAPESP (Processos 01/12259-1 e 01/12258-5).

### Referências

- Barreiros, J.M.P. (1992). Variability of practice and contextual interference in children and adults. *Motricidade Humana*, 8, 5-15.
- Battig, W.F. (1979). The flexibility of human memory. In L.S. Cermak & F.I.M. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Corrêa, U.C. (2001). *Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras*. Tese de Doutorado. São Paulo: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
- Corrêa, U.C. (2006). Estrutura e organização da prática na aprendizagem motora: uma análise das pesquisas com tarefas “do mundo real”. In L.R. Rigolin da Silva (Ed.), *Desempenho esportivo: treinamento com crianças e adolescência*. (p. 190-214). São Paulo: Phorte Editora.
- Corrêa, U.C. & Tani, G. (2004). Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. P.I. nº 0.403.433-4 de 03/08/2004. *Revista da Propriedade Industrial – RPI* nº 1763, p.178, 19/10/2004.
- Corrêa, U.C. & Tani, G. (2005). Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora: por uma nova abordagem da prática. In G. Tani (Ed.) *Comportamento Motor: Desenvolvimento e Aprendizagem*. (p.141-161). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Corrêa, U.C. & Tani, G. (2006). Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. P.I. nº 0.403.433-4 de 03/08/2004. *Revista da Propriedade Industrial – RPI* nº 1837, p.88-89, 21/03/2006.
- Corrêa, U.C., Benda, R.N. & Tani, G. (2001). Estrutura de prática e processo adaptativo na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 22, 69-84.
- Corrêa, U.C., Benda, R.N., Meira Jr, C.M. & Tani, G. (2003). Practice schedule and adaptive process in the acquisition of a manual force control task. *Journal of Human Movement Studies*, 44, 121-138
- Corrêa, U.C., Massigli, M., Gonçalves, L.A. & Barros, J.A.C. (submetido). Constant-random practice and adaptive process in motor learning: effects of different amounts of constant practice. *Journal of Human Movement Studies*.
- Corrêa, U.C., Sabino da Silva, A. & Paroli, R. (2004). Efeitos de diferentes métodos de ensino na aprendizagem do futsal. *Revista Motriz*, 10, 79-88.
- Del Rey, P. (1989). Training and contextual interference effects on memory and transfer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60, 342-347.
- Del Rey, P. (1982). Effects of contextual interference on the memory of older females differing in level of physical activity. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 171-180.
- Del Rey, P., Wughalter, E.H. & Whitehurst, M. (1982). The effects of contextual interference on females with varied experience in open sport skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53, 108-115.
- Dick, M.B., Hsieh, S., Dick-Mauehlke, C., Davis, D.S. & Cotman, C.W. (2000). The variability of practice hypothesis in motor learning: does it apply to Alzheimer's disease? *Brain Cognition*, 44, 470-489.
- Freudenheim, A.M. & Tani, G. (1995). Efeitos da estrutura de prática variada na aprendizagem de uma tarefa de “timing” coincidente em crianças. *Revista Paulista de Educação Física*, 9, 87-98.
- Guadagnoli, M.A. & Lee, T.D. (2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behaviour*, 36, 212-224.
- Hall, K.G. & Magill, R.A. (1995). Variability of practice and contextual interference in motor skill learning. *Journal of Motor Behavior*, 27, 299-309.
- Keller, G. & Li, Y. (2004). Contextual Interference Effects on Acquisition and Retention of Pistol Shooting Skills. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 26, Supplement, S102.

- Kelso, J.A.S. & Engstrom, D.A. (2006). *The complementary nature*. Cambridge, The MIT Press.
- Lage, G. M. (2005). *Efeito de estruturas de prática na aprendizagem de habilidades motoras*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Lai, Q., Shea, C.H., Wulf, G. & Wright, D.L. (2000). Optimizing generalized motor program and parameter learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71, 10-24.
- Landin, D., Menickelli, J., Grisham, W. & Herbert, E.P. (2001). The effects of moderate contextual interference on learning sport skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, March (Supplement), 49-50.
- Lee, T.D. & L.R. (2005). Wishart, *Motor learning condrams (and possible solutions)*. *Quest*, 57, 67-78.
- Lee, T.D., Magill, R.A. & Weeks, D.J. (1985). Influence of practice schedule on testing schema theory predictions in adults. *Journal of Motor Behavior*, 17, 283-299.
- Manoel, E.J., Basso, L., Corrêa, U.C. & Tani, G. (2002). Modularity and hierarchical organization of action programs in human acquisition of graphic skills. *Neuroscience Letters*, 335, 83-86.
- Maruyama, M. (1963). The second cybernetics: deviation-amplifying mutual causal process. *American Scientist*, 51, 164-179.
- Miller, G.A. (1978). *Living systems*. New York: McGraw-Hill.
- Moxley, S.E. (1979). Schema: the variability of practice hypothesis. *Journal of Motor Behavior*, 11, 65-70.
- Newell, K. M. (1989). On task and theory specificity. *Journal of Motor Behavior*, 21, 92-96.
- Paroli, R. (2004). *Efeito da estrutura de prática na aquisição de uma habilidade motora*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- Prigogine, I. (1996). *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Editora da UNESP.
- Russell, D.M. & Newell, K.M. (2004). How Persistent is the Contextual Interference Effect? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 26, S159.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. (2003). Motor scheme theory after 27 years: reflections and implications for a new theory. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74, 366-375.
- Schutz, R.W. & Gessaroli, M.E. (1982). The analysis of repeated measures designs involving multiple dependent variables. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58, 132-149.
- Sekiya, H., Magill, R. A. & Anderson, D. (1996a). The contextual interference effect in parameter modifications of the same generalized motor program. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67, 59-68.
- Sekiya, H., Magill, R.A., Sidaway, B., & Anderson, D.I. (1996b). The contextual interference effect for skill variations from the same and different generalized motor programs. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 330-338.
- Shapiro, D.C. & Schmidt, R.A. (1982). The schema theory: recent evidence and developmental implications. In J.A.S. Kelso, & J.E. Clark (Eds.), *The development of movement control and co-ordination*. (pp.113-150). Chichester: John Wiley & Sons.
- Shea, C.H. & Wulf, G. (2005). Schema theory: a critical appraisal and reevaluation. *Journal of Motor Behavior*, 3, 85-101.
- Silva, A., Lage, G., Goncalves, W., Palhares, L., Ugrinowitsch, H. & Benda. R.N. (2004). Contextual Interference Effect and Manipulation of Generalized Motor Programs and Parameters in Timing Tasks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 26, S173.
- Smith, P.J.K. & Rudisill, M.E. (1993). The influence of proficiency level, transfer distality, and gender on the contextual interference effect. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64, 151-157.
- Tani, G. (1982). Processo adaptativo na aquisição de habilidades perceptivo-motoras. Tese de Doutorado. Hiroshima: Universidade de Hiroshima.
- Tani, G. (2005). Processo Adaptativo: uma concepção de aprendizagem motora além da estabilização. In: G. Tani (Ed.) *Comportamento Motor: Desenvolvimento e Aprendizagem*. (pp. 60-70). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Tani, G. (1989). *Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora*. Tese de Livre Docência. São Paulo: Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo.

- Tani, G. (1995). *Hierarchical organisation of human motor behaviour*. Unpublished Technical Report. Sheffield: University of Sheffield, Department of Psychology.
- Turnbull, S.D., & Dickinson, J. (1986). Maximizing variability of practice: a test of schema theory and contextual interference theory. *Journal of Human Movement Studies*, 12, 201-213.
- Van Rossum, J.H.A. (1990). Schmidt's schema theory: the empirical base of the variability of practice hypothesis. *Human Movement Science*, 9, 387-435.
- Wulf, G. & Schmidt, R.A. (1994). Feedback-induced variability and the learning of generalized motor programs. *Journal of Motor Behavior*, 26, 348-361.
- Wulf, G. (1992a). The learning of generalized motor programs and motor schemata: effects of KR relative frequency and contextual interference. *Journal of Human Movement Studies*, 23, 53-76.
- Wulf, G. (1992b). Reducing knowledge of results can produce context effects in movements of the same class? *Journal of Human Movement Studies*, 22, 71-84.
- Wulf, G. & Lee, T.D. (1993). Contextual interference in movements of the same class: differential effects on program and parameter learning. *Journal of Motor Behavior*, 25, 254-263.
- Wulf, G. & Schmidt, R.A. (1988). Variability in practice: facilitation in retention and transfer schema formation or context effects? *Journal of Motor Behavior*, 20, 133-149.

**Endereço:**

Umberto Cesar Corrêa  
Laboratório de Comportamento Motor  
Escola de Educação Física e Esporte – USP  
Av. Prof. Mello Moraes, 65 – São Paulo – SP  
05508-900  
e-mail: umbertoc@usp.br

*Submetido: 11 de Setembro de 2006..*

*Revisado: 07 de Novembro de 2006.*

*Aceito: 10 de Novembro de 2006.*