

Efeitos da frequência relativa e intervalo de atraso de conhecimento de resultados (CR) na aquisição de habilidades motoras

Leandro R. Palhares¹, Alessandro T. Bruzi², Guilherme M. Lage³, João V.A.P. Fialho⁴, Herbert Ugrinowitsch⁴ & Rodolfo N. Benda⁴

¹ Grupo de Estudos e Pesquisas em Comportamento Motor – GEPCOM
Depto de Educação Física e Desportos
Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil 69915-900

² Depto de Educação Física
Universidade Federal de Lavras

³ Grupo de Estudos em Comportamento Motor – GECOM
Depto de Ciências da Saúde
Faculdades Unidas do Norte de Minas
Depto de Ciências da Saúde
Universidade FUMEC

⁴ Grupo de Estudos em Desenvolvimento e Aprendizagem Motora – GEDAM
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Effects of relative frequency and delay interval of knowledge of results (KR) in the acquisition of motor skills

Abstract: The purpose of the present study was to identify the effects of relative frequency and delay interval of Knowledge of Results (KR) in the acquisition of a serial motor skill. Sixty students were randomly distributed in 2 experiments, with three groups in each experiment ($n = 10$), as a function of relative frequency: 100% (G100), 66% (G66) and 33% (G33). The Experiment 1 investigated the effects of the KR frequency without KR delay interval and the Experiment 2 investigated the effects of the KR frequency with KR delay interval (3 seconds) in the acquisition of a serial motor skill. The serial task consisted of putting a tennis ball into six holes, positioned in a wood platform in a previously determined target time. In both experiments, the subjects performed 60 trials in target time of 2,700 ms, in the acquisition phase. After ten minutes, an immediate retention test, with the same procedure of the acquisition phase, followed by a transfer test, with a new sequence of transport of the balls and target time (2,300 ms), was carried out. Twenty four hours later, both tests were repeated. All tests were performed with 10 trials without KR. In the Experiment 1, the results showed superiority of G33 in relation to the other groups, during the tests. In the Experiment 2, the results did not show any difference among the groups. These results are discussed with respect to the effect of KR delay interval, showing the role of combination of the variables.

Key Words: Motor learning; knowledge of results; relative frequency; delay interval; combination of variables.

Introdução

O *feedback* tem sido interpretado como toda informação produzida como resultado do movimento (Tani, 1989) e pode ser classificado como intrínseco, quando é obtido pelos canais sensoriais sem auxílio de uma fonte externa, e extrínseco, quando é obtido com o auxílio de algum meio externo como o professor ou o vídeo (Schmidt & Wrisberg, 2001). O *feedback* extrínseco

suplementa o intrínseco, auxilia na construção de uma referência interna do movimento (Gentile, 1972) e no fortalecimento dos mecanismos de detecção e correção dos erros (Marteniuk, 1976; Tani, 1989), fundamentais na auto-regulação, aquisição e manutenção do desempenho (Adams, 1971).

O *feedback* extrínseco pode se apresentar sob duas condições: conhecimento de performance (CP) e conhecimento de resultados (CR). O CP

contém informação a respeito da qualidade ou padrão do movimento realizado e o CR contém informação sobre o resultado de um movimento em relação à meta ambiental, sem enfatizar o padrão de movimento (Schmidt & Wrisberg, 2001; Palhares; Vieira; Ennes & Benda, 2001). O *feedback* fornecido ao aprendiz é uma das variáveis importantes para o processo de aprendizagem, provavelmente inferior somente à prática (Chiviawsky & Tani, 1993). Contudo, devido à maior possibilidade de controle das variáveis, e conseqüente fidedignidade dos resultados, o conhecimento de resultados (CR) é a principal variável quando se propõe investigar os efeitos do *feedback* na aquisição de habilidades motoras (Adams, 1987; Swinnen, 1996).

O CR passou a se relacionar direta e efetivamente com a aprendizagem de habilidades motoras a partir da lei do efeito, proposta pelo estudo de Thorndike (1927). Este pressuposto se baseava no fortalecimento da interação entre estímulo e resposta e fez valer o princípio que, em aprendizagem motora, quanto mais freqüente e imediato o fornecimento de CR, melhor o desempenho. Assim, a freqüência absoluta, definida pelo número de CR's fornecido durante uma determinada quantidade de prática, e o fornecimento imediato de CR passaram a ser variáveis importantes em aprendizagem motora.

Freqüência de Fornecimento de CR

Os resultados dos estudos de Trowbridge e Cason (1932), Bilodeau e Bilodeau (1958a), Bilodeau, Bilodeau e Schumsky (1959) corroboraram a idéia de Thorndike (1927). Entretanto, após uma extensa revisão de literatura dos estudos sobre CR, Salmoni, Schmidt e Walter (1984) apontaram críticas metodológicas e conceituais aos estudos pioneiros referentes à freqüência de CR, por não terem utilizado testes de retenção ou transferência, importantes para distinguir os efeitos transitórios do desempenho daqueles relativamente permanentes da aprendizagem (Ugrinowitsch; Tertuliano; Coca; Pereira & Gimenez, 2003). Assim, a freqüência relativa passou a ser uma das variáveis mais estudadas em aprendizagem motora (Badets; Blandin, 2004; Wulf & Shea, 2004).

A questão da freqüência relativa de CR ganhou força entre os investigadores da área, pois as menores freqüências favoreceriam o desempenho nos testes de retenção e transferência – condição sem fornecimento de CR. Esta nova interpretação é respaldada por duas justificativas teóricas. A primeira, denominada de hipótese do

direcionamento (Salmoni; Schmidt & Walter, 1984), parte da premissa que receber CR em altas freqüências conduz a um desempenho direcionado à meta comparada às menores freqüências. Porém, este “excesso” de informação causaria dependência, provocando deterioração no desempenho durante os testes, quando o CR é retirado (Schmidt & Wrisberg, 2001). Por outro lado, freqüências reduzidas promovem desempenhos mais satisfatórios durante os testes devido à oportunidade de fortalecer as estratégias de processamento de informação e a conseqüente utilização do *feedback* intrínseco (Park; Shea & Wright, 2000).

A segunda hipótese, denominada de consistência (Winstein & Schmidt, 1990), propõe que a alta freqüência de CR leva a realização de constantes ajustes, o que torna o desempenho instável na fase de aquisição e dificulta a estabilização de um plano de ação (Corrêa; Martel; Barros & Walter, 2005), levando a um pior desempenho nos testes (Chiviawsky, 2005). No sentido inverso, a baixa freqüência de CR reduziria a inconsistência do desempenho, pois não há uma informação que indique necessidade de mudança no plano da ação anteriormente executado.

Seguindo essa linha de raciocínio, a freqüência relativa não deveria ser elevada por causar dependência e inconsistência, fatores que afetam negativamente o fortalecimento do *feedback* intrínseco, ocasionando prejuízo ao desempenho durante os testes (Salmoni; Schmidt & Walter, 1984; Winstein & Schmidt, 1990). Em contrapartida, o outro extremo também pode ser prejudicial. A freqüência relativa não deveria ser muito reduzida, a ponto de caracterizar informação extrínseca insuficiente, não fornecendo referência suficiente para as correções necessárias.

Mais recentemente, Wulf, Lee e Schmidt (1994), Wrisberg e Wulf (1997) e Lustosa de Oliveira (2002) apontaram que freqüências reduzidas de CR são favoráveis à aprendizagem. Chiviawsky e Tani (1997), Ugrinowitsch, Tertuliano, Coca, Pereira e Gimenez (2003) e Tani, Meira Júnior e Gomes (2005) relatam que freqüências inferiores a 100% não provocam prejuízos ao desempenho. Para Chiviawsky (2005), CR em todas as tentativas provoca uma deterioração no desempenho durante os testes de retenção ou transferência. De um modo geral, esses resultados apontam que freqüências reduzidas de CR podem apresentar efeitos superiores na aquisição de habilidades motoras.

Intervalo de Atraso de CR

Conforme definido por Swinnen (1996), o intervalo de atraso de CR é o tempo entre o término de uma resposta (execução de uma habilidade) e a apresentação do CR referente àquela resposta. Os resultados dos estudos de Lorge e Thorndike (1935), Greenspoon e Foreman (1956), Bilodeau e Bilodeau (1958b) também corroboraram a idéia de Thorndike (1927) que, quanto mais imediato o fornecimento de CR, melhor a aprendizagem. Entretanto, os estudos dessa variável também sofreram críticas conceituais, tais como a diferenciação entre o intervalo de atraso e o intervalo pós-CR e uma distinção clara entre o fornecimento imediato e atrasado (Salmoni; Schmidt & Walter, 1984). Essas críticas, somadas às críticas metodológicas apresentadas anteriormente também foram responsáveis por alterações significativas nos delineamentos de pesquisa.

Estudos posteriores a Salmoni, Schmidt e Walter (1984), como o de Swinnen, Schmidt, Nicholson e Shapiro (1990), apresentaram resultados diferenciados, mas com uma tendência de apontar o intervalo de atraso de CR como uma variável relevante no processo de aquisição de habilidades motoras. O estudo dessa variável adquiriu respaldo na justificativa de que é necessário algum intervalo de tempo após a execução de uma habilidade para se processar o feedback intrínseco e, conseqüentemente, fortalecer os mecanismos de detecção e correção dos erros, um dos aspectos fundamentais para a aprendizagem (Adams, 1971; Schmidt; 1975). Assim, seria possível fortalecer esses mecanismos antes de receber o CR, minimizando os efeitos negativos de dependência ressaltados por Salmoni, Schmidt e Walter (1984).

O intervalo de atraso, contudo também tem suas restrições. Ele não pode ser muito pequeno, com valores próximos de zero, pois não permite tempo suficiente para fazer uso das informações intrínsecas (Godinho & Mendes, 1996; Swinnen; Schmidt; Nicholson & Shapiro, 1990) e nem muito longo para não causar desmotivação e esquecimento. Em outras palavras, as informações a respeito da habilidade executada se perdem na memória de trabalho e dificulta a comparação do CR para a correção do erro na tentativa seguinte (Simmons & Snyder, 1983).

Mais recentemente, Carnahan, Hall e Lee (1996) e Palhares, Lage, Vieira, Ugrinowitsch e Benda (2006) apontam que o intervalo de atraso é favorável à aprendizagem. Liu e Wrisberg (1997) e Liu, Gervais e Croston (2001) relatam que o intervalo de atraso não provoca prejuízos ao desempenho e discutem sua importância para o

engajamento no processamento de estratégias de detecção e correção dos erros. Esses resultados sugerem a importância do intervalo de atraso de CR na aquisição de habilidades motoras.

Relação entre Frequência Relativa e Intervalo de Atraso

Conforme relatado por Tani, Meira Júnior e Gomes (2005), os estudos atuais sobre CR apontam para uma tendência denominada de U invertido, na qual as condições extremas de frequência relativa e intervalo de atraso tornar-se-iam prejudiciais à aprendizagem.

Em recente estudo, Palhares, Lage, Vieira, Ugrinowitsch e Benda (2006) investigaram os efeitos do intervalo de atraso na aquisição de habilidades motoras de diferentes níveis de compatibilidade. Neste estudo utilizaram-se tarefas que requeriam o fornecimento de CR para serem aprendidas. Além disso, os grupos experimentais (imediato, 3 e 8 segundos de intervalo de atraso) receberam CR com 100% de frequência na fase de aquisição. Para a tarefa de alta compatibilidade, os grupos com intervalos de atraso apresentaram nos testes de retenção e transferência um desempenho significativamente superior ao grupo imediato. Houve ainda uma tendência do intervalo de três segundos ser mais eficiente que o de 8 segundos para a tarefa de alta compatibilidade.

A partir de tais resultados, é possível verificar a necessidade de investigar o comportamento do intervalo de atraso, até então uma variável contestada por alguns autores (por exemplo: Salmoni; Schmidt & Walter, 1984), em diferentes condições de frequência relativa. A justificativa teórica para tal necessidade fundamentou-se na corrente de estudos baseados em processamento de informação na aprendizagem motora, tais como Winstein e Schmidt (1990) e Swinnen, Schmidt, Nicholson e Shapiro (1990), que associaram o intervalo de atraso e frequências reduzidas com o engajamento em mecanismos de correção e detecção dos erros via fortalecimento dos mecanismos de *feedback* intrínseco (Tani, 1989). Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos da frequência relativa em diferentes intervalos de atraso de CR na aquisição de uma habilidade motora seriada.

Método

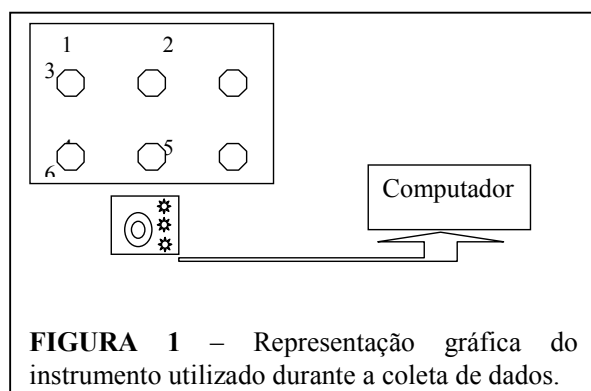
Participantes

Participaram do estudo 60 universitários voluntários de ambos os sexos, com faixa etária

entre 18 e 30 anos (idade média de $23 \pm 4,5$ anos), com consentimento livre e esclarecido, sem experiência prévia com a tarefa em questão e que foram distribuídos aleatoriamente para dois experimentos (1 e 2, respectivamente).

Instrumento

Foi utilizado um aparelho para medir os tempos de reação, de movimento e de resposta, composto de: A) uma plataforma de madeira (comprimento: 107 cm; largura: 64 cm; altura: 10 cm) contendo seis recipientes (diâmetro: 12 cm; profundidade: 5 cm) enumerados de 1 a 6 (distribuídos em duas linhas paralelas: 1 a 3 na linha proximal e 4 a 6 na linha distal, em relação ao voluntário); B) uma central de controle constituída por uma chave de resposta e três diodos, que acendem ao mesmo tempo, fornecendo estímulo visual para iniciar a tarefa (Fig. 1). Além do aparelho, foi utilizado um microcomputador, ligado à central de controle, e um software desenvolvido exclusivamente para a tarefa, gerando e armazenando os dados.



Tarefa e Delineamento Experimental

A tarefa utilizada em ambos os experimentos foi o transporte de três bolas de tênis entre os seis recipientes de uma plataforma de madeira, com seqüenciamento pré-estabelecido pelos experimentadores de 4 para 1, de 5 para 2 e de 6 para 3 em um tempo-alvo de 2.700 ms. Na fase de aquisição, os sujeitos praticaram 60 tentativas. Após dez minutos realizou-se o teste de retenção imediato, com 10 tentativas da mesma tarefa da fase de aquisição, porém sem fornecimento de CR. Em seguida, realizou-se o teste de transferência imediato, com 10 tentativas de um novo seqüenciamento: 4 para 2, 5 para 3 e 6 para 1, em um novo tempo-alvo de 2.300 ms e também sem fornecimento de CR. No dia seguinte, realizaram-se os testes de retenção e transferência atrasados, mantendo as mesmas características do dia anterior.

No Experimento 1, os sujeitos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos ($n= 10$) recebendo CR com 100%, 66% ou 33% de frequência relativa (G100, G66 e G33, respectivamente). No Experimento 2, os sujeitos também foram distribuídos aleatoriamente em três grupos ($n= 10$) recebendo CR com 100%, 66% ou 33% de frequência relativa e três segundos de intervalo de atraso (G100, G66 e G33, respectivamente).

Procedimentos Experimentais

Antes de iniciar a coleta de dados, os sujeitos leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, receberam informações sobre o funcionamento e manuseio do equipamento, além de instrução verbal e demonstração sobre a seqüência a ser realizada.

Durante a execução das tentativas, em todas as fases do experimento, ao comando verbal “prepara” fornecido pelo experimentador, o sujeito pressionava a chave de resposta e aguardava o acendimento dos diodos. No momento em que os diodos acendiam, iniciava a contagem do tempo e o voluntário deveria transportar as bolas de tênis na ordem pré-definida objetivando o tempo alvo. Ao término da execução a chave era pressionada novamente, finalizando a contagem do tempo e caracterizando o fim da tarefa.

Durante a fase de aquisição, o CR foi fornecido em magnitude e direção do erro, de acordo com os grupos experimentais. Nos testes de retenção e transferência, em ambos os dias, os procedimentos foram os mesmos com exceção do fornecimento de CR.

Análise Estatística

A variável dependente utilizada no presente estudo foi a frequência relativa de CR. Para sua análise utilizou-se o erro absoluto, ou seja, o valor, em ms, da diferença entre o tempo realizado em uma tentativa e o tempo-alvo predeterminado pelos experimentadores. Esses valores de erro foram agrupados em blocos de cinco tentativas e descritos através da média e desvio padrão do erro absoluto.

Para verificar possíveis diferenças entre os grupos experimentais, blocos de tentativas e na interação entre esses dois fatores foram utilizadas ANOVAs *two way* com medidas repetidas no segundo fator. Em caso de diferenças, adotou-se como *post hoc* o teste de Tukey.

Experimento 1

O Experimento 1 teve por objetivo verificar os efeitos de diferentes frequências relativas de CR sem intervalo de atraso de CR na aquisição de uma habilidade motora seriada.

Resultados

Média do Erro Absoluto

Os três grupos apresentaram desempenho semelhante em todas as fases do experimento, com redução do erro absoluto do primeiro para o segundo bloco de tentativas da fase de aquisição.

Verificou-se nos testes desempenho inferior do G66 (Figura. 2).

Uma ANOVA *two-way* (3 grupos X 12 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para a fase de aquisição. Não houve diferença no fator grupos [$F(2,27)=1, p=0,38$] e na interação entre grupos e blocos [$F(22,297)=0,47, p=0,98$]. Observou-se diferença no fator blocos [$F(11,297)=24,8, p< 0,001$] e o teste *post hoc* de Tukey verificou que os grupos reduziram seus erros do primeiro para o segundo bloco ($p<0,001$) e mantiveram desempenho semelhante nos demais blocos de tentativas da fase de aquisição ($p>0,05$).

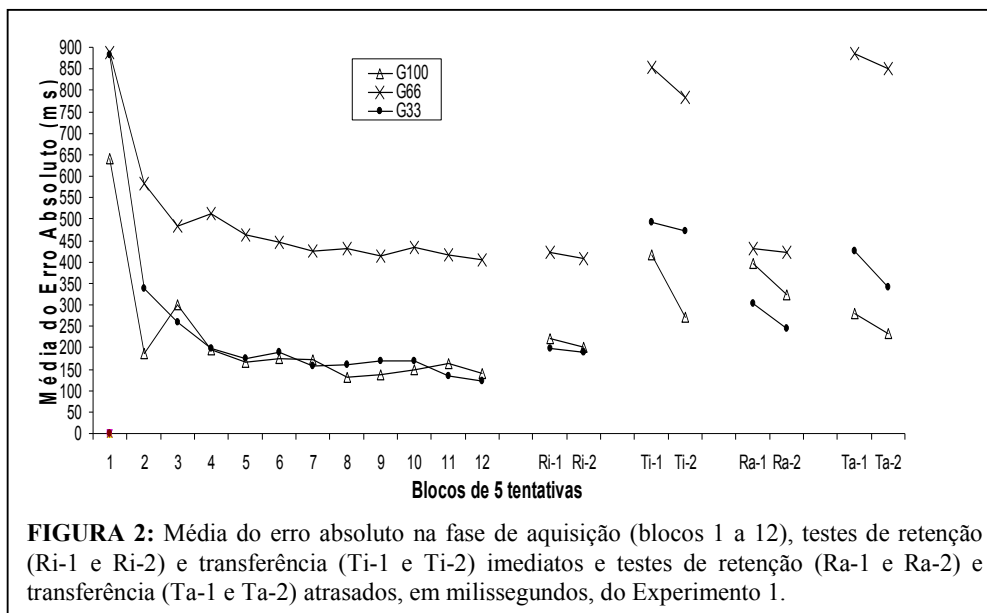


FIGURA 2: Média do erro absoluto na fase de aquisição (blocos 1 a 12), testes de retenção (Ri-1 e Ri-2) e transferência (Ti-1 e Ti-2) imediatos e testes de retenção (Ra-1 e Ra-2) e transferência (Ta-1 e Ta-2) atrasados, em milissegundos, do Experimento 1.

Outra ANOVA *two-way* (3 grupos X 8 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para análise dos blocos de tentativas dos testes de retenção e transferência, imediatos e atrasados. Não houve diferença no fator grupos [$F(2,27)=1,78, p=0,19$]. Observou-se diferenças no fator blocos [$F(7,189)=8,14, p<0,001$] com o teste *post hoc* de Tukey indicando melhor desempenho dos grupos nos testes de retenção em relação aos testes de transferência ($p<0,05$). Também foi observada diferença na interação entre grupos e blocos [$F(14,189)=2,32, p<0,006$]. O teste *post hoc* de Tukey apontou um desempenho inferior do G66 em relação ao G100 no teste de transferência imediato ($p<0,05$) e em relação ao G100 e G33 no teste de transferência atrasado ($p< 0,05$).

Desvio Padrão do Erro Absoluto

Em relação à variabilidade, os três grupos apresentaram desempenho semelhante na fase de aquisição, com redução do erro absoluto do

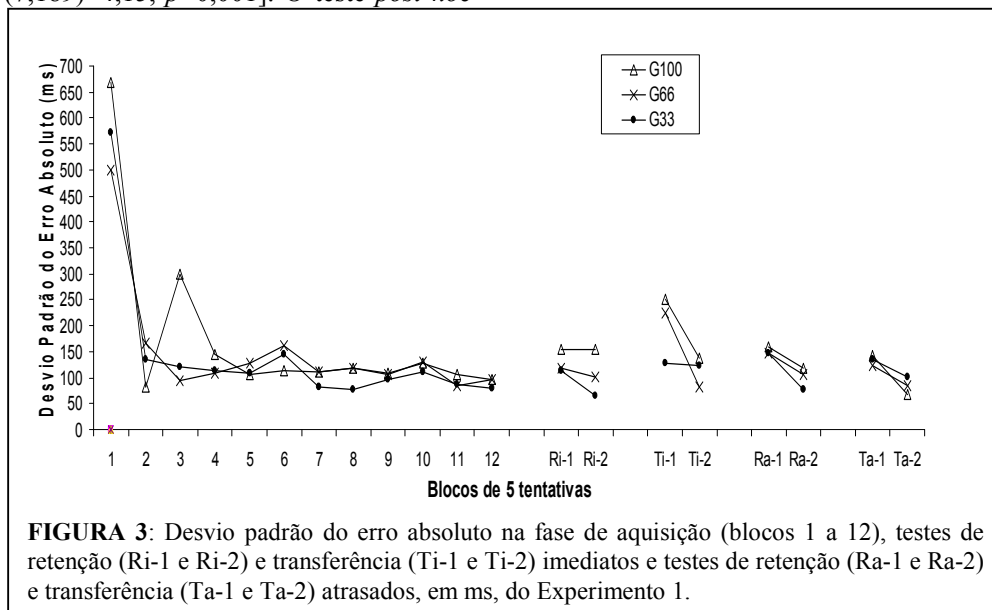
primeiro para o segundo bloco de tentativas. Durante os testes observou-se maior consistência do G33 nos testes imediatos (Figura. 3).

Uma ANOVA *two-way* (3 grupos X 12 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para a fase de aquisição. Não houve diferença no fator grupos [$F(2,27)=1,19, p=0,38$] e na interação entre grupos e blocos [$F(22,297)=1,07, p=0,38$]. Observou-se diferença no fator blocos [$F(11,297)=25,2, p<0,001$] e o teste *post hoc* de Tukey verificou que os grupos reduziram a variabilidade do primeiro para o segundo bloco ($p<0,001$) e a mantiveram nos demais blocos de tentativas da fase de aquisição ($p>0,05$).

Outra ANOVA *two-way* (3 grupos X 8 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para análise dos blocos de tentativas dos testes de retenção e transferência, imediatos e atrasados. Não houve diferença na interação entre grupos e blocos [$F(14,189)=1, p=0,47$]. Observou-se diferença no fator grupos [$F(2,27)=4,2, p=0,026$] com o teste *post hoc* de Tukey apontando maior

variabilidade do G100 em relação ao G33 ($p=0,021$). Observou-se também diferença no fator blocos [$F(7,189)=4,15$, $p<0,001$]. O teste *post hoc*

de Tukey indicou maior variabilidade no teste de transferência imediato ($p<0,05$).



Discussão

O objetivo do primeiro experimento foi verificar os efeitos de diferentes frequências relativas de CR sem intervalo de atraso de CR na aquisição de uma habilidade seriada. Godinho e Mendes (1996) e Chiviakowsky (2005) relatam que os estudos referentes à frequência de CR realizados ao longo das últimas cinco décadas sugerem algumas direções para a compreensão desta variável (por exemplo, Winstein & Schmidt, 1990; Wulf; Lee & Schmidt, 1994; Lustosa de Oliveira, 2002). Utilizando este referencial teórico em uma análise prévia do delineamento experimental deste experimento, seria possível especular que o G66 e o G33 provavelmente apresentariam um desempenho superior ao G100 durante os testes. Os resultados aqui encontrados confirmaram parcialmente esta premissa.

Na fase de aquisição, os grupos se comportaram de forma semelhante tanto em precisão quanto em consistência. Os grupos reduziram o erro do primeiro para o segundo bloco de tentativas, ou seja, bastaram dez tentativas (quatro, sete ou 10 CR's, dependendo do grupo experimental) para estabilizar o desempenho. Estes achados corroboram Palhares, Lage, Vieira, Ugrinowitsch e Benda (2006) e Palhares, Fialho, Bruzi, Oliveira, Alves e Benda (2005), confirmando a força da variável CR para a aquisição da habilidade motora em questão.

Nos testes de retenção e transferência, imediatos e atrasados, o G100 e G33 apresentaram-se mais

precisos que o G66, enquanto o G33 mostrou-se mais consistente que o G100. Considerando a precisão e a consistência como características de um comportamento habilidoso (Glencross; Whiting & Abernethy, 1994; Manoel, 2001; Tani, 2002), o conjunto de resultados apontou para um melhor desempenho do G33. Esse achado vem corroborar a literatura atual, após as críticas apontadas por Salmoni, Schmidt e Walter (1984), em relação aos benefícios de frequências reduzidas de CR para a aprendizagem motora (Wulf; Lee & Schmidt, 1994; Lustosa de Oliveira, 2002; Chiviakowsky & Godinho, 2004; Tani; Meira Júnior & Gomes, 2005).

Experimento 2

O Experimento 2 teve por objetivo verificar os efeitos de diferentes frequências relativas de CR com intervalo de atraso (três segundos) de CR na aquisição de uma habilidade motora seriada.

Resultados

Média do Erro Absoluto

Os três grupos apresentaram desempenho semelhante em todas as fases do experimento, com redução do erro absoluto do primeiro para o segundo bloco de tentativas da fase de aquisição. Nos testes destaca-se pior desempenho do G33 no teste de transferência atrasado (Figura. 4).

Uma ANOVA *two-way* (3 grupos X 12 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para a fase de aquisição. Não houve diferença no fator grupos [$F(2,27)=1,42, p=0,26$] e na interação entre grupos e blocos [$F(22,297)=0,44, p=0,99$]. Observou-se diferença no fator blocos [$F(11,297)=20,4, p<0,001$] e o teste *post hoc* de Tukey verificou que os grupos reduziram seus erros do primeiro para o segundo bloco ($p<0,001$) e mantiveram desempenho semelhante nos demais blocos de tentativas da fase de aquisição ($p>0,05$).

Outra ANOVA *two-way* (3 grupos X 8 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para análise dos blocos de tentativas dos testes de retenção e transferência, imediatos e atrasados. Não houve diferença no fator grupos

[$F(2,27)=0,09, p=0,91$] e na interação entre grupos e blocos [$F(14,189)=0,74, p=0,74$]. Observou-se diferença no fator blocos [$F(7,189)=6,23, p<0,001$] e o teste *post hoc* de Tukey indicou melhor desempenho nos testes de retenção em relação aos testes de transferência ($p<0,05$).

Desvio Padrão do Erro Absoluto

Em relação à variabilidade, os três grupos apresentaram desempenho semelhante em todas as fases do experimento, com redução da variabilidade do primeiro para o segundo bloco de tentativas da fase de aquisição. Destaca-se maior variabilidade do G100 no teste de retenção atrasada (Figura. 5).

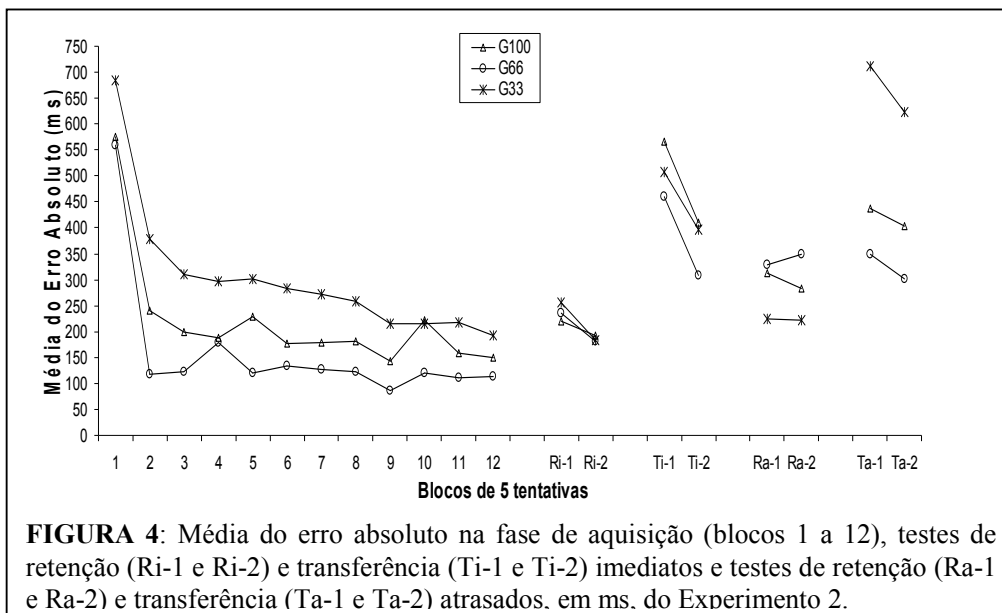


FIGURA 4: Média do erro absoluto na fase de aquisição (blocos 1 a 12), testes de retenção (Ri-1 e Ri-2) e transferência (Ti-1 e Ti-2) imediatos e testes de retenção (Ra-1 e Ra-2) e transferência (Ta-1 e Ta-2) atrasados, em ms, do Experimento 2.

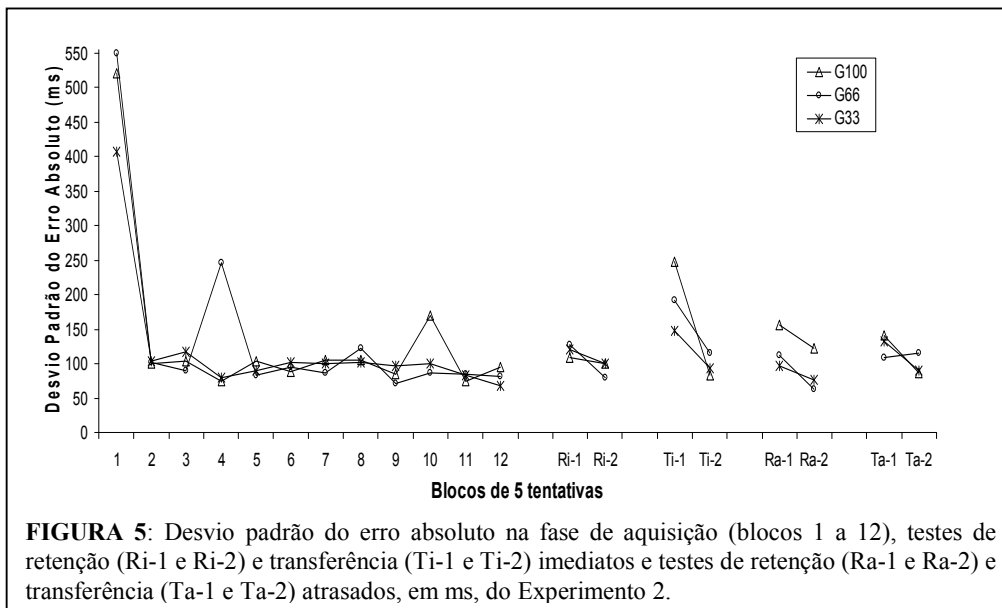


FIGURA 5: Desvio padrão do erro absoluto na fase de aquisição (blocos 1 a 12), testes de retenção (Ri-1 e Ri-2) e transferência (Ti-1 e Ti-2) imediatos e testes de retenção (Ra-1 e Ra-2) e transferência (Ta-1 e Ta-2) atrasados, em ms, do Experimento 2.

Uma ANOVA *two-way* (3 grupos X 12 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para a fase de aquisição. Não houve diferenças no fator grupos [$F(2,27)=0,13, p=0,88$] e na interação entre grupos e blocos [$F(22,297)=1,94, p=0,54$]. Observou-se diferença no fator blocos [$F(11,297)=20,3, p<0,001$]. O teste *post hoc* de Tukey indicou que os grupos reduziram a variabilidade do primeiro para o segundo bloco ($p<0,001$) e a mantiveram nos demais blocos de tentativas da fase de aquisição ($p>0,05$).

Outra ANOVA *two-way* (3 grupos X 8 blocos) com medidas repetidas no segundo fator foi realizada para análise dos blocos de tentativas dos testes de retenção e transferência, imediatos e atrasados. Não houve diferença no fator grupos [$F(2,27)=0,4, p=0,67$] e na interação entre grupos e blocos [$F(14,189)=1,62, p=0,07$]. Observou-se diferença no fator blocos [$F(7,189)=6,1, p<0,001$] e o teste *post hoc* de Tukey indicou maior variabilidade no teste de transferência imediato ($p<0,05$).

Discussão

O objetivo do segundo experimento foi verificar os efeitos de diferentes frequências relativas de CR com intervalo de atraso (três segundos) de na aquisição de uma habilidade seriada. Algumas das revisões de literatura mais recentes referentes ao CR conduzem suas discussões para um mesmo direcionamento: frequências reduzidas promovem maiores benefícios à aprendizagem de habilidades motoras (Badets & Blandin, 2004; Wulf & Shea, 2004; Chiviacowsky, 2005). No entanto, tal premissa não foi confirmada, diferente do primeiro experimento.

Além da frequência relativa, a outra variável manipulada (intervalo de atraso) foi constante para os três grupos experimentais. Desta forma, poder-se-ia dizer que o intervalo de atraso não influenciou o desempenho de nenhum dos grupos. Contudo, o intervalo de atraso pode ter influenciado o desempenho do G100, para níveis semelhantes ao G66 e G33, através do fortalecimento dos mecanismos de detecção e correção dos erros (Tani, 1989; Wulf, 1992a; 1992b), negligenciado pelo regime de fornecimento de CR em todas as tentativas, mas oportunizado pelo tempo anterior ao fornecimento de CR (3 segundos) disponível para processamento de feedback intrínseco que antecedeu o recebimento do CR (Palhares, Lage, Vieira, Ugrinowitsch & Benda, 2006).

Os resultados encontrados mostram semelhança entre os grupos experimentais em ambos os níveis

de desempenho, precisão e consistência, em todas as fases do experimento. Esses achados vêm contradizer os resultados de estudos recentes de Lustosa de Oliveira (2002), Chiviacowsky e Godinho (2004), Wulf e Shea (2004) e Tani, Meira Júnior e Gomes (2005) em relação à deterioração do desempenho em função de regimes de frequência com fornecimento de CR em todas as tentativas. Entretanto, considerando a importância do intervalo de atraso na aprendizagem motora (Liu; Gervais & Croston, 2001; Palhares; Lage; Vieira; Ugrinowitsch & Benda, 2006), a ausência de diferenças entre os grupos pode significar que o intervalo de atraso, de alguma forma, atuou de forma positiva para o desempenho do G100 apresentar-se semelhante aos grupos de menor frequência.

Lai e Shea (1999) discutem a possibilidade do fornecimento de CR em 100% das tentativas não ser tão prejudicial. O argumento contrário à hipótese de orientação, de Salmoni, Schmidt e Walter (1984), é que o CR frequente, apesar de provocar dependência, não seria suficientemente forte para impedir todos os mecanismos e estratégias de processamento e elaboração de informações. Chiviacowsky e Godinho (2004) sugerem que outros fatores, internos e externos ao aprendiz, podem exercer influência junto à frequência relativa de CR. Um desses fatores seria a forma de apresentação do CR: o fornecimento imediato ou atrasado, por exemplo, poderia alterar a qualidade de processamento das informações. Desse modo, o fornecimento de CR atrasado promoveria desempenhos superiores em detrimento ao seu fornecimento imediato, conforme vem sendo sugerido a partir do estudo de Swinnen, Schmidt, Nicholson e Shapiro (1990). Assim, com o intervalo de atraso de CR, houve tempo suficiente para processar o feedback intrínseco.

A hipótese explicativa, assim como na frequência relativa, se relaciona ao uso do feedback intrínseco para um adequado fortalecimento dos mecanismos de detecção e correção dos erros, desta feita no intervalo entre o término de uma execução e o fornecimento do CR. No presente estudo, o CR foi fornecido com três segundos de intervalo de atraso. Apesar desta variável não ter sido manipulada, ela estava presente em associação à frequência relativa. Com isso, o intervalo de atraso poderia ter provocado um desempenho do G100 semelhante aos demais grupos, por proporcionar oportunidade de engajamento nos processos cognitivos de detecção e correção dos erros. Nesse caso, é possível especular que existe uma hierarquia de importância no fornecimento de

feedback, indicando que o atraso no fornecimento da informação parece ter mais força que a frequência relativa. Contudo, essa hipótese merece ser investigada em estudos futuros.

Discussão Geral

Os dois experimentos apresentaram resultados que possibilitam questionamentos e possíveis direcionamentos a futuros estudos. Ao confrontar o G33 em cada experimento, observou-se desempenho superior aos demais grupos, quando a frequência relativa foi manipulada isoladamente, e um desempenho semelhante quando associada ao intervalo de atraso. Esses resultados indicam que pode existir um nível adequado de uma variável em função de algumas características da outra, o que pode ser observado em alguns resultados. Por exemplo, o que dizer do desempenho do G100 na comparação de ambos experimentos? Quando houve intervalo de atraso, o desempenho do G100 foi melhor em relação aos demais grupos experimentais.

Ao confrontar os resultados de ambos os experimentos, nota-se que as discussões do Experimento 1 se deram em função das diferentes frequências de CR e seus efeitos na aprendizagem. No segundo experimento, as discussões permearam sobre possíveis efeitos do intervalo de atraso nas diferentes frequências relativas. Entretanto, se o intervalo de atraso, de alguma forma, influenciou os regimes de frequência relativa, conforme observado no Experimento 2 (semelhança entre os grupos experimentais), porque não pressupor que a ausência desse intervalo, situação apresentada no Experimento 1, também não influenciou os resultados (superioridade do G33 em relação aos demais grupos)?

As justificativas encontradas para compreender os resultados do presente estudo se basearam no fato da frequência de 33% ter sido a mais favorável, conforme apontado pelas recentes tendências (como exemplo, Lustosa de Oliveira, 2002; Tani; Meira Júnior; Gomes, 2005) ou o intervalo de atraso ter favorecido os grupos com frequência de 100% e de 66%, demonstrando sua importância na aprendizagem (ex: Palhares; Lage; Vieira; Ugrinowitsch & Benda, 2006). Porém, estas podem não ser as únicas possibilidades de justificar os resultados aqui encontrados.

Poder-se-ia especular que a combinação, idéia de fusão e não de adição, entre frequência relativa e intervalo de atraso de CR seria responsável por promover ajustes diferenciados nos mecanismos de processamento de informações e no fortalecimento de um referencial interno do movimento, de forma

que ambas variáveis perdessem um pouco de suas características originais, emergindo novas funções, ainda desconhecidas.

Os estudos de Wulf e colaboradores (1992a; 1992b; 1994) e Chiviawsky e Tani (1997), combinando frequência de CR à estruturação da prática e ao efeito da interferência contextual, e Ennes (2004) combinando frequência de CR, instrução verbal e demonstração, apresentaram resultados que não corroboram aqueles observados tradicionalmente quando as variáveis são investigadas isoladamente. Desta forma, a combinação entre frequência relativa e intervalo de atraso pode ser mais uma perspectiva de explicação dos resultados aqui observados e que merece ser investigada com diferentes intervalos. Apesar disso, a ausência de diferença intergrupos no segundo experimento é um indicativo que o intervalo de atraso de três segundos pode ter maior peso que a frequência relativa.

Conclui-se, portanto, que a frequência de 33% levou a um melhor desempenho, resultado não repetido quando o intervalo de atraso foi combinado com a frequência de CR. Isso indica que o intervalo de atraso, de alguma forma, interferiu na frequência de fornecimento de CR. Esses achados merecem maior cuidado em sua análise, com a necessidade de novos estudos para um indicativo mais consistente. Faz-se necessária a investigação da combinação da frequência relativa e do intervalo de atraso de CR em função de tarefas com características distintas, além da possibilidade de combinar outras variáveis que influenciam o processo de aquisição de habilidades motoras.

Referências

- Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-149.
- Adams, J.A. (1987). Historical review and appraisal of research on the learning, retention and transfer of human motor skills. *Psychological Bulletin*, 101, 41-74.
- Badets, A. & Blandin, Y. (2004). The role of knowledge of results frequency in learning through observation. *Journal of Motor Behavior*, 36, 62-70.
- Bilodeau, E.A. & Bilodeau, I.M. (1958a). Variable frequency of knowledge of results and the learning of a simple skill. *Journal of Experimental Psychology*, 55, 379-383.
- Bilodeau, E.A. & Bilodeau, I.M. (1958b). Variation of temporal intervals among critical events in five studies of knowledge of results. *Journal of Experimental Psychology*, 55, 603-612.

- Bilodeau, E.A., Bilodeau, I.M. & Shumsky, D.A. (1959). Some effects of introducing and withdrawing knowledge of results early and late in practice. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 142-144.
- Carnahan, H., Hall, C. & Lee, T.H. (1996). Delayed visual feedback while learning to track a moving target. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67, 416-423.
- Chiviawsky, S. (2005). Frequência de conhecimento de resultados e aprendizagem motora: linhas atuais de pesquisa e perspectivas. In G. TANI (Ed.), *Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento* (pp.185-207). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Chiviawsky, S. & Tani, G. (1993). Efeitos da frequência do conhecimento de resultados na aprendizagem de uma habilidade motora em crianças. *Revista Paulista de Educação Física*, 7, 45-57.
- Chiviawsky, S. & Tani, G. (1997). Efeitos da frequência de conhecimento de resultados na aprendizagem de diferentes programas motores generalizados. *Revista Paulista de Educação Física*, 11, 15-26.
- Chiviawsky, S. & Godinho, M. (2004). Conhecimento de resultados na aprendizagem de tarefas motoras: efeitos da frequência versus complexidade da tarefa. *Revista Brasileira de Educação Física e Esportes*, 18, 81-99.
- Corrêa, U.C., Martel, V.S.A., Barros, J.A.C. & Walter, C. (2005). Efeitos da frequência de conhecimento de performance na aprendizagem de habilidades motoras. *Revista Brasileira de Educação Física e Esportes*, 19, 127-141.
- Ennes, F.C.M. (2004). *Efeito da combinação de demonstração, instrução verbal e frequência de conhecimento de resultados na aquisição de habilidades seriadas*. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Gentile, A.M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17, 3-23.
- Glencross, D.J., Whiting, H.T.A. & Abernethy, B. (1994). Motor control, motor learning and the acquisition of skill: historical trends and future directions. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 32-52.
- Godinho, M. & Mendes, R. (1996). *Aprendizagem motora: informação de retorno sobre o resultado*. Lisboa: Edições FMH.
- Greenspon, J. & Foreman, S. (1956). Effect of delay of knowledge of results on learning a motor task. *Journal of Experimental Psychology*, 51, 226-228.
- Lai, Q. & Shea, C.H. (1999). Bandwidth knowledge of results enhances generalized motor program learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 79-83.
- Liu, J. & Wrisberg, C.A. (1997). The effect of knowledge of results delay and the subjective estimation of movement form on the acquisition and retention of a motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 145-151.
- Liu, J., Gervais, P.D. & Croston, A.L. (2001). The effect of subjective estimation of performance outcome during the KR-delay interval on the acquisition and retention of a motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport, supplement*, A-51.
- Lorge, I. & Thorndike, E.L. (1935). The influence of delay in the after-effect of a connection. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 186-194.
- Lustosa de Oliveira, D. (2002). *Frequência relativa de conhecimento de resultados e complexidade da tarefa na aprendizagem de uma habilidade motora*. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Escola de Educação Física e Esportes, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Manoel, E.J. (2001). O diálogo no processo de aquisição de habilidades motoras. In: M.G.S. Guedes (Ed.), *Aprendizagem Motora: problemas e contextos*. (pp.19-33). Lisboa: Edições FMH.
- Marteniuk, R.G. (1976). *Information processing in motor skills*. Waterloo: Holt, Rinehart and Winston.
- Palhares, L.R., Vieira, M.M., Ennes, F.C.M. & Benda, R.N. (2001). O feedback na aprendizagem de habilidades esportivas. In E. Silami-Garcia & K.L.M. Lemos (Eds.), *Temas Atuais VI em Educação Física e Esportes*. (pp. 73-85). Belo Horizonte: Health.
- Palhares, L.R., Fialho, J.V.A.P., Bruzi, A.T., Oliveira, F.S., Alves, M.A.F. & Benda, R.N. (2005). The effect of combination of precision and nature of knowledge of results (KR) in the serial skills. *FIEP Bulletin*, 75, 428-430.
- Palhares, L.R., Lage, G.M., Vieira, M.M., Ugrinowitsch, H. & Benda, R.N. (2006). KR-delay interval effects in acquisition of positioning tasks in different compatibility levels. *Journal of Human Movement Studies*, 51, 47-61.

- Park, J., Shea, C.H. & Wright, D.L. (2000). Reduced-frequency concurrent and terminal feedback: a test of the guidance hypothesis. *Journal of Motor Behavior*, 32, 287-296.
- Salmoni, A.W., Schmidt, R.A. & Walter, C.B. (1984). Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, 95, 355-386.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. & Wrisberg, C.A. (2001). *Aprendizagem e performance motora: Uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. Porto Alegre: Artmed.
- Simmons, R.W. & Snyder, R.J. (1983). Variation of temporal locus of knowledge of results: effects on motor performance of a simple task. *Perceptual and Motor Skills*, 56, 399-404.
- Swinnen, S.P. (1996). Information feedback for motor skill learning: a review. In H.N. Zelaznik (Ed.), *Advances in motor learning and control*. (pp. 37-66). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Swinnen, S.P., Schmidt, R.A., Nicholson, D.E. & Shapiro, D.C. (1990). Information feedback for skill acquisition: instantaneous knowledge of results degrades learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 706-716.
- Tani, G. (1989). Significado, detecção e correção do erro de performance no processo ensino-aprendizagem de habilidades motoras. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 3, 50-58.
- Tani, G. (2002). Aprendizagem motora e esporte de rendimento: um caso de divórcio sem casamento. In V.J. Barbanti, A.C. Amadio, J.O. Bento & A.T. Marques (Eds.), *Esporte e Atividade Física; Interação entre rendimento e saúde*. (pp.145-162). Barueri: Manole.
- Tani, G., Meira Júnior, C.M. & Gomes, F.R.F. (2005). Frequência, precisão e localização temporal de conhecimento de resultados e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora de controle da força manual. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 5, 59-68.
- Thorndike, E.L. (1927). The law of effect. *American Journal of Psychology*, 39, 212-222.
- Trowbridge, M.H. & Cason, H. (1932). An experimental study of Thorndike's theory of learning. *Journal of General Psychology*, 7, 245-260.
- Ugrinowitsch, H., Tertuliano, I.W., Coca, A.A., Pereira, F.A.S. & Gimenez, R. (2003). Frequência de feedback como um fator de incerteza no processo adaptativo em aprendizagem motora. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 11, 41-47.
- Winstein, C.J. & Schmidt, R.A. (1990). Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 677-691.
- Wrisberg, C.A. & Wulf, G. (1997). Diminishing the effects of reduced frequency of knowledge of results on generalized motor program learning. *Journal of Motor Behavior*, 29, 17-26.
- Wulf, G. (1992a). Reducing knowledge of results can produce context effects in movements of the same class. *Journal of Human Movement Studies*, 22, 71-84.
- Wulf, G. (1992b). 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., Lee, T.D. & Schmidt, R.A. (1994). Reducing knowledge of results about relative versus absolute timing: differential effects on learning. *Journal of Motor Behavior*, 26, 362-369.
- Wulf, G. & Shea, C.H. (2004). Feedback: the good, the bad and the ugly. In A.M. Williams, N.J. Hodges, M.A. Scott & M.L.J. Court (Eds.), *Skill acquisition in sport: research, theory and practice*. (pp.121-144). New York: Routledge.

Endereço:

Leandro Ribeiro Palhares
 Departamento de Educação Física e Desportos
 Universidade Federal do Acre
 Campus Universitário Reitor Aúlio Gélvio Alves de Souza, BR 364, Km 4 – Distrito Industrial
 Rio Branco, AC, Brasil, CEP 69915-900
 e-mail: leandro_palhares@yahoo.com.br

Submetido: 29 de Setembro de 2006.

Revisado: 02 de Novembro de 2006.

Aceito: 10 de Novembro de 2006.