

Conhecimento de resultados na aprendizagem de tarefas motoras: efeitos da frequência versus complexidade da tarefa

CDD. 20.ed. 152.334

Suzete CHIVIAKOWSKY*
Mário GODINHO**

* Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas - RS.

** Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa - Portugal.

Resumo

O objetivo do estudo foi verificar a existência de interação entre os efeitos de diferentes frequências de conhecimento de resultados (CR) e a complexidade da tarefa, na aprendizagem de três variações (simples, intermediária e complexa) de uma tarefa motora sequencial, com objetivos espaciais e temporais. Cento e vinte estudantes universitários, 60 de cada sexo, foram utilizados como sujeitos, distribuídos em 12 grupos de 10 sujeitos cada, com igual número de sujeitos de cada sexo por grupo, considerando as diferentes tarefas e as diferentes frequências de CR (100, 66, 50 e 33%). As tarefas requeriam que os participantes pressionassem teclas do teclado numérico do computador, com diferentes requerimentos espaciais e temporais, manipulados de forma a modificar a sua complexidade. A tarefa simples foi constituída de quatro teclas, sem mudanças em direção e tempos parciais. A tarefa intermediária foi constituída de cinco teclas, com diferentes tempos parciais e uma mudança em direção. A tarefa complexa foi constituída de seis teclas, com diferentes tempos parciais e várias mudanças de direção. O estudo foi composto de três fases: aquisição e, 24 horas depois desta, retenção e transferência. Foi utilizada a ANOVA a fim de verificar eventuais diferenças e o teste de Tukey para determinar diferenças específicas. Os resultados não demonstraram a existência de interação entre frequência de CR e complexidade da tarefa. Tais resultados diferem de alguns outros encontrados na literatura, indicando que mais estudos são ainda necessários para clarificar a questão.

UNITERMOS: Aprendizagem motora; "Feedback"; Conhecimento de resultados (CR); Frequência de CR; Complexidade da tarefa.

Introdução

Sabe-se que existem incontáveis métodos para se organizar a prática, embora seja ainda difícil compreender os efeitos destas variações e como elas interagem entre si na aquisição de habilidades motoras. Diversas características comuns das sessões de prática têm sido estudadas na literatura e a compreensão de como estas variáveis afetam a aprendizagem nos leva a um longo caminho em direção ao planejamento de práticas eficientes. O problema do nosso estudo foi estabelecido, tendo como base uma importante variável que influencia a aprendizagem motora, o conhecimento de resultados (CR).

O conhecimento de resultados (CR) é uma forma de "feedback" que informa sobre o resultado do movimento em termos do seu objetivo ambiental e possui

algumas funções importantes na aprendizagem de habilidades motoras, como a motivacional (MAGILL, 1989; SCHMIDT, 1975), a de orientar o aprendiz em direção à resposta apropriada (ADAMS, 1971), assim como a relacional, que possibilita estabelecer relações entre os comandos motores e a resposta que levam ao fortalecimento de esquemas para a produção de novos movimentos (SCHMIDT, 1975).

A frequência de CR refere-se, fundamentalmente, à quantidade de CRs fornecidos e, também, à forma de distribuição desta informação durante uma sessão de prática. A pesquisa sobre esta variável comporta um amplo leque de manipulações, que engloba desde estudos sobre a frequência relativa propriamente dita (CHIVIAKOWSKY, 1994; WINSTEIN

& SCHMIDT, 1990; WULF & SCHMIDT, 1989), até estudos sobre sumário de CR (SCHMIDT, LANGE & YOUNG, 1990; SCHMIDT, YOUNG, SWINNEN & SHAPIRO, 1989; SIDAWAY, MOORE & SCHOENFELDER-ZOHDI, 1991), faixa de amplitude de CR (GOODWIN & MEEUWSEN, 1995; GRAYDON, PAINE, ELLIS & THREADGOLD, 1997; SHERWOOD, 1988), CR médio (WEEKS & SHERWOOD, 1994; WULF & SCHMIDT, 1996; YOUNG & SCHMIDT, 1992), frequência decrescente de CR (WINSTEIN, POHL & LEWTHWAITE, 1994; WULF & SCHMIDT, 1989; WULF, SCHMIDT & DEUBEL, 1993) e, mais recentemente, frequência auto-controlada de CR (CHIVIAKOWSKY, 2000; JANELLE, BARBA, FREHLICH, TENNANT & CAURAUGH, 1997; JANELLE, KIM & SINGER, 1995).

Apesar do grande número de estudos na área, de forma específica em relação a frequência de CR, ainda pouco se sabe sobre os efeitos desta variável em relação a tarefas diversificadas, com diferentes complexidades, já que a grande maioria dos trabalhos até agora realizados utilizou tarefas simples de laboratório. As tarefas utilizadas nos experimentos em aprendizagem motora têm sido, atualmente, motivo de preocupação por parte dos pesquisadores, já que diferentes resultados podem ser alcançados em experimentos que manipulem uma mesma variável e utilizem a mesma metodologia, diferenciando-se apenas em relação à tarefa a ser aprendida. As tarefas motoras podem ser classificadas de várias formas, sendo a classificação mais utilizada, de acordo com SCHMIDT e WRISBERG (2001), aquela que as divide de acordo com especificações como a estabilidade e a previsibilidade do ambiente (tarefas abertas ou fechadas) e a organização da tarefa (discretas, seriais ou contínuas). Pode-se considerar, ainda, subdivisões em cada uma destas classificações no que se refere aos requisitos mais solicitados a cada tarefa específica, como maiores demandas perceptivas, demandas de tomada de decisão ou demandas efetoras, ou ainda, uma combinação das anteriores, o que pode tornar as tarefas muito diferentes umas das outras e mais ou menos complexas.

Uma grande dificuldade em relação à generalização dos resultados sobre a frequência de CR, têm sido os diferentes tipos de tarefas utilizadas. Pode-se diferenciar os estudos que utilizaram apenas uma tarefa na investigação do efeito da frequência de CR dos estudos que consideraram a aprendizagem de um Programa Motor Generalizado (PMG), onde diferentes versões da tarefa foram praticadas. Podemos constatar que praticamente todos os estudos que utilizaram a aprendizagem de

um PMG, encontraram resultados positivos para frequências reduzidas de CR e negativos quanto à aprendizagem dos parâmetros, com frequências aumentadas de CR (WULF, LEE & SCHMIDT, 1994; WULF & SCHMIDT, 1989; WULF, SHEA & RICE, 1995, em estudos que utilizaram tarefas seriadas de apertar botões, e WRISBERG & WULF, 1997; WULF, 1992; WULF, SCHMIDT & DEUBEL, 1993, em estudos que utilizaram tarefas de produção de padrões de movimento com objetivos espaciais e temporais).

Já nos estudos com a aprendizagem de uma versão de uma habilidade motora os resultados são bem menos conclusivos. Para citar alguns exemplos, parece haver uma tendência para efeitos positivos significativos para frequências reduzidas de CR, em relação a frequências aumentadas, em tarefas de produção de um padrão de movimento com objetivos espaciais e temporais (WINSTEIN & SCHMIDT, 1990) e em tarefas de posicionamento linear com restrição temporal (REEVE, DORNIER & WEEKS, 1990; SCHMIDT et al., 1989; YAO, FISCHMAN & WANG, 1994). Entretanto, são encontrados efeitos nulos em tarefas de posicionamento linear (CHIVIAKOWSKY, GODINHO & MENDES, 1997; DUNHAN & MUELLER, 1993; SIDAWAY, FAIRWEATHER, POWELL & HALL, 1992; SPARROW & SUMMERS, 1992). Ainda, efeitos contraditórios (resultados positivos e nulos) são encontrados em tarefas de estimativa de força (GABLE, SHEA & WRIGHT, 1991, efeito positivo; KOHL & GUADAGNOLI, 1996, efeito nulo; WEEKS & SHERWOOD, 1994, efeito nulo), em tarefas de posicionamento angular (GUAY, SALMONI & LAJOIE, 1997, efeito nulo; GUAY, SALMONI & MCILWAIN, 1992, efeito positivo; SHERWOOD, 1988, efeito positivo), entre outros.

Em um estudo sobre precisão de CR, MENDES e GODINHO (1993) compararam tarefas diferentes (força isométrica e posicionamento linear) e verificaram que pode haver diferenças nos resultados em relação ao tipo de tarefa utilizada. Para uma revisão mais criteriosa deste tema, inclusive quanto à distribuição cronológica das diferentes tarefas utilizadas nas pesquisas sobre CR, ver GODINHO e MENDES (1996). Seria importante que futuros estudos procurassem verificar se existem diferenças nos efeitos da frequência de CR em relação a tarefas com diferentes características e a razão porque tais diferenças existem. Uma forma mais eficiente de classificação de tarefas motoras poderia facilitar o processo.

No que se refere à questão da complexidade na comparação de tarefas motoras pode-se observar a existência de estudos já antigos da literatura, os quais

utilizavam o tempo de reação (TR) como variável dependente, a fim de determinar os fatores mais importantes para as diferenças encontradas. HENRY e ROGERS (1960) foram dos primeiros a colocar o argumento de que o número de elementos constituintes de um programa motor é a principal característica da complexidade do mesmo. Comparando três tarefas motoras, que se diferenciavam pelo número de elementos (um, dois ou três), os autores obtiveram como resultado TRs aumentados à medida que o número de elementos aumentava, proporcionando evidências em favor da existência de programas motores armazenados na memória. O aumento do TR indicaria o aumento no tempo de preparação devido ao número crescente de elementos da tarefa. Esses elementos deveriam ser preparados antes do início do movimento a fim de serem executados corretamente. Assim, quanto mais complexa a tarefa ou o programa, maior o TR necessário à sua preparação.

A partir deste trabalho, vários outros procuraram estudar a programação de movimentos, assim como os principais elementos responsáveis pela complexidade dos mesmos. Alguns estudos analisaram a questão do número de elementos, com igual ou maior sofisticação tecnológica, como ANSON (1982, experimento 1), CHRISTINA, FISCHMAN, LAMBERT e MOORE (1985), CHRISTINA e ROSE (1985, experimento 1), KLAPP, ABBOTT, COFFMAN, GREIM, SNIDER e YOUNG (1979), LAJOIE e FRANKS (1997), entre outros, encontrando os mesmos resultados de HENRY e ROGERS (1960), ou seja, concordando com a previsão de que o número de elementos é um fator crucial no que se refere à complexidade da resposta. Ainda CHRISTINA e ROSE (1985 experimento 1) verificaram estas diferenças como causadas pelo componente pré-motor do TR e não pelo componente motor do mesmo, evidenciando que as diferenças são realmente causadas pelo tempo gasto na programação da resposta.

Entretanto, outros fatores foram também analisados. ANSON, (1982, experimento 2) utilizou uma única tarefa, com três elementos, mas modificando os seguintes fatores: unidades anatômicas utilizadas (movimentos apenas do dedo ou do braço inteiro), extensão do movimento e tamanho do alvo. Os resultados mostraram diferenças significativas no TR simples apenas no que se refere ao tamanho do alvo, as quais devem ter sido provocadas, segundo o autor, pelo aumento do índice de dificuldade conhecido como Lei de Fitts. FISCHMAN (1984) também procurou comparar o tempo de programação através de fatores como

número de elementos no movimento e mudanças na direção dos movimentos realizados. Foram encontrados resultados significativos apenas para o fator número de elementos, com maiores TRs para maior número de elementos. Também CHRISTINA e ROSE (1985, experimento 2) encontraram diferenças em TRs para diferentes números de elementos e diferentes tamanhos de alvos, no caso, alvos de 0,79 e 8,5 cm de diâmetros, mas não para uma mudança em direção, em comparação com nenhuma mudança em direção.

Especificamente com relação ao tamanho do alvo, FISCHMAN e MUCCI (1990), utilizando duas condições diferentes (respostas, com velocidade máxima, que envolviam movimentos direcionados a três alvos, com 2 cm ou 6 cm de diâmetros, dependendo da condição manipulada) encontraram TRs maiores para a condição de alvos menores. Também LAJOIE e FRANKS (1997) analisaram a questão da precisão do alvo, no mesmo experimento já citado anteriormente, utilizando ângulos de três graus e de 15 graus, encontrando TRs maiores para respostas, em velocidade máxima, que incluíam alvos menores na sua composição. No entanto QUINN, SCHMIDT, ZELAZNIK, HAWKINS e FARQUHAR (1980), em um estudo que contemplou cinco diferentes experimentos e utilizando como objetivo tempos de movimento determinados pela média dos resultados de 25 tentativas realizadas previamente pelos próprios sujeitos, com alvos de 0,1 cm e 1,5 cm de largura ou utilizando como objetivo o tempo de 200 ms, com alvos de 0,1 cm e 8 cm de largura, concluíram que o tamanho do alvo não é um fator preponderante nos efeitos sobre o TR, quando não é utilizada a velocidade máxima na execução do movimento. Os autores encontraram, entretanto, o tempo de movimento (TM) como um fator importante, quando a amplitude do movimento é mantida constante, com maiores TRs para maiores TMs. Já o contrário não ocorre, ou seja, quando o TM é mantido constante (no caso deste estudo, 200 ms) e a amplitude é modificada (no caso, 15 ou 30 cm), os TRs não demonstraram diferenças significativas. SIEGEL (1986) também encontrou os mesmos resultados de QUINN et al. (1980) no que se refere ao TM. Utilizando TMs de 150, 300, 600 e 1200 ms, diferenças foram encontradas em TR, mas de forma não linear, já que de 600 para 1200 ms a diferença em TR foi pouca e causada, principalmente, pelo componente motor do TR, ou seja, mais por fatores periféricos de preparação muscular do que por fatores de programação da resposta.

Parece, assim, que vários fatores podem contribuir para diferenças em complexidade. No entanto, parece que os fatores preponderantes, de acordo com a revisão realizada, são o número de elementos, os aspectos temporais dos elementos do movimento (tempo de movimento ou mesmo requisitos de "timing" para os elementos de um movimento), assim como os aspectos espaciais relacionados ao tamanho do alvo na realização de respostas em velocidade máxima.

Com relação à pesquisa sobre CR, SWINNEN (1996), em um artigo de revisão, coloca que a maioria dos estudos realizados verificou os efeitos desta variável na aquisição de tarefas simples e considera difícil a generalização dos resultados alcançados para tarefas mais complexas. O autor coloca a hipótese de que a complexidade da tarefa pode encontrar-se relacionada com a qualidade da informação de "feedback" intrínseco. Assim, tarefas simples produziram, durante a sua realização, informações de "feedback" intrínseco pobres, enquanto tarefas mais complexas produziram informação de "feedback" intrínseco mais rico. O autor argumenta que tarefas com "feedback" intrínseco mais pobre podem ser mais vulneráveis aos efeitos negativos de orientação ou "guidance" do CR do que tarefas mais ricas em "feedback" intrínseco.

Sabe-se que, em tarefas simples, frequências reduzidas parecem ser benéficas à aprendizagem quando comparadas a frequências de 100% de CR, como demonstram os resultados dos vários experimentos já aqui relatados. Alguns trabalhos, na sua maioria especificamente relacionados à variável CR sumário, procuraram verificar a existência de interação entre os seus efeitos e a aprendizagem de diferentes tarefas. Schmidt e colaboradores, em dois experimentos que utilizaram tarefas diferentes, analisaram a variável CR sumário e sugeriram, através de seus resultados, a existência de sumários ótimos de CR, com sumários maiores obtendo melhores resultados para a aquisição de tarefas simples e, ao contrário, sumários menores obtendo melhores resultados para tarefas mais complexas. No experimento em que utilizaram uma tarefa considerada mais simples (SCHMIDT et al., 1989), uma tarefa balística composta de dois movimentos reversos de deslizar um implemento, com requisitos espaciais e temporais (550 ms), os autores compararam sumários de 1, 5, 10 e 15 CRs e encontraram diferenças significativas entre o sumário de 1 e o sumário de 15, com melhores resultados para este último. Já no experimento em que uma tarefa de "timing" antecipatório foi usada

(SCHMIDT, LANGE & YOUNG, 1990), considerada pelos autores como mais complexa que a anterior, com fornecimento de CP ao invés de CR, melhores resultados foram encontrados para o grupo que recebeu sumário de cinco tentativas.

Entretanto, SIDAWAY et al. (1992), também analisaram esta questão, procurando verificar se o tempo de movimento, manipulando desta forma também a complexidade da tarefa, influencia o efeito do CR sumário. Os autores compararam duas condições diferentes (tempo objetivo total de 500 ms ou de 1000 ms) de uma tarefa de posicionamento linear, composta de três movimentos sequenciais reversos com cinco condições de CR sumário (três grupos que receberam CR diferenciados a cada 15 tentativas, ou seja, CR de todas as 15, das últimas três e apenas da última tentativa, um grupo que recebeu CR após cada tentativa e um outro grupo que recebeu CR em todas as tentativas em conjunto com CR sumário a cada 15). De forma semelhante aos experimentos de SCHMIDT et al. (1989) e SCHMIDT, LANGE e YOUNG (1990), as tarefas se diferenciam de acordo com a forma de controle (prioritariamente "open-loop" ou "closed-loop"). Neste experimento a tarefa com tempo de movimento objetivo de 500 ms era realizada de forma também balística, praticamente à velocidade máxima o que facilitava o maior alcance do objetivo e diminuía a importância da informação de CR, diferente da outra, onde os sujeitos tinham mais tempo e, por conseqüência, maior dificuldade para alcançar o tempo objetivo, que estava longe do máximo. Entretanto, de forma contrária aos experimentos anteriores, os resultados mostraram a existência de diferença significativa somente em relação à complexidade das tarefas e apenas na fase de retenção, com melhores resultados para os grupos que desempenharam a tarefa com tempo objetivo de 500 ms. As várias condições de sumário de CR não diferiram entre si e também não foram encontradas interações entre os sumários e as tarefas. Cabe ressaltar que podem não ter sido encontradas interações pela grande similaridade da complexidade entre as tarefas, pois apenas o aspecto temporal foi manipulado para diferenciá-las e os resultados desta diferença não foram significativos para todos os grupos durante a fase de aquisição.

Também GUAY, SALMONI e LAJOIE (1997) não encontraram interações entre os efeitos do CR sumário e diferentes cargas de processamento nas tarefas utilizadas. Os autores compararam três grupos, os quais receberam especificamente, CR sumário de

1, 5 ou 10. Utilizando uma tarefa de posicionamento angular composta de três movimentos sequenciais, os autores consideraram como tarefa simples a execução do movimento com apenas um objetivo temporal total (900 ms) e, como tarefa complexa, a execução do movimento com um tempo objetivo específico para cada um dos três segmentos (250, 250 e 400 ms). Entretanto, também não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados obtidos nas várias tarefas em nenhuma fase do experimento, o que talvez demonstre que estas também não eram muito diferentes entre si quanto à complexidade.

Ainda outro conjunto de experimentos na mesma direção foi realizado por GUADAGNOLI, DORNIER e TANDY (1996), utilizando uma tarefa de estimativa de força através de movimento de contato ou batida do punho contra um aparelho medidor de força. Num primeiro experimento, os autores comprovaram a existência de interação entre diferentes condições de CR sumário (de 1, 5 e 15 CRs) e diferentes níveis de experiência na tarefa ou estágios de aprendizagem, ou seja, no estágio inicial de aprendizagem (quando apenas 1/3 das tentativas necessárias à estabilização foram realizadas), o grupo que recebeu CR sumário 1 (CR a cada tentativa) obteve melhores resultados em teste de retenção que o grupo que recebeu CR sumário 15. Entretanto, quando 2/3 das tentativas necessárias à estabilização foram realizadas, melhores resultados foram encontrados, em teste de retenção para o grupo CR sumário 15, em relação ao grupo CR sumário 1. Ainda, quando finalmente foram realizadas mais tentativas que as necessárias à estabilização, nenhuma diferença significativa foi encontrada, talvez, como colocado pelos autores, por efeito de teto. Já no segundo experimento, os autores estudaram três variáveis: tamanho do sumário de CR (1, 5 e 15), complexidade da tarefa e nível de experiência na tarefa, chamados de principiantes ou experientes. Quanto à complexidade da tarefa, os autores utilizaram a mesma tarefa anterior, que consistia de batida do punho contra um aparelho medidor de força, e uma tarefa mais complexa, no caso a mesma tarefa, mas precedida pelo mesmo movimento pelo outro punho. Para os grupos principiantes os autores utilizaram o mesmo número de tentativas na fase de aquisição utilizadas para alcançar os 2/3 de tentativas necessárias à estabilização da tarefa simples. Os grupos experientes se diferenciaram dos principiantes por realizaram 150 tentativas de prática no dia anterior à fase de aquisição, mas não fica claro

em que condição os sujeitos receberam CR nesta fase. Os resultados, medidos em teste de retenção, demonstraram a existência de interação entre o tamanho do sumário de CR e a complexidade da tarefa apenas para os grupos principiantes, já que na tarefa simples os grupos que receberam CR sumário 5 e 15 obtiveram melhores resultados que o grupo que recebeu CR sumário 1, enquanto que na tarefa complexa o grupo que recebeu sumário 1 obteve melhores resultados que o grupo que recebeu CR sumário 15. Já para os grupos experientes foram encontradas diferenças apenas na tarefa simples, com as condições de sumário de CR 15 e 5 obtendo melhores resultados que o grupo que recebeu CR sumário 1, enquanto esta mesma tendência se manteve na tarefa complexa, mas sem alcançar diferenças significativas. É importante considerar, entretanto, que o número de tentativas utilizado pode ter influenciado os resultados, pois os autores utilizaram o mesmo número de tentativas para as tarefas simples e complexa. Pode ter acontecido que, para os principiantes, o desempenho na tarefa simples tenha sido medido em estágio final de aprendizagem, enquanto, para a tarefa complexa, o desempenho tenha sido medido ainda em estágio inicial da mesma. Também se pode supor que, para os grupos experientes, a tarefa simples pode ter tido uma quantidade de prática além da necessária à estabilização. Assim, diferentes estágios de aprendizagem foram comparados neste experimento, o que pode ter influenciado o aparecimento ou não de interação entre as variáveis sumário de CR e complexidade da tarefa.

Com relação especificamente à frequência relativa de CR, WULF, SHEA e MATSCHINER (1998), em um dos poucos trabalhos que utilizam uma tarefa complexa na pesquisa sobre frequência de CR, no caso uma tarefa de simulador de esqui, encontraram que frequências maiores são melhores para a aprendizagem desta tarefa. Os autores compararam um grupo que recebeu 100% de "feedback" com um grupo que recebeu 50% de "feedback" de forma decrescente ("faded"). Utilizando como variáveis dependentes as medidas de amplitude, frequência e início da força relativa (sendo esta última a medida utilizada para o fornecimento do "feedback"), foram encontradas diferenças significativas em teste de retenção a favor do grupo que recebeu 100% de informação de "feedback". Cabe ressaltar que somente foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na variável início da força relativa, único fator que ainda não havia alcançado a

estabilização da curva de aprendizagem com o número de tentativas de prática realizadas, ou seja, encontrava-se ainda em fase inicial de aprendizagem.

Parece que a previsão feita por alguns autores (SCHMIDT, LANGE & YOUNG, 1990; WULF, SHEA & MATSCHINER, 1998) de que tarefas mais complexas requerem maior quantidade de informações de CR durante a prática pode estar sendo colocada sem levar em consideração a fase de aprendizagem em que os participantes dos experimentos se encontravam. Dessa forma, os efeitos da frequência de CR podem ser os mesmos, independente da complexidade da tarefa, desde que o requisito

“número de tentativas necessárias à estabilização” seja respeitado.

Como vemos, o problema da existência ou não de interações entre os efeitos da frequência relativa de CR e a complexidade da tarefa ainda não foi devidamente esclarecido. Dentro deste contexto, o presente trabalho possui como objetivo geral verificar os efeitos da frequência de conhecimento de resultados controlada pelo experimentador e sua interação com a complexidade da tarefa, na aprendizagem de três variações (simples, intermediária e complexa) de uma habilidade motora sequencial, com objetivos espaciais e temporais.

Método

Sujeitos

A amostra foi constituída de 120 estudantes universitários, 60 de cada sexo, distribuídos aleatoriamente em 12 grupos de 10 sujeitos cada, com igual número de sujeitos de cada sexo por grupo. Todos os sujeitos participaram como voluntários, eram destros, não possuíam conhecimento sobre o objetivo do experimento e também não possuíam experiência anterior com a tarefa.

Equipamento e tarefa

Foi utilizado um “software” original desenvolvido especificamente para controlar a tarefa do estudo. O programa permitia a escolha prévia e realizava o controle das frequências de CR a serem utilizadas durante o experimento, assim como dos tempos pré-CR e de apresentação da informação de CR. Também permitia a armazenagem dos resultados em arquivos específicos, separados por sujeito e fase do experimento. Para rodar o programa foi utilizado um computador Pentium II, 266 MHz, 64 Mb Ram. Uma sub-rotina foi incluída no programa informático, com o objetivo de assegurar a correspondência entre o tempo real e o relógio interno do computador. Para analisar o desempenho dos sujeitos na realização das variações da tarefa, foram gravados os resultados dos tempos parciais, em ms, de cada tentativa. Foi utilizado um modelo para a apresentação gráfica das variações da tarefa, composto das teclas a serem pressionadas na ordem específica, dos intervalos de tempo entre as mesmas e do tempo total, informação esta que ficava exposta aos sujeitos durante todo o experimento.

A tarefa consistiu em pressionar teclas do teclado numérico do computador, com seqüências espaciais e temporais específicas estabelecidas pelo experimentador. Foram utilizadas três variações de uma mesma tarefa, as quais demonstraram, através de um experimento prévio realizado, diferenças significativas graduais em complexidade, através da diferença do número de elementos que formam cada variação e da interação (espacial e temporal) entre estes elementos. A seqüência espacial da tarefa simples foi: teclas 2, 5, 8 e o caracter /. A seqüência temporal, ou seja, os tempos parciais absolutos entre as teclas, em ms, para as fases de aquisição e retenção foram: 240, 240 e 240, correspondendo a um “timing” relativo de 33,3%, 33,3% e 33,3%, sendo o tempo total de 720 ms. Na fase de transferência foram modificados somente os requisitos temporais, com os tempos parciais de 360, 360 e 360 e o tempo total de 1080 ms. A seqüência espacial das teclas para a tarefa intermediária foi: teclas 1, 2, 3, 6 e 9. Já a seqüência temporal para as fases de aquisição e retenção foram: 240, 480, 240 e 480, com um “timing” relativo de 16,6%, 33,3%, 16,6% e 33,3%, sendo o tempo total de 1440 ms. Na fase de transferência foram modificados somente os requisitos temporais, com os tempos parciais de 360, 720, 360 e 720 e o tempo total de 2160 ms. Para a tarefa complexa, a seqüência espacial das teclas foi: teclas 5, 1, 6, 8, 3 e 7. A seqüência temporal, ou seja, os tempos parciais entre as teclas, em ms, para as fases de aquisição e retenção foram: 240, 480, 360, 240 e 480, com um “timing” relativo de 13,3%, 26,6%, 20%, 13,3% e 26,6%, sendo o tempo total de 1800 ms. Também na fase de transferência foram

modificados somente os requisitos temporais, com os tempos parciais de 360, 720, 540, 360 e 720 e o tempo total de 2700 ms.

Delineamento experimental e procedimentos

Os 120 sujeitos foram distribuídos da seguinte forma: 40 sujeitos para a tarefa simples, 40 para a tarefa intermediária e 40 para a tarefa complexa. Em cada tarefa os sujeitos foram distribuídos em quatro grupos ($n = 10/\text{grupo}$, cinco de cada sexo), onde praticaram com as seguintes frequências, durante a fase de aquisição: 100, 66, 50 e 33%. Em todas as fases estudadas, aquisição, retenção e transferência, foram realizadas a análise descritiva dos dados, composta por uma medida de tendência central, representada pela média e uma medida de dispersão. Os dados utilizados para análise foram a diferença absoluta entre o tempo de movimento objetivo global e o tempo de movimento objetivo real (“timing” absoluto) e a soma das diferenças absolutas entre as proporções temporais objetivas e as proporções temporais reais (“timing” relativo) para cada segmento.

Para a fase de aquisição foram realizadas comparações das médias em seis blocos de tentativas, de modo que, nos experimentos utilizando a tarefa simples, 60 tentativas foram organizadas em seis blocos de 10 tentativas, nos experimentos utilizando a tarefa intermediária, 102 tentativas foram organizadas em seis blocos de 17 tentativas e, nos experimentos utilizando a tarefa complexa, 150 tentativas foram organizadas em seis blocos de 25 tentativas. O número de tentativas para cada tarefa foi estabelecido através de experimento prévio (CHIVIAKOWSKY, 2000), que procurou verificar o número de tentativas necessárias à estabilização, de acordo com as diferentes complexidades das mesmas. O diferente número de tentativas nos blocos para as diferentes tarefas é justificado pelo fato de representarem um mesmo percentual necessário para que a estabilização seja alcançada em cada tarefa. Já as fases de retenção e transferência constaram todas de apenas um bloco de 10 tentativas cada. Ainda, em todos os experimentos, a informação de CR constava dos resultados alcançados em cada tentativa em relação aos tempos parciais e também ao tempo total. Na tela do computador também apareciam, em conjunto com o CR, os tempos objetivos parciais e totais, para mais fácil comparação do erro realizado.

O tempo de espera para apresentação do CR (tempo Pré-CR) foi de 2 s. O tempo de apresentação do CR foi de 4 s para a tarefa simples, 5 s para a tarefa intermediária e 6 s para a tarefa complexa. O tempo pós-CR foi de 5 s no máximo, ou seja, como a tarefa era auto-compassada, os sujeitos foram instruídos a iniciarem a próxima tentativa quando quisessem durante os próximos 5 s após o desaparecimento da informação de CR. O intervalo inter-tentativas variou portanto, de 6 a 11 s para a tarefa simples, de 7 a 12 s para a tarefa intermediária e de 8 a 13 s para a tarefa complexa, de acordo com o tempo que os sujeitos demoravam a iniciar a tentativa seguinte. Os grupos 100% receberam CR em todas as tentativas. Os grupos 66% receberam CR em dois terços das tentativas, ou seja, duas com CR, uma sem CR e assim sucessivamente. Os grupos 50% receberam CR em metade das tentativas, ou seja, uma sim e outra não e assim sucessivamente. Já os grupos 33% receberam CR em um terço das tentativas, uma sim e duas não e assim sucessivamente.

As fases de retenção e de transferência foram realizadas 24 horas após a fase de aquisição, com intervalo de 1 min entre elas. Constaram de 10 tentativas cada, sem CR e com intervalo inter-tentativas de 4 s para a tarefa simples, 5 s para a tarefa intermediária e 6 s para a tarefa complexa.

Com relação aos procedimentos, durante a prática, os sujeitos sentavam-se de frente para uma mesa, em frente ao teclado numérico do computador e ao monitor. Foi solicitado que os sujeitos ficassem com o braço direito no ar, ou seja, sem apoiar o antebraço ou a mão, ou parte desta, na mesa durante a execução de cada tentativa. Entre as tentativas eles poderiam descansar o braço de forma conveniente. Uma certa liberdade no posicionamento do teclado foi consentida, a fim de manter um maior conforto e ajuste individual de cada sujeito. O experimentador demonstrou a tarefa uma vez durante a instrução, para que os sujeitos se familiarizassem com a forma como a informação de CR apareceria na tela do monitor. Também foi informado aos sujeitos que era muito difícil acertar exatamente nos tempos objetivos, porque a medida utilizada era muito precisa, em ms, e que um intervalo de 20 ms a mais ou a menos seria um bom resultado, mas que procurassem o máximo possível chegar o mais próximo do objetivo.

Antes de iniciar a fase de aquisição os sujeitos foram informados que a tarefa tinha como objetivo pressionar teclas do teclado numérico do computador, com uma ordem sequencial específica

e com intervalos de tempo também específicos. Os sujeitos do grupo que praticou com uma frequência de CR de 100% foram informados que receberiam informações sobre os resultados parciais e também totais de cada tentativa, em conjunto com os tempos objetivos, através do monitor do computador. Os sujeitos dos grupos com frequência menor do que 100% receberam a mesma informação, com a informação adicional de que as vezes receberiam a informação de CR e as vezes não, mas que todas as

tentativas eram importantes e ficariam gravadas para posterior análise. Foi explicado também aos sujeitos, que deveriam esperar a informação de CR (ou a palavra “Aguarde”, nos casos de tentativas sem CR) desaparecer do monitor para realizarem a próxima tentativa e que deveriam iniciá-la em, no máximo, 5 s após o desaparecimento da mesma. Em todos os experimentos foram utilizadas salas especialmente reservadas para este fim, com a presença apenas do experimentador e de um sujeito de cada vez.

Resultados

Na análise dos resultados, as curvas de desempenho foram traçadas em função dos blocos de tentativas, tendo como medida da variável dependente a média dos erros parciais obtidos em cada bloco. Os dados utilizados para análise foram a diferença absoluta entre o tempo de movimento objetivo global e o tempo de movimento objetivo real (“timing” absoluto) e a soma das diferenças absolutas entre as proporções temporais objetivas e as proporções temporais reais (“timing” relativo) para cada segmento.

Foram realizadas Análises de Variância (ANOVA) para verificar as eventuais diferenças e interações entre grupos, tarefas e blocos, em todas as fases do experimento, separadamente para cada fase. O teste de Tukey foi utilizado para verificar as diferenças específicas. Os dados foram analisados através do programa estatístico SPSS. Cabe ainda ressaltar que, antes da análise, os dados foram filtrados com o objetivo de remover resultados muito diferentes da média do grupo. Para isto, foram substituídos os sujeitos que, por não compreenderem os requisitos da tarefa, apresentaram resultados de erro acima da soma da média com dois desvios padrão.

Fase de aquisição

“Timing” relativo

Na FIGURA 1 (blocos A1 a A6) estão representados graficamente os resultados dos 12 grupos durante a fase de aquisição. Pode-se

observar que todos os grupos melhoraram o seu desempenho durante os blocos, através das tentativas da fase de aquisição, com melhoras mais pronunciadas para os grupos que desempenharam as tarefas intermediária e complexa. Observa-se também uma forte tendência para menores erros, nesta fase do experimento, para os grupos da tarefa simples, seguidos dos grupos que realizaram a tarefa intermediária, com piores resultados para os grupos que realizaram a tarefa complexa. Tais resultados demonstram tendência de diferenças na complexidade das tarefas desempenhadas.

As médias dos 12 grupos para esta fase do experimento encontram-se na TABELA 1 (blocos A1 a A6). Através da ANOVA Two way, com medidas repetidas, foram encontradas diferenças significativas entre os blocos, $F(5; 540) = 94,82$, $p = 0,00$, entre as tarefas, $F(2; 108) = 149,86$, $p = 0,00$ e na interação entre blocos e tarefas, $F(10; 540) = 23,44$, $p = 0,00$. Não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes grupos considerados em conjunto, $F(3; 108) = 0,25$, $p = 0,85$, na interação entre grupos e tarefas, $F(6; 108) = 0,87$, $p = 0,51$, na interação entre blocos e grupos, $F(15; 540) = 0,96$, $p = 0,49$ e na interação entre blocos, grupos e tarefas, $F(30; 540) = 0,99$, $p = 0,48$. Com relação às diferenças encontradas em relação às tarefas, o teste de Tukey revelou existirem diferenças significativas entre as três tarefas.

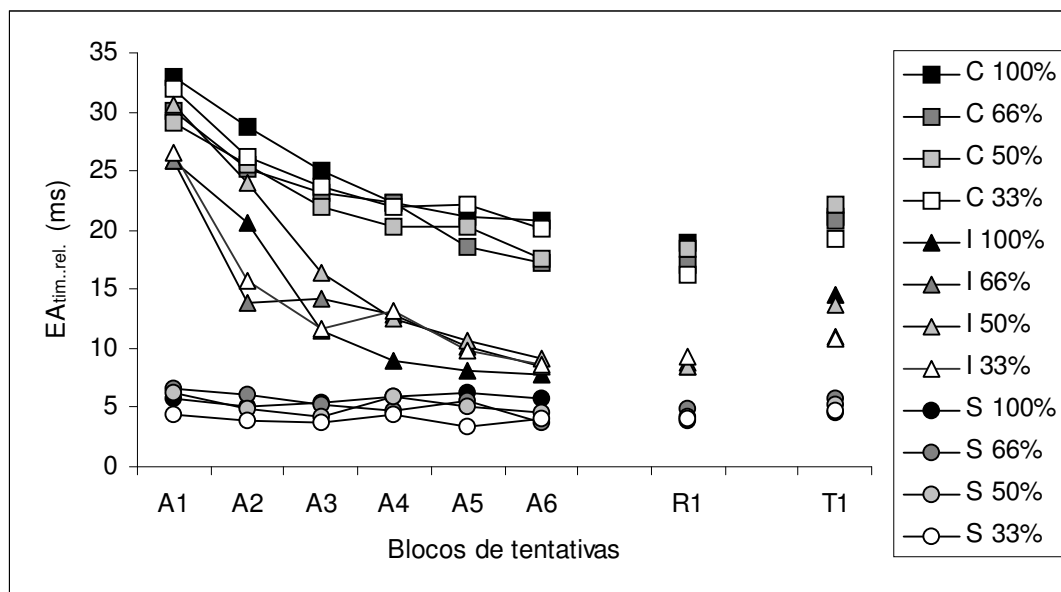


FIGURA 1 - Médias dos 12 grupos nas tarefas complexa (C), intermediária (I) e simples (S), para o “timing” relativo, por blocos de 10 tentativas, nas fases de aquisição, retenção e transferência.

TABELA 1 - Médias dos erros dos 12 grupos, para o “timing” relativo, por blocos de tentativas, nas fases de aquisição (A1 a A6), retenção (R1) e transferência (T1), para as tarefas simples (S), intermediária (I) e complexa (C).

Lim Rel	C 100%	C 66%	C 50%	C 33%	I 100%	I 66%	I 50%	I 33%	S 100%	S 66%	S 50%	S 33%
A1	32,96	30,03	29,13	32,03	25,86	25,79	30,65	26,51	5,801	6,581	6,266	4,335
A2	28,76	25,26	25,55	26,13	20,57	13,81	24,04	15,81	5,099	6,138	4,936	3,934
A3	25,06	23,19	22,05	23,67	11,48	14,25	16,33	11,73	5,405	5,16	4,19	3,662
A4	22,39	22,24	20,31	21,92	8,924	12,93	12,47	13,12	5,896	4,686	5,901	4,463
A5	21,14	18,53	20,29	22,19	8,033	10,2	10,57	9,856	6,193	5,547	5,098	3,419
A6	20,78	17,22	17,63	20,19	7,822	8,52	9,21	8,65	5,749	3,659	4,501	4,091
R1	18,99	17,04	18,4	16,22	8,486	8,788	8,433	9,324	3,967	4,907	4,265	4,124
T1	21,18	20,76	22,15	19,28	14,59	11,06	13,7	10,83	4,6	5,723	5,319	4,681

“Timing” absoluto

Os resultados dos 12 grupos durante a fase de aquisição encontram-se graficamente representados na FIGURA 2 (blocos A1 a A6). Da mesma forma que o “timing” relativo, observa-se que todos os grupos melhoraram o seu desempenho durante os blocos através das tentativas da fase de aquisição, com melhoras mais pronunciadas para os grupos que desempenharam as tarefas intermediária e

complexa. Pode-se também observar a tendência para menores erros para os grupos da tarefa simples, seguidos dos grupos que realizaram a tarefa intermediária, com maiores erros para os grupos que realizaram a tarefa complexa. Tais resultados demonstram, também para o “timing” absoluto, tendência de diferenças na complexidade das tarefas desempenhadas.

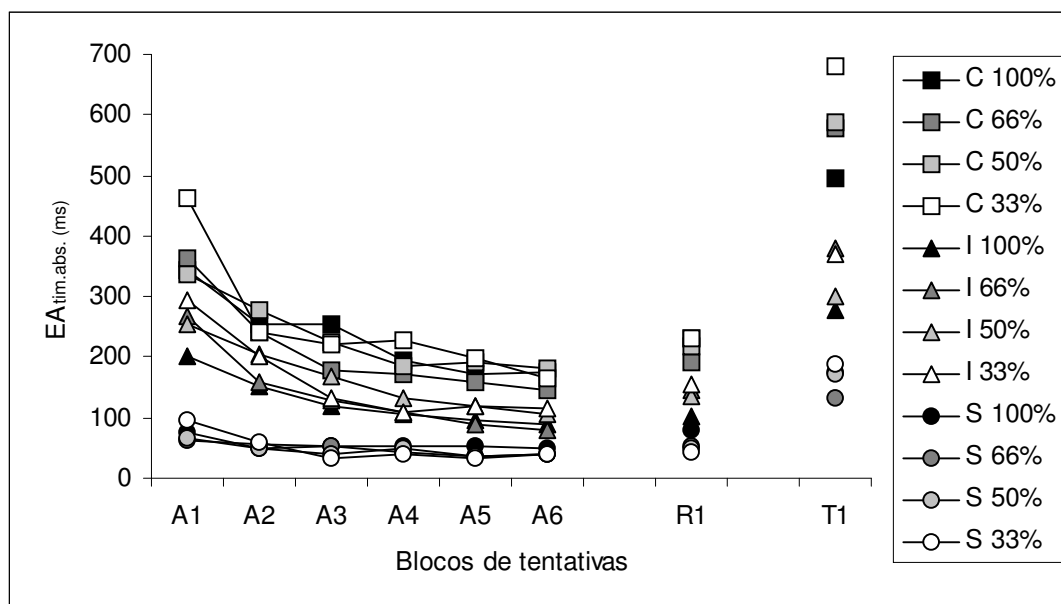


FIGURA 2 - Médias dos 12 grupos nas tarefas complexa (C), intermediária (I) e simples (S), para o “timing” absoluto, por blocos de 10 tentativas, nas fases de aquisição, retenção e transferência.

Encontram-se na TABELA 2 (blocos A1 a A6) as médias dos 12 grupos para esta fase do experimento. Através da ANOVA Two way, com medidas repetidas, da mesma forma que para o “timing” relativo, foram encontradas diferenças significativas entre os blocos, $F(5; 540) = 62,10, p = 0,00$, entre as tarefas, $F(2; 108) = 106,40, p = 0,00$ e na interação entre blocos e tarefas, $F(10; 540) = 18,39, p = 0,00$. Não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes grupos

considerados em conjunto, $F(3; 108) = 0,96, p = 0,41$, na interação entre grupos e tarefas, $F(6; 108) = 0,56, p = 0,75$, na interação entre blocos e grupos, $F(15; 540) = 1,40, p = 0,13$ e na interação entre blocos, grupos e tarefas, $F(30, 540) = 0,54, p = 0,97$. Com relação às diferenças encontradas em relação às tarefas, o teste de Tukey revelou existirem diferenças significativas entre as três tarefas, também para o “timing” absoluto.

TABELA 2 - Médias dos erros dos 12 grupos, para o “timing” absoluto, por blocos de tentativas, nas fases de aquisição (A1 a A6), retenção (R1) e transferência (T1), para as tarefas simples (S), intermediária (I) e complexa (C).

	C 100%	C 66%	C 50%	C 33%	I 100%	I 66%	I 50%	I 33%	S 100%	S 66%	S 50%	S 33%
A1	344,6	361,9	336,8	463,9	200,1	268,9	255,2	295,5	77,35	61,93	65,12	97
A2	253,6	240,1	278,9	242,4	153,2	158,9	204,8	200,6	48,16	56,52	48,26	60,25
A3	254,8	179,6	225,7	222,4	120	129,1	169	131	53,51	51,86	41,16	32,98
A4	195,8	172	185,3	228,9	104,4	109,7	131,7	108,9	53,89	42,47	49,79	38,59
A5	171	158,8	193	197,1	95,28	89,72	117,9	118	54,01	37,84	36,43	32,6
A6	174,2	145,4	181,7	164,2	89,98	79,07	105,5	114,4	49,65	40,6	39,34	40,52
R1	229,9	193,1	217	232,2	101,9	144,2	134,8	155,6	79,71	52,82	51,12	41,98
T1	496,6	576,2	587,1	678,9	278,1	379,4	299,8	369,9	173,7	133,2	171,7	187,2

Fase de retenção

“Timing” relativo

Através da FIGURA 1 (bloco R1), pode-se constatar diferenças no desempenho dos grupos, com tendências de menores valores de erros para os grupos da tarefa simples, seguidos dos grupos da tarefa intermediária e, por último, dos grupos da tarefa complexa. Observa-se também, melhores resultados para as frequências menores de CR para os grupos da tarefa simples e da tarefa complexa e, ao contrário, melhores resultados para as maiores frequências para os grupos da tarefa intermediária. Na TABELA 1 (bloco R1) podem ser encontradas as médias dos grupos para esta fase. A ANOVA Two-way detectou diferenças significativas entre as tarefas, $F(2; 108) = 105,02$, $p = 0,00$, mas não entre os grupos, $F(3; 108) = 0,11$, $p = 0,95$ e na interação entre tarefas e grupos, $F(6; 108) = 0,51$, $p = 0,79$. O teste de Tukey mostrou existirem diferenças entre as três tarefas entre si.

“Timing” absoluto

Diferenças no desempenho dos grupos, com tendências de menores valores de erros para os grupos da tarefa simples, seguidos dos grupos da tarefa intermediária e, por último, dos grupos da tarefa complexa podem ser observadas através da FIGURA 2 (bloco R1). Observam-se também, melhores resultados para as frequências menores de CR para os grupos da tarefa simples e, ao contrário, melhores resultados para as maiores frequências para os grupos da tarefa intermediária e da tarefa complexa. Na TABELA 2 (bloco R1) podem ser encontradas as médias dos grupos para esta fase. A ANOVA Two-way detectou diferenças significativas entre as tarefas, $F(2; 108) = 47,36$, $p = 0,00$, mas não entre os grupos, $F(3; 108) = 0,20$, $p = 0,89$ e na interação entre tarefas e grupos, $F(6; 108) = 0,98$, $p = 0,43$. O teste de Tukey mostrou existirem diferenças entre as três tarefas entre si.

Discussão e conclusão

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de diferentes frequências de CR, controladas pelo experimentador e sua interação com a complexidade da tarefa. Os resultados não demonstram diferenças

Fase de transferência

“Timing” relativo

Observando-se a FIGURA 1 (bloco T1), pode-se constatar diferenças no desempenho dos grupos, de forma similar à fase de retenção, com tendências de menores valores de erros para os grupos da tarefa simples, seguidos dos grupos da tarefa intermediária e, por último, dos grupos da tarefa complexa. Observa-se também, melhores resultados para a frequência 33% de CR na comparação dos grupos das tarefas intermediária e complexa, enquanto que para a tarefa simples os grupos praticamente não diferiram. Na TABELA 1 (bloco T1) podem ser encontradas as médias dos grupos para esta fase. A ANOVA Two-way detectou diferenças significativas entre as tarefas, $F(2; 108) = 121,60$, $p = 0,00$, mas não entre os grupos, $F(3; 108) = 1,37$, $p = 0,25$ e na interação entre tarefas e grupos, $F(6; 108) = 0,60$, $p = 0,72$. Com relação às diferenças entre as tarefas, o teste de Tukey mostrou existirem diferenças entre as três tarefas entre si.

“Timing” absoluto

Diferenças no desempenho dos grupos, de forma similar à fase de retenção, com tendências de menores valores de erros para os grupos da tarefa simples, seguidos dos grupos da tarefa intermediária e, por último, dos grupos da tarefa complexa podem ser observados na FIGURA 2 (bloco T1). Observam-se também, piores resultados para as frequências menores de CR na comparação dos grupos das tarefas simples e complexa, enquanto que para a tarefa intermediária os grupos praticamente não diferiram. Na TABELA 2 (bloco T1) podem ser encontradas as médias dos grupos para esta fase. Diferenças significativas, através da ANOVA Two-way, foram detectadas entre as tarefas, $F(2; 108) = 28,86$, $p = 0,00$, mas não entre os grupos, $F(3; 108) = 0,76$, $p = 0,51$ e na interação entre tarefas e grupos, $F(6; 108) = 0,32$, $p = 0,92$. Com relação às diferenças entre as tarefas, o teste de Tukey mostrou existirem diferenças entre as três tarefas entre si.

significativas entre as frequências utilizadas ou mesmo existência de interação entre frequências e complexidade da tarefa em nenhuma fase do experimento.

De forma geral, com relação especificamente à variável frequência, este conjunto de resultados confere com os até agora encontrados nos experimentos que procuram comparar os efeitos de diferentes frequências de CR controladas pelo experimentador na aprendizagem de habilidades motoras (CHIVIACOWSKY, 1994; GODINHO, 1992; WINSTEIN & SCHMIDT, 1990; WULF & SCHMIDT, 1989; WULF, SCHMIDT & DEUBEL, 1993), os quais demonstram que frequências reduzidas de CR não degradam a aprendizagem e podem até ser positivas para a mesma. Uma das explicações relacionadas ao tema foi colocada por SCHMIDT (1991), chamada pelo autor de hipótese da instabilidade ou “maladaptive short-term corrections”. Esta hipótese coloca que quando informações de CR são fornecidas de forma muito freqüente, uma excessiva instabilidade ou falta de consistência durante a prática pode ocorrer, já que o “feedback” freqüente pode provocar adaptações ou correções sucessivas do desempenho, muitas vezes desnecessárias, como no caso do erro causado pela variabilidade intrínseca (em que o erro não aconteceu de fato), dificultando o desenvolvimento da capacidade de manifestar estabilidade na retenção e na transferência. Torna-se importante ressaltar que este tipo de variabilidade pode ser definida, de acordo com NEWELL e CORCOS (1993), como flutuações aleatórias que podem ser verificadas no sistema motor, sendo consideradas como um reflexo do ruído no sistema e que, por sua vez, são capazes de facilitar a adaptação na execução de habilidades motoras. Tal variabilidade, que não é controlada de forma intencional, é o que nos torna incapazes de realizar movimentos exatamente iguais tentativa a tentativa e pode ser responsável por erros, na tentativa de alcançar um certo objetivo, mesmo que o movimento gerado tenha sido correto. Com a utilização de frequências reduzidas, poderia se estar proporcionando maior estabilidade através das tentativas, produzindo uma base mais forte para o uso do CR quando este fosse apresentado, assim como diminuindo a incidência de correções causadas por erros que tiveram como fonte a variabilidade intrínseca dos sujeitos.

Levando em consideração a pertinência da hipótese colocada por SCHMIDT (1991), certos procedimentos foram adotados nos nossos experimentos. Como forma de tentar reduzir os efeitos provocados por correções de tentativas erradas que possam ter sido provocadas pela variabilidade intrínseca do sistema e não pelo incorreto planejamento e execução do movimento, utilizamos

como um dos procedimentos, já relatados anteriormente, a instrução de que mais ou menos 20 ms do tempo objetivo seria um ótimo resultado, como uma pequena forma adaptada de faixa de amplitude de CR (“bandwidth”), onde o desempenho dentro desta faixa não estaria completamente errado. Esperava-se com isto que erros muito pequenos, que possam ter sido causados pela variabilidade intrínseca do sistema motor, principalmente realizados no final da fase de prática onde este tipo de erro ocorre mais seguidamente, fossem menos seriamente considerados pelos sujeitos, não levando a correções desnecessárias, prejudiciais ao processo de aprendizagem das tarefas. Assim, o objetivo principal deste procedimento foi o de tentar evitar que diferenças entre frequências maiores ou menores fossem causadas pelo fator variabilidade intrínseca, dificultando a verificação de outros aspectos que poderiam ser responsáveis pelos efeitos da frequência reduzida.

Os resultados deste estudo mostraram que, mesmo com os procedimentos adotados, frequências reduzidas de CR possuem os mesmos efeitos, ou ainda, a tendência para melhores resultados na aprendizagem de tarefas motoras seriadas, do que frequências maiores desta variável, tanto em arranjos de frequências controlados pelo experimentador quanto em arranjos de frequências auto-controlados pelos sujeitos (CHIVIACOWSKY, 2000). Parece que a hipótese da instabilidade colocada por SCHMIDT (1991), no que se refere à correção dos erros causados pela variabilidade intrínseca, não é robusta o suficiente para, sozinha, explicar os efeitos da frequência reduzida de CR. No entanto, a questão relacionada à falta de consistência no desempenho, produzida pelo “feedback” freqüente, ainda não está resolvida e pode ainda ser considerada uma provável explicação para os efeitos encontrados.

Uma outra hipótese explicativa dos efeitos da frequência reduzida de CR, e a mais aceita entre os estudiosos da área, é a hipótese de orientação ou “guidance” colocada por SALMONI, SCHMIDT e WALTER (1984). Nesta visão os autores utilizam a conhecida função informacional do CR, a fim de destacar a sua forte capacidade de guiar ou orientar os sujeitos em direção ao objetivo ou à resposta correta. Desse modo, sempre que a informação de CR está presente, ela se torna, para o sujeito, um forte auxiliar externo para o bom cumprimento do objetivo, principalmente no início da aprendizagem, onde os sujeitos possuem mais dificuldade em obter sucesso nas tentativas de prática, em perceber

ou detectar as características do erro cometido e mesmo em realizar os processos de resgate e elaboração do plano de ação, necessários para o desempenho da próxima tentativa. Nesta fase de aprendizagem, torna-se muito mais fácil ao sujeito utilizar as informações extrínsecas, prontamente disponíveis e sempre corretas relacionadas ao erro executado, do que, esforçadamente, ter que processar informações por conta própria. O resultado desta utilização da informação externa é a ausência do processamento de informações intrínsecas por parte do sujeito, importantes para o desenvolvimento das capacidades de detecção e correção de erro, assim como dos processos de elaboração do plano de ação, fundamentais para a aprendizagem da tarefa. O sujeito, de acordo com SALMONI, SCHMIDT e WALTER (1984), torna-se dependente da informação extrínseca e não é capaz de manter o bom desempenho da fase de aquisição (o qual foi sempre guiado externamente) nas fases de retenção ou transferência. A teoria prevê, assim, que maiores frequências de CR são benéficas na fase de aquisição, sendo estes efeitos revertidos nas fases de retenção e transferência, em comparação com frequências reduzidas. Entretanto, a maioria dos resultados aqui encontrados não comprovam ou comprovam apenas em parte esta hipótese, nas previsões feitas para as fases de aquisição, retenção e transferência.

Com relação à aprendizagem, medida em testes de retenção e transferência realizados 24 horas após a fase de aquisição, foram observados resultados semelhantes ou apenas tendências de melhor resultado para os grupos de frequência reduzida em relação aos grupos que receberam maior quantidade de CR. Levando este fato em conta, parece que os sujeitos que praticaram com 100% de CR não se tornaram dependentes da informação extrínseca, a ponto de ter o seu desempenho prejudicado.

Também os resultados da fase de aquisição de todos os experimentos deste trabalho, demonstraram que os grupos que receberam 100% de CR não diferiram estatisticamente dos grupos que receberam frequência de CR reduzida. Portanto, a hipótese de que o "feedback" freqüente leva a melhores resultados durante a fase de aquisição do que frequências reduzidas, por orientar mais facilmente os sujeitos em direção à resposta correta, também não está confirmada, principalmente no que se refere a arranjos de frequência controlados pelos próprios sujeitos.

Estes resultados estão de acordo com vários outros estudos na literatura, que também não encontraram diferenças significativas nas fases de retenção

ou transferência a favor de grupos que receberam frequências reduzidas (BUTLER, REEVE & FISCHMAN, 1996; CHIVIAKOWSKY, GODINHO & MENDES, 1997; CHIVIAKOWSKY & TANI, 1997; DUNHAM & MUELLER, 1993; GUAY, SALMONI & MCILWAIN, 1992; KOHL & GUADAGNOLI, 1996; LAI & SHEA, 1999; SIDAWAY ET ALII, 1992; SPARROW & SUMMERS, 1992; WULF, SHEA & MATSCHINER, 1998).

Na discussão de seu estudo, LAI e SHEA (1999) fazem uma forte crítica à hipótese de orientação, ao colocar que o CR freqüente parece não demonstrar ser uma variável tão forte em orientar o aprendiz em direção à resposta correta, não é capaz de bloquear outras operações de processamento importantes para a aprendizagem e nem resultar em dependência desta informação por parte do aprendiz durante testes de retenção sem CR, em comparação com frequências reduzidas de CR.

Fica claro, que a hipótese de orientação colocada por SALMONI, SCHMIDT e WALTER (1984) possui limitações no que se refere aos fatores por ela elaborados com o objetivo de esclarecer os efeitos da frequência de CR na aprendizagem de movimentos.

No entanto, torna-se importante ressaltar que na maioria dos experimentos em que não foram encontradas diferenças significativas entre frequências reduzidas e "feedback" freqüente, as frequências reduzidas não degradaram a aprendizagem e, muitas vezes, mostraram tendência para superior aprendizagem em relação a frequências de 100% de CR. Parece que outros fatores podem também influenciar os efeitos da frequência reduzida de CR que não somente os colocados pela hipótese de orientação.

Em seu artigo de revisão, SWINNEN (1996), coloca que talvez as características de algumas tarefas utilizadas (no nosso caso uma tarefa sequencial, com objetivos espaciais e temporais), capazes de produzir um "feedback" intrínseco mais enriquecido que tarefas muito simples, onde, por exemplo, apenas um pequeno parâmetro tenha que ser regulado ou aprendido, resultem com que os sujeitos processem informações intrínsecas conjuntamente com o CR, não se limitando somente a processar as informações do mesmo.

Neste sentido, podemos colocar que, durante o processo de aprendizagem de uma habilidade motora, diversos elementos intrínsecos e extrínsecos ao sujeito interagem durante e através da prática, com o esforçado objetivo de formar uma nova estrutura, ordem ou padrão de movimento. Podemos citar como elementos as características ou capacidades individuais do sujeito, as características da

tarefa a ser aprendida, as características do ambiente em que a tarefa está inserida, assim como os processos cognitivos informacionais envolvidos na aprendizagem.

O CR, como obviamente podemos inferir, insere-se no grupo dos aspectos cognitivos envolvidos neste processo e que se apresenta, principalmente no início da prática, como uma poderosa fonte geradora de ordem ou certeza para o sujeito. Poderosa como fonte geradora de ordem devido a fatores como: ser fornecida por uma fonte externa confiável, ser fornecida de forma direta e praticamente imediata, ser geralmente de fácil assimilação por parte do sujeito e, também, por ter a função e a capacidade de orientá-lo, rapidamente, em direção ao sucesso no desempenho da tarefa, ou seja, à diminuição do erro.

Por outro lado, poderíamos inferir que a diminuição da frequência de apresentação do CR provoca maior incerteza ou desordem ao sujeito durante o processo de aprendizagem. Assim, nas tentativas em que o CR não se encontra presente, o sujeito naturalmente envolve-se com a procura das informações necessárias ao bom cumprimento da tarefa em outras fontes que não a fornecedora do CR. Detecção de informações, ricas e variadas, fornecidas pelo “feedback” intrínseco, comparação destas informações com o modelo estabelecido como padrão a alcançar, busca, na memória de longa duração, de experiências anteriores relacionadas com a tarefa a aprender, entre elas, os resultados das tentativas anteriores em que o CR se encontrava disponível, são alguns exemplos de operações cognitivas em que o sujeito pode se envolver durante as tentativas de prática. Tal processamento pode ser realizado pelo sujeito, nas tentativas sem CR, de forma mais insegura, incerta ou desordenada, mas também por isto, ele torna-se mais esforçado e enriquecido.

Dentro deste contexto, torna-se necessário refletir se o CR freqüente, com todo o seu caráter organizador e informativo, possui o poder e a capacidade de inibir completamente todo o restante processamento das variadas informações envolvidas no processo de aprendizagem de uma habilidade motora. Levando em consideração a maioria dos resultados deste estudo e de estudos anteriores já citados, podemos pensar que não. Talvez a intensidade com que a informação de CR possa adquirir uma função mais ou menos inibidora possa depender de diferentes fatores relacionados ao processo de aprendizagem. A forma de apresentação do CR (concorrente/concomitante ou terminal, por

exemplo, pode ser um deles, com o primeiro podendo ser considerado como uma informação mais exigente de atenção por parte do aprendiz). Outros fatores podem estar relacionados à complexidade da tarefa, à capacidade informativa do CR em relação aos diversos elementos específicos integrantes da tarefa a ser aprendida, às diferenças individuais dos sujeitos em relação à necessidade de “feedback” extrínseco, ao tipo de tarefa no que se refere à riqueza do “feedback” intrínseco, entre outros. Ou seja, o fornecimento freqüente de CR pode interagir com a menor ou maior incerteza existente por parte do aprendiz, relacionada às várias outras informações a serem processadas durante o processo de aprendizagem de uma habilidade motora, que não somente o resultado relacionado ao erro da tentativa anterior.

Assim, a certeza provocada pelo CR mais freqüente e a incerteza provocada pelo CR menos freqüente, podem ser insuficientes ou demasiadas, dependendo do estado de organização de todos os outros elementos que compõem o processo de aprendizagem, já que a informação de CR é apenas um dos fatores integrantes de todo este processo.

Já com relação ao fator complexidade da tarefa, nenhuma interação foi encontrada, quando o número de tentativas necessárias à estabilização do desempenho foi controlado. Torna-se importante ressaltar que a maioria dos experimentos realizados até agora no âmbito da frequência de CR, como meio de testar os seus efeitos, tem utilizado tarefas simples, principalmente de laboratório, como é o caso dos trabalhos de HO e SHEA (1978), REEVE, DORNIER e WEEKS (1990), SCHMIDT et al. (1989), SPARROW e SUMMERS (1992), YAO, FISCHMAN e WANG (1994), que utilizaram tarefas simples de posicionamento linear, ou ainda de GABLE, SHEA e WRIGHT (1991), KOHL e GUADAGNOLI (1996) e WEEKS e SHERWOOD (1994), que utilizaram tarefas de estimativa de força e WEEKS, ZELAZNIK e BEYAK (1993) em tarefa de estimativa de tempo, entre outros. Entretanto, nos últimos anos, uma certa preocupação com a capacidade de generalização dos resultados encontrados em tarefas simples, para tarefas mais complexas, tem sido colocada (SWINNEN, 1996; WULF, SHEA & MATSCHINER, 1998). Alguns estudos começaram a ser realizados na tentativa de abordar esta questão, como por exemplo, o estudo de WULF, SHEA e MATSCHINER (1998), que utilizou uma tarefa complexa de movimentos de “slalom” em um aparelho simulador de esqui e também GUADAGNOLI, DORNIER e TANDY (1996), GUAY,

SALMONI e LAJOIE (1997) e SIDAWAY et al. (1992) que, apesar de não utilizarem tarefas tão complexas quanto WULF, SHEA e MATSCHINER (1998), procuraram verificar interações entre os efeitos do CR sumário e fatores como a complexidade da tarefa ou o estágio de aprendizagem. No entanto, nenhum estudo havia ainda sido realizado com a preocupação de comparar uma mesma tarefa ou tarefas semelhantes, com variações no nível de complexidade das mesmas, com o objetivo de verificar a existência de interações entre diferentes frequências relativas de CR com o fator complexidade.

Com relação à esta questão, previmos que os efeitos da frequência reduzida de CR, controlada pelo experimentador, seriam independentes da complexidade da tarefa, ou seja, que não existiria interação entre a frequência de CR e a aprendizagem de tarefas com diferentes complexidades, desde que o número de tentativas de prática necessárias à estabilização fosse controlado. Tal afirmação possui como base tanto a hipótese de orientação (SALMONI, SCHIMDT & WALTER, 1984), quanto a hipótese da consistência (SCHIMDT, 1991). A primeira ao prever que o fornecimento do “feedback” freqüente pode fazer com que os sujeitos tenham dificuldades em processar o “feedback” intrínseco, importante no desenvolvimento de um mecanismo eficiente de detecção e correção de erros, característica que pode estar presente na aquisição de qualquer tarefa motora, independentemente da complexidade da mesma. A segunda, ao prever que o “feedback” freqüente pode não proporcionar ao aprendiz estabilidade suficiente durante a prática, por provocar constantes correções, dificultando a sua capacidade de estar estável na retenção ou na transferência. Os resultados do nosso estudo demonstraram, de forma geral, que os efeitos da incerteza provocada pela frequência reduzida não se alteraram com o aumento em complexidade da tarefa, quando o fator número de tentativas foi controlado.

Tais resultados discordam em parte dos resultados encontrados por WULF, SHEA e MATSCHINER (1998) e GUADAGNOLI, DORNIER e TANDY (1996) nos quais foram observados melhores resultados para os grupos que receberam “feedback” mais freqüente em relação aos grupos que receberam “feedback” menos freqüente. No entanto, torna-se importante realçar que diferenças existem entre os delineamentos experimentais utilizados. No estudo de WULF, SHEA e MATSCHINER (1998), uma tarefa bem mais complexa que as do nosso estudo foi utilizada, fazendo com que as análises, em

relação aos efeitos da frequência de CR, tenham sido realizadas em estágio inicial de aprendizagem no que se refere ao aspecto do movimento em que o CR foi apresentado (início da força relativa, considerado pelos autores como uma medida da eficiência do movimento) ou seja, quando o número de tentativas de prática realizado para este aspecto ainda não tinha sido suficiente para que a curva de desempenho estabilizasse. Os autores utilizaram este delineamento porque estudaram uma tarefa de grande complexidade (movimentos de “slalom” no simulador de esqui), em que mesmo após várias sessões de prática, melhoras no desempenho continuam a ser observadas.

Já no estudo de GUADAGNOLI, DORNIER e TANDY (1996), que utilizou a variável CR sumário, diferente da variável frequência relativa utilizada no nosso estudo, duas variações em complexidade de uma mesma tarefa foram comparadas, em grupos chamados de principiantes (que receberam menos tentativas de prática) e experientes (que receberam mais tentativas de prática). Neste estudo, o mesmo número de tentativas de prática foi realizado em ambas as tarefas, no caso específico dos principiantes, 2/3 das tentativas necessárias para alcançar a estabilização na tarefa mais simples. Os resultados, para a tarefa complexa, mostraram melhor aprendizagem para o grupo que recebeu CR freqüente. Todavia, se levarmos em conta o fato de que tarefas mais complexas normalmente necessitam mais tentativas de prática do que tarefas mais simples, podemos inferir que os resultados encontrados neste estudo para os principiantes na tarefa complexa, referiam-se a uma fase ainda inicial de aprendizagem, pois não haviam sido realizadas as tentativas necessárias à estabilização da tarefa complexa. Entretanto, quando mais prática foi fornecida aos sujeitos em ambas as tarefas (grupos experientes), o grupo que recebeu frequência reduzida teve melhores resultados em teste de retenção que o grupo que recebeu “feedback” freqüente, tanto na tarefa simples quanto na tarefa complexa, resultados que concordam com o nosso estudo. Também os estudos de GUAY, SALMONI e LAJOIE (1997) e SIDAWAY et al. (1992) concordam com os resultados do nosso estudo, pois não foram encontradas interações entre diferentes sumários de CR e a complexidade da tarefa (GUAY, SALMONI & LAJOIE, 1997, manipularam a carga de processamento e SIDAWAY et al., 1992, manipularam o tempo de movimento). Cabe ressaltar, entretanto, que nestes experimentos o mesmo número de tentativas foi utilizado para ambas as tarefas e as mesmas não se revelaram diferentes significativamente em relação ao fator complexidade.

Nos resultados do presente estudo, as três tarefas utilizadas diferiram de forma significativa em todas as fases do experimento em relação ao fator complexidade, tanto em relação ao “timing” absoluto quanto ao “timing” relativo, e em todas as tarefas a quantidade de prática utilizada foi apenas a suficiente para a estabilização da curva de aprendizagem, procedimento que tentou assegurar que os sujeitos se encontrassem em um mesmo estágio de aprendizagem.

Tomando os resultados em conjunto, podemos inferir que os efeitos da frequência de CR podem também sofrer variações de acordo com o estágio de aprendizagem avaliado. Parece que o estágio de aprendizagem pode ser um fator mais importante a considerar do que a complexidade da tarefa no que se refere ao fornecimento da frequência de CR como forma de otimizar a aprendizagem.

Diferentes atividades de processamento podem estar sendo realizadas pelos sujeitos nos diferentes estágios de aprendizagem, no que se refere à relação “feedback” extrínseco/”feedback” intrínseco. A avaliação da aprendizagem em estágio inicial da mesma, quando um número ainda insuficiente de tentativas de prática foi fornecido para a estabilização da curva

de desempenho, pode não dar tempo suficiente ao aprendiz de assimilar os conhecidos efeitos positivos provocados pela menor frequência de CR.

Assim, através do experimento realizado, chegou-se à conclusão de que frequências reduzidas de CR, controladas pelo experimentador, parecem não degradar a aprendizagem de tarefas motoras sequenciais, com objetivos espaciais e temporais, e podem ainda, beneficiar as mesmas. Ainda, parece não existir interação entre os efeitos da frequência reduzida de CR e a complexidade da tarefa em arranjos de frequências controlados pelos experimentador, na aprendizagem de tarefas sequenciais, com objetivos espaciais e temporais, de diferentes complexidades, quando o número de tentativas necessárias à estabilização do desempenho é controlado. Acrescenta-se o fato de que alguns argumentos colocados pela hipótese de orientação (SALMONI, SCHMIDT & WALTER, 1984), a fim de explicar os efeitos causados pela frequência reduzida, parecem inadequados para a aprendizagem de tarefas sequenciais, com objetivos espaciais e temporais, de diferentes complexidades, para arranjos de frequências controlados pelos experimentador.

Abstract

Knowledge of results in the learning of motor tasks: effects of frequency versus task complexity

The purpose of this study was to verify the existence of interaction between the effects of different frequencies of knowledge of results (KR) and the complexity of the task, in the learning of three variations (simple, intermediate and complex) of a sequential motor task, with spatial and temporal objectives. One hundred and twenty students, 60 of each gender, were used as subjects, distributed in 12 groups of 10 subjects each, with an equal number of subjects of each gender by group, regarding the different tasks, and the different KR frequencies (100, 66, 50 and 33%). The tasks required participants to press keys on the computer numeric keyboard, with different spatial and temporal requirements, manipulated in order to modify their complexity. The simple task was constituted of four keys with no changes in direction and partial times. The intermediate task was constituted of five keys, with different partial times and one change in direction. The complex task was constituted of six keys, with different partial times and random changes in direction. The study was composed of three phases: acquisition delayed retention and transfer phases (24 hours). The ANOVA was used to verify eventual differences and the Tukey test to determine specific differences. The results did not show the existence of interaction between the frequency of KR and the complexity of the task. Such result disagrees with some others found in the literature, showing that more studies are still necessary to clarify the issue.

UNITERMS: Motor learning; Feedback; Knowledge of results (KR); KR Frequency; Task complexity.

Referências

- ADAMS, J.A. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.3, p.111-49, 1971.
- ANSON, J.G. Memory drum theory: alternative tests and explanations for the complexity effects on simple reaction time. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.14, p.228-46, 1982.
- BUTLER, M.S.; REEVE, T.G.; FISCHMAN, M.G. Effects of the instructional set in the bandwidth feedback paradigm on motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.67, p.355-9, 1996.
- CHIVIACOWSKY, S. Frequência absoluta e relativa do conhecimento de resultados na aprendizagem de uma habilidade motora em crianças. *Revista Kinesis*, Santa Maria, v.14, p.39-56, 1994.
- _____. **Efeitos da frequência do conhecimento de resultados controlada pelo experimentador e auto-controlada pelos sujeitos na aprendizagem de tarefas motoras com diferentes complexidades.** 2000. Tese (Doutorado) - Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.
- CHIVIACOWSKY, S.; GODINHO, M.; MENDES, R. Scheduling reduced frequency of knowledge of results. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHERCHEURS EN ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES, 7., Marseille, 1997. *Actes...* Marseille: [s.n.], 1997.
- CHIVIACOWSKY, S.; TANI, G. Efeitos da frequência de conhecimento de resultados na aprendizagem de diferentes programas motores generalizados. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.11, n.1, p.15-26, 1997.
- CHRISTINA, R.W.; FISCHMAN, M.G.; LAMBERT, A.L.; MOORE, J.F. Simple reaction time as a function of response complexity: Christina et al. (1982) revisited. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.56, p.316-22, 1985.
- CHRISTINA, R.W.; ROSE, D.J. Premotor and motor reaction time as a function of response complexity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.56, p.306-15, 1985.
- DUNHAM, P.; MUELLER, R. Effect of fading knowledge of results on acquisition, retention, and transfer of a simple motor task. *Perceptual and Motor Skill*, Missoula, v.77, p.1187-92, 1993.
- FISCHMAN, M.G. Programming time as a function of number of movement parts and changes in movement direction. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.16, p.405-23, 1984.
- FISCHMAN, M.G.; MUCCI, W.G. Reaction time and index of difficulty in target-striking tasks with changes in direction. *Perceptual and Motor Skill*, Missoula, v.71, p.367-70, 1990.
- GABLE, C.D.; SHEA, C.H.; WRIGHT, D.L. Summary knowledge of results. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.62, p.285-92, 1991.
- GODINHO, M. **Informação de retorno e aprendizagem: influência da frequência relativa, da precisão e do tempo após conhecimento de resultados sobre o nível de aquisição, retenção e transferência de aprendizagem.** 1992. Tese (Doutorado) - Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.
- GODINHO, M.; MENDES, R. **Aprendizagem motora: informação de retorno sobre o resultado.** Lisboa: Edições FMH, 1996.
- GOODWIN, J.E.; MEEUWSEN, H.J. Using bandwidth knowledge of results to alter relative frequencies during motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.66, p.99-104, 1995.
- GRAYDON, J.; PAINE, L.; ELLIS, C.; THREADGOLD, R. Comparison of bandwidth knowledge of results and the relative frequency effect in learning a discrete motor skill. *Journal of Human Movement Studies*, London, v.32, p.15-28, 1997.
- GUADAGNOLI, M.A.; DORNIER, L.A.; TANDY, R.D. Optimal length for summary knowledge of results: the influence of task-related experience and complexity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.67, p.239-48, 1996.
- GUAY, M.; SALMONI, A.; LAJOIE, Y. Summary knowledge of results and task processing load. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.68, p.167-71, 1997.
- GUAY, M.; SALMONI, A.; McILWAIN, J. Summary knowledge of results for skill acquisition: beyond Lavery and Schmidt. *Human Movement Science*, Amsterdam, v.11, p.653-73, 1992.
- HENRY, F.M.; ROGERS, D.E. Increased response latency for complicated movements and a "Memory Drum" theory of neuromotor reaction. *The Research Quarterly*, Washington, v.31, p.448-58, 1960.
- HO, L.; SHEA, J.B. Effects of relative frequency of knowledge of results on retention of a motor skill. *Perceptual and Motor Skill*, Missoula, v.46, p.859-66, 1978.
- JANELLE, C.M.; BARBA, D.A.; FREHLICH, S.G.; TENNANT, L.K.; CAURAUGH, H. Maximizing performance feedback effectiveness through videotape replay and a self-controlled learning environment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.68, 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*, Missoula, v.81, p.627-34, 1995.

- KLAPP, S.; ABBOTT, J.; COFFMAN, K.; GREIM, D.; SNIDER, R.; YOUNG, F. Simple and choice reaction time methods in the study of motor programming. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.11, p.91-101, 1979.
- KOHL, R.; GUADAGNOLI, M.A. The scheduling of knowledge of results. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.28, p.233-40, 1996.
- LAI, Q.; SHEA, C.H. The role of reduced frequency of knowledge of results during constant practice. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.70, p.33-40, 1999.
- LAJOIE, J.M.; FRANKS, I.M. Response programming as a function of accuracy and complexity: evidence from latency and kinematic measures. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.16, p.485-505, 1997.
- MAGILL, R.A. **Motor learning: concepts and applications**. 3rd ed. Dubuque: Wm. C. Brown, 1989.
- MENDES, R.; GODINHO, M. Effects of knowledge of results precision on acquisition, retention and transfer in two different tasks: linear positioning and isometric force. In: SERPA, S.; ALVES, J.; FERREIRA, V.; PAULA-BRITO, A. (Eds.). **Actas do VIII congresso mundial de psicologia do desporto**. Lisboa: International Society of Sport Psychology, 1993. p.689-92.
- NEWELL, K.M.; CORCOS, D.M. Issues in variability and motor control. In: _____. (Eds.). **Variability and motor control**. Champaign: Human Kinetics, 1993. p.1-12.
- QUINN, J.T.; SCHMIDT, R.A.; ZELAZNIK, H.N.; HAWKINS, B.; FARQUHAR, R. Target-size influences on reaction time with movement time controlled. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.12, p.239-61, 1980.
- REEVE, T.G.; DORNIER, L.A.; WEEKS, D.J. Precision of knowledge of results: consideration of the accuracy requirements imposed by the task. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.61, p.284-90, 1990.
- SALMONI, A.; SCHMIDT, R.A.; WALTER, C.B. Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. **Psychological Bulletin**, Washington, v.95, p.355-86, 1984.
- SCHMIDT, R.A. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychological Review**, Washington, v.82, p.225-60, 1975.
- _____. Frequent augmented feedback can degrade learning: evidence and interpretations. In: REQUIN, J.; STELMACH, G.E. (Eds.). **Tutorials in motor neuroscience**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p.59-75.
- SCHMIDT, R.A.; LANGE, C.; YOUNG, D.E. Optimizing summary knowledge of results for skill learning. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.9, p.325-48, 1990.
- SCHMIDT, R.A.; WRISBERG, C.A. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- SCHMIDT, R.A.; YOUNG, D.E.; SWINNEN, S.; SHAPIRO, D.C. Summary knowledge of results for skill acquisition: support for the guidance hypothesis. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, Washington, v.15, p.352-9, 1989.
- SHERWOOD, D.E. Effect of bandwidth knowledge of results on movement consistency. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.66, p.535-42, 1988.
- SIDAWAY, B.; FAIRWEATHER, M.; POWELL, J.; HALL, G. The acquisition and retention of a timing task: effects of summary KR and movement time. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.63, p.328-34, 1992.
- SIDAWAY, B.; MOORE, B.; SCHOENFELDER-ZOHDI, B. Summary and frequency of KR presentation effects on retention of a motor skill. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.62, p.27-32, 1991.
- SIEGEL, D. Movement duration, fractionated reaction time, and response programming. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.57, p.128-31, 1986.
- SPARROW, W.A.; SUMMERS, J.J. Performance on trials without knowledge of results (KR) in reduced relative frequency presentations of KR. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.24, p.197-209, 1992.
- SWINNEN, S.P. Information feedback for motor skill learning: a review. In: ZELAZNIK, H.N. (Ed.). **Advances in motor learning and control**. Champaign: Human Kinetics, 1996. p.37-66.
- WEEKS, D.J.; ZELAZNIK, H.; BEYAK, B. An empirical note on reduced frequency of knowledge of results. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.25, p.193-201, 1993.
- WEEKS, D.L.; SHERWOOD, D.E. A comparison of knowledge of results scheduling methods for promoting motor skill acquisition and retention. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.65, p.136-42, 1994.
- WINSTEIN, C.J.; POHL, P.S.; LEWTHWAITE, R. Effects of physical guidance and knowledge of results on motor learning: support for the guidance hypothesis. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.65, p.316-23, 1994.
- WINSTEIN, C.J.; SCHMIDT, R.A. Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, Washington, v.16, p.677-91, 1990.
- WRISBERG, C.A.; WULF, G. Diminishing the effects of reduced frequency of knowledge of results on generalized motor program learning. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.29, p.17-26, 1997.

- WULF, G. The learning of generalized motor programs and motor schemata: effects of KR relative frequency and contextual interference. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.23, p.53-76, 1992.
- WULF, G.; LEE, T.D.; SCHMIDT, R.A. Reducing knowledge of results about relative versus absolute timing: differential effects on learning. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.26, p.362-9, 1994.
- WULF, G.; SCHMIDT, R.A. The learning of generalized motor programs: reducing the relative frequency of knowledge of results enhances memory. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, Washington, v.15, p.748-57, 1989.
- _____. Average KR degrades parameter learning. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.28, p.371-81, 1996.
- WULF, G.; SCHMIDT, R.A.; DEUBEL, H. Reduced feedback frequency enhances generalized motor programs learning but not parameterization learning. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, v.19, p.1134-50, 1993.
- WULF, G.; SHEA, C.; MATSCHINER, S. Frequent feedback enhances complex motor skill learning. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.30, p.180-92, 1998.
- WULF, G.; SHEA, J.B.; RICE, M. Type of KR and KR frequency effects on motor learning. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.30, p.1-18, 1995.
- YAO, W.; FISCHMAN, M.G.; WANG, Y.T. Motor skill acquisition and retention as a function of average feedback, summary feedback, and performance variability. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.26, p.273-82, 1994.
- YOUNG, D.E.; SCHMIDT, R.A. Augmented kinematic feedback for motor learning. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.24, p.261-73, 1992.

ENDEREÇO

Suzete Chiviakowsky Clark
Escola Superior de Educação Física
Universidade Federal de Pelotas
R. Luiz de Camões, 625M - Tablada
96055-630 - Pelotas - RS - BRASIL
e-mail: schivi@terra.com.br

Recebido para publicação: 26/04/2002

Revisado: 29/01/2003

Aceito: 01/09/2003