

Frequência de Conhecimento de Resultados e Aprendizagem Motora: Linhas Atuais de Pesquisa e Perspectivas

Suzete Chiviakowsky

INTRODUÇÃO

A aprendizagem motora, enquanto fenômeno, vem sendo considerada como um conjunto de processos relacionados com a prática, que levam a uma melhora dos mecanismos internos responsáveis pelo comportamento motor, causando mudanças relativamente permanentes na capacidade para desempenhar habilidades motoras.

Uma variedade de fatores que afetam a aprendizagem de habilidades motoras tem sido estudada nos últimos anos, já que a aprendizagem é considerada como um processo complexo, influenciado pela interação entre um conjunto de variáveis relacionadas à tarefa a ser aprendida, ao ambiente da aprendizagem e às características do indivíduo que aprende.

O conhecimento de resultados (CR) tem sido reconhecido como uma das mais importantes variáveis neste processo. É considerado como um tipo de feedback extrínseco, o qual se refere a toda informação produzida por uma resposta motora que é fornecida ao executante, durante ou após o movimento, por uma outra fonte que não o próprio indivíduo como, por exemplo, o velocímetro de um carro ou uma informação verbal de um professor sobre o desempenho de seus alunos (Schmidt, 1988). Diferente do conhecimento de performance (CP), outra forma de feedback extrínseco, que se refere à informação aumentada sobre o padrão de movimento que o aprendiz acabou de fazer, o CR é, essencialmente, uma informação fornecida sobre o resultado de um movimento relativamente ao objetivo ambiental (Schmidt, 1992).

Algumas funções importantes têm sido delegadas ao CR na aprendizagem de habilidades motoras, como a função motivacional (Magill, 1989; Schmidt, 1988), a função de orientar o aprendiz em direção à resposta apropriada (Adams, 1971), assim como uma função relacional, proporcionando relações entre comandos motores e resposta, aumentando a capacidade para definir esquemas para a produção de novas ações (Schmidt, 1975).

Embora vários estudos sobre a variável frequência de CR venham sendo realizados desde o início do século passado, a troca de paradigma na área cognitiva/informacional (produto para processo), assim como o surgimento de novas abordagens, tendo como pano de fundo a psicologia ecológica, levaram a uma revitalização da pesquisa na área nos últimos anos, sendo o CR considerado cada vez mais, pelos pesquisadores, uma variável criticamente importante para a aprendizagem de habilidades motoras. Uma revisão atualizada desta variável, das hipóteses que tentam explicar os seus efeitos e projeções de perspectivas futuras serão realizadas a seguir.

FREQÜÊNCIA DE CR E LINHAS ATUAIS DE PESQUISA

Como variável importante ao processo de aprendizagem motora, o CR tem sido estudado sistematicamente através de diferentes linhas de pesquisas, as quais basicamente contemplam diferentes arranjos de apresentação desta variável durante a sessão de prática. Algumas das linhas mais importantes relacionadas à frequência de CR, assim como os estudos que as fundamentam serão colocados a seguir.

Frequência Relativa de CR

Uma importante variável que tem sido estudada neste contexto é a frequência relativa de CR. A variável frequência de CR refere-se ao número de CRs fornecidos em uma seqüência de tentativas de prática em relação ao número de tentativas executadas. São distinguidas duas medidas diferentes da quantidade de CR, que são a frequência absoluta e a frequência

relativa. Frequência absoluta de CR é o número total de CRs fornecidos durante a prática. Se 80 tentativas de prática são executadas e o sujeito recebe CR em metade das tentativas, então a frequência absoluta é 40. Frequência relativa de CR refere-se a percentagem de tentativas em que é provido o CR. É o número de CRs dividido pelo total de tentativas, multiplicado por 100. No exemplo anterior, 50 %.

A visão tradicional sobre a forma de atuação do CR para a aprendizagem motora, que tem sido predominante nos últimos anos, coloca que se forem oferecidos CRs mais frequentes, mais precisos e mais imediatos, a aprendizagem de habilidades motoras será, conseqüentemente, mais eficiente (Adams, 1971; Bilodeau & Bilodeau, 1958; Bilodeau, Bilodeau & Schumsky, 1959; Schmidt, 1975). Assim, um arranjo com uma frequência relativa de 50 % seria menos eficiente que um com 100 %. As tentativas sem CR não possuíam nenhum valor, e a variável frequência absoluta de CR deveria ser determinante da quantidade de aprendizagem, enquanto a frequência relativa não teria importância se a frequência absoluta for controlada.

Bilodeau & Bilodeau (1958) foram os primeiros a investigar mais diretamente a influência das frequências absoluta e relativa sobre a aprendizagem. Utilizando como tarefa o deslocamento de uma manivela até uma posição considerada correta, eles mantiveram a frequência absoluta constante (10 CRs), modificando a frequência relativa (100 %, 33 %, 25 % e 10 %), conseqüentemente diferenciando o número de tentativas de prática (10, 30, 40 e 100 tentativas). Consideradas somente as tentativas com CR nos 4 grupos, os resultados mostraram que a quantidade de erros em cada tentativa, assim como o padrão de mudança dos erros com a progressão das tentativas, foi praticamente o mesmo para os quatro grupos. A conclusão dos autores é que as tentativas sem CR não tiveram importância e, assim, somente frequência absoluta seria importante para a aprendizagem.

No entanto esta visão tem sido contrariada por alguns estudos recentes. Salmoni, Schmidt, & Walter (1984), em um artigo de revisão sobre os efeitos do CR, identificaram alguns experimentos que parecem contrariar esta visão até então predominante. Alguns estudos mostram que certas variações do CR, que atuam de forma a prejudicar o desempenho durante a fase de aquisição, manifestam um efeito benéfico quando verificada a aprendizagem em testes de retenção e transferência. Trabalhos como o de Bilodeau & Bilodeau (1958), por exemplo, têm sido criticados por não terem utilizado um delineamento de transferência ou teste de retenção para separar os efeitos passageiros de performance (fase de aquisição) dos efeitos mais permanentes de aprendizagem (fase de transferência).

Alguns estudos sobre frequência relativa, que mantiveram a frequência absoluta constante (Baird & Hughes, 1972; Castro, 1988; Chiviakowsky & Tani, 1993; Ho & Shea, 1978; Taylor & Noble, 1962) utilizando testes de retenção e ou transferência, onde os efeitos temporários da fase de aquisição já desapareceram, têm encontrado resultados contrários aos que eram tradicionalmente enfatizados, ou seja, frequências menores de CR são melhores para aprendizagem. Tais estudos usaram um delineamento similar ao de Bilodeau & Bilodeau (1958), mas utilizaram teste de transferência. Também estudos que mantiveram o número de tentativas constante para todos os grupos, variando conseqüentemente a frequência absoluta e utilizaram testes de retenção ou transferência, obtiveram resultados positivos (Chiviakowsky, 1994; Winstein & Schmidt, 1990) ou ausência de resultados negativos (Godinho, 1992), para frequências menores do que 100% de CR. Os resultados, contrários às conclusões anteriores, mostraram que a frequência relativa era uma importante variável de aprendizagem, pois a diminuição da frequência relativa parece ajudar a retenção de longo termo. Assim as tentativas sem CR, fornecidas num arranjo de prática com frequência menor do que 100%, podem ter somado algo ao processo de aprendizagem, contrário à visão antiga de que tais tentativas eram essencialmente neutras.

Isto certamente contradiz as conclusões anteriores de que prover mais feedback é melhor para aprendizagem. Nesta nova visão, um número suficiente de CR é considerado necessário para que a performance ocorra, mas se a quantidade de CR for excessiva, os sujeitos tendem a depender muito dele e negligenciam a aprendizagem de outros aspectos relevantes. Esses estudos têm mostrado que algumas condições ou variações de CR que prejudicam o desempenho durante a fase de aquisição parecem, contrariamente, melhorar o desempenho quando medido na fase de retenção ou transferência. Os estudos já realizados dão suporte à hipótese de orientação colocada por Salmoni, Schmidt & Walter (1984), na qual uma forte função orientacional ou informacional do CR interfere no processo de aprendizagem, fazendo com que o aprendiz produza uma dependência demasiada à esta informação, deixando de processar informações intrínsecas importantes para o

desenvolvimento da capacidade de detecção e correção de erros. Esta hipótese, juntamente com outras que tentam explicar os efeitos desta variável, será discutida em um capítulo posterior.

Tais estudos, entretanto, estavam preocupados prioritariamente, com a aprendizagem de apenas uma habilidade motora. No entanto, na última década, tem havido uma considerável ênfase na idéia de que a aprendizagem motora envolve a aquisição de um programa motor generalizado (PMG) para uma classe de movimentos (Schmidt, 1988). O PMG é considerado como uma representação na memória para uma classe de movimentos. Quando aspectos como timing relativo e força relativa mantêm-se invariantes, os movimentos são considerados como pertencentes a uma mesma classe e governados pelo mesmo PMG. Aspectos variantes como tempo total e força total são considerados como parâmetros que são adicionados ao PMG.

Um primeiro estudo que procurou verificar o efeito da freqüência relativa de CR na aprendizagem do PMG (Wulf & Schmidt, 1989), utilizou três versões de uma tarefa dentro de um mesmo programa motor generalizado. Especificamente, os autores procuraram verificar se uma freqüência relativa reduzida de CR, que tem provado melhorar o desempenho em testes de retenção na aprendizagem de ações simples, também possui os mesmos efeitos na aquisição de classes de movimentos representadas pelo PMG. Neste estudo, ambos os grupos realizaram o mesmo número de tentativas de prática durante a fase de aquisição, em um arranjo de prática em blocos de 6 tentativas, de modo seriado, num total de 108 tentativas para ambos os grupos. O grupo que praticou com 67% de freqüência relativa de CR obteve melhores resultados na fase de transferência que o grupo que praticou com 100% de CR. Outros estudos concordam com estes resultados (Wulf, 1992a; 1992b; Wrisberg & Wulf, 1997).

Já os estudos de Wulf, Schmidt & Deubel (1993) e Wulf, Lee & Schmidt (1994), também procuraram verificar os efeitos da freqüência reduzida de CR na aprendizagem, tentando verificar se os efeitos eram observados sobre os parâmetros ou mesmo sobre o PMG. No segundo estudo quatro grupos receberam freqüências de 50% e 100% de CR, de forma diferenciada, em relação ao timing relativo (PMG) ou ao timing absoluto (parâmetro) durante as tentativas de prática, organizadas de forma serial. Os resultados nos testes de retenção e transferência mostraram que a freqüência reduzida auxiliou a aprendizagem do PMG, mas não foi efetiva ou mesmo dificultou a aprendizagem de parâmetros. Tais resultados, em relação ao PMG, estão de acordo com os estudos anteriores sobre os efeitos da freqüência reduzida de CR sobre a aprendizagem de movimentos simples.

Ainda, os efeitos da freqüência reduzida de CR foram observados no que se refere à aprendizagem de habilidades motoras governadas por diferentes PMGs (Chiviawsky & Tani, 1997). Um tópico de pesquisa que tem tratado da aprendizagem de diferentes habilidades motoras está relacionado ao efeito da interferência contextual, principalmente no que se refere à comparação do tipo de arranjo de prática utilizado, randômica ou em blocos, na aprendizagem de habilidades motoras. Vários estudos têm observado uma maior eficiência da prática randômica em relação à prática em blocos para movimentos que utilizem diferentes programas motores tanto em pesquisas que utilizaram tarefas de laboratório (Gabriele, Hall & Buckolz, 1987; Sekiya et al. 1994; Shea & Morgan, 1979; Ugrinowitsch & Manoel, 1996) quanto em pesquisas que utilizaram tarefas mais próximas à situação real (Chiviawsky & Schild, 1995; Goode & Magill, 1986). Chiviawsky & Tani (1997) verificaram os efeitos da freqüência do conhecimento de resultados na aprendizagem de diferentes programas motores generalizados, num trabalho que relacionou as variáveis freqüência de CR e Interferência Contextual. Dois grupos de sujeitos receberam freqüências de 50% e 100% respectivamente durante a fase de aquisição, em três tarefas de diferentes PMGs, apresentadas de forma randômica. Os resultados permitiram concluir que a redução da freqüência reduzida de CR não provocou resultados negativos para a aprendizagem de movimentos de classes diferentes e houve mesmo a tendência para melhor resultado em favor do grupo que praticou com freqüência reduzida.

Os estudos mais recentes sobre a freqüência reduzida têm procurado verificar seus efeitos, e possíveis explicações para os mesmos, através de diferentes formas ou arranjos de apresentação do CR, como veremos mais especificamente nos tópicos a seguir.

Faixa de Amplitude de CR

Alguns estudos sobre o CR utilizaram uma variação de frequência de CR chamada faixa de amplitude ("bandwidth") de feedback, onde apenas a informação de erros que excedam uma faixa pré-determinada (10% do desvio do objetivo da tarefa, por exemplo) é fornecida. Se o erro estiver dentro da faixa determinada, nenhuma informação é fornecida pelo experimentador e o aprendiz deve considerá-la como uma tentativa correta, como tendo sido realizada de forma aceitável.

Os efeitos da faixa de amplitude de CR podem ser considerados de duas formas. Na primeira, considera-se este tipo de variação como uma frequência reduzida e decrescente de CR, quando comparada a uma prática em que o sujeito recebe CR do experimentador em todas as tentativas (100% CR). A observação "decrescente" deve-se ao fato de o aprendiz receber mais informações no início da prática, já que naturalmente realiza mais erros nesta fase, ou seja, mais tentativas fora da faixa de amplitude determinada. Com a prática e a diminuição dos erros, normalmente um menor número de informações é gradualmente fornecido ao aprendiz. Estudos (Goodwin & Meeuwzen, 1995; Graydon et al., 1997; Sherwood, 1988; Smith, Taylor & Withers, 1997) mostram que o efeito da frequência reduzida também é demonstrado neste tipo de variação, ou seja, sujeitos que praticaram recebendo CR apenas nas tentativas em que os resultados não alcançavam a faixa critério, mostraram melhores resultados em testes de retenção do que sujeitos que receberam CR em todas as tentativas. Ainda, comparações foram feitas (Butler, Reeve & Fischman, 1996; Graydon et al., 1997) entre grupos que receberam CR na forma de "bandwidth" e grupos que receberam o mesmo n.º de CRs (chamados de grupo "yoked", no caso com uma mesma frequência relativa dos sujeitos do grupo anterior), mas com nenhuma relação ao acerto ou não nas tentativas. Os grupos que receberam CR na forma de "bandwidth" obtiveram melhores resultados em testes de retenção do que os outros, mostrando que os efeitos do "bandwidth" podem ser diferentes dos efeitos causados pela frequência relativa. A hipótese explicativa desta forma de visualizar as pesquisas sobre "bandwidth" é a hipótese da dependência (Salmoni, Schmidt e Walter, 1984), que diz que o excesso de CRs faz com que o aprendiz não processe informações intrínsecas importantes para o desenvolvimento da capacidade de detecção e correção de erros.

Numa segunda forma de avaliar os efeitos desta variável seria considerar este tipo de variação como fornecendo CR em todas as tentativas (100% CR). Isto acontece porque nesta situação o aprendiz considera a ausência de informação de CR por parte do experimentador, como uma tentativa com êxito, já que no início da prática tal orientação lhe foi fornecida. Assim, apesar de não receber CR de forma direta do experimentador em todas as tentativas, o aprendiz obtém a informação de que executou a tentativa de forma correta, de forma indireta. Neste caso, o que diferencia o grupo "bandwidth" do grupo que recebe CR em todas as tentativas, é que no primeiro o aprendiz não tem que variar tanto o seu desempenho através das tentativas, já que o critério para considerar o desempenho como correto é menos rígido nesta forma do que na outra. Uma maior estabilidade é adquirida tentativa após tentativa, já que constantes correções e ajustes são menos necessários com o decorrer da prática. Tais resultados podem corroborar a hipótese chamada de "maladaptive short-term correction hypothesis" (Schmidt, 1991), que também tenta explicar os efeitos superiores da frequência reduzida de CR quando comparadas a maiores frequências. Tal hipótese coloca que o feedback frequente pode induzir a uma excessiva instabilidade durante a prática, provocando frequentes adaptações ou modificações do desempenho, o que pode levar a uma incapacidade de estar estável na retenção e na transferência. O impacto disto é que a capacidade de detectar e corrigir erros não é tão bem desenvolvida. Os estudos citados anteriormente, que comparam condições de "bandwidth" com grupos que recebem CR em todas as tentativas corroboram esta hipótese explicativa. Entretanto, no estudo de Lee & Maraj (1994), que contrastou as duas hipóteses explicativas, os resultados sugerem a hipótese da dependência como mais influente na questão. Fica claro que mais estudos são necessários a fim de melhor explicitar o problema.

CR Decrescente

Uma outra forma de distribuição da frequência relativa de CR, em arranjos com frequências menores do que 100% é chamada de feedback decrescente ou "faded feedback". Neste arranjo as informações fornecidas são distribuídas de forma decrescente, ou seja, o aprendiz recebe mais informações no início da prática e menos informações no final. Tais arranjos também trazem como pano de fundo explicativo a hipótese da dependência

(Salmoni, Schmidt & Walter (1984), na medida em que coloca que mais informação é necessária no início da prática, a fim de orientar ou auxiliar o aprendiz na redução do erro e, ao contrário, menos informação é necessária no final da prática, a fim de evitar que o mesmo se torne dependente do CR freqüente, bloqueando conseqüentemente o processamento do feedback intrínseco.

Alguns estudos (Winstein, Pohl & Lewthwaite, 1994; Winstein & Schmidt, 1990, exp2; Wulf & Schmidt, 1989; Wulf, Schmidt & Deubel, 1993) compararam freqüências reduzidas de CR em forma de feedback decrescente com freqüências aumentadas de CR e os resultados mostraram que os grupos com freqüência reduzida decrescente obtiveram melhores resultados. Entretanto, neste tipo de pesquisa não se pode concluir se tais resultados foram causados pelas características do arranjo decrescente ou pela diminuição da freqüência relativa. Dunhan & Mueller (1993), compararam grupos com uma mesma freqüência relativa de CR, no caso 50%, com diferentes arranjos: um com CR constante, ou seja, distribuído de forma idêntica durante toda a sessão de prática e outro com CR decrescente. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos. Ainda, Goodwin & Meeuwsen (1995), estudaram a interação entre a faixa de amplitude de CR e o feedback decrescente. Um grupo recebeu CR em todas as tentativas, enquanto outros 3 grupos receberam CR com uma faixa de amplitude de 10%, o primeiro com 10 % durante toda a prática, chamado 10% constante, o segundo com a faixa de amplitude se modificando durante as tentativas de prática (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) num arranjo decrescente, com mais informação no início e menos no final, e o terceiro, de forma contrária ao segundo, num arranjo crescente, com menos informação no início e mais no final. Os resultados mostraram que os arranjos com 10%, constante e decrescente, foram melhores para a aprendizagem que receber CR em todas as tentativas. Também mostraram que o arranjo de CR crescente teve resultados piores que o arranjo com 10% constante e não se diferenciou do grupo que recebeu CR em todas as tentativas. Não houveram diferenças entre o grupo que recebeu CR decrescente e CR constante. A questão, portanto, ainda não é clara, se os efeitos observados nos trabalhos anteriores são devidos à freqüência decrescente ou, simplesmente, à freqüência reduzida de CR.

CR Sumário

Neste tipo de procedimento as informações de feedback sobre um conjunto de tentativas é fornecido apenas depois da última tentativa do conjunto ser executada. Neste tipo de arranjo, a informação contida no CR torna-se bastante difícil de ser utilizada, já que não apenas a separação temporal de uma dada tentativa com o seu CR específico pode causar incerteza, mas também alguma confusão pode haver na capacidade de relacionar o desempenho de cada tentativa particular com o seu respectivo CR. Os resultados de pesquisas em geral têm mostrado que aumentando o número de tentativas do conjunto, ou seja, diminuindo a freqüência com que o CR é fornecido, durante a fase de aquisição, uma piora do desempenho é observada nesta fase. Entretanto, tais condições produziram um melhor desempenho quando medido em testes de retenção e de transferência.

Estudos como os de Schmidt, Young, Swinnen & Shapiro (1989), seguindo os trabalhos pioneiros de Lavery (1962) e Lavery & Suddon (1962), encontraram resultados melhores para o grupo que praticou com CR sumário de 15 tentativas, quando comparados a grupos que praticaram com sumários de 10, 5 e 1 tentativa (este último grupo recebendo CR após cada tentativa). Já em um trabalho posterior, Schmidt, Lange & Young (1990), utilizando o mesmo delineamento experimental, mas com uma tarefa mais complexa, encontraram resultados diferentes. Neste caso, o grupo que recebeu sumário de 5 tentativas teve melhores resultados em teste de retenção que os outros grupos. Os autores concluíram que pode haver uma extensão de sumário ótima, dependente da complexidade da tarefa.

A partir destes primeiros trabalhos, diversos estudos vêm tentando resolver questões relacionadas ao CR Sumário, tentando principalmente ver a sua relação com a freqüência relativa. Sidaway, Moore & Schoenfelder-Zohdi (1991), tentaram verificar se os efeitos do CR sumário eram devidos a essa forma específica de fornecer CR ou simplesmente devidos à manipulação da freqüência de CR envolvida neste tipo de arranjo. Quatro grupos recebendo CR sumário a cada bloco de 15 tentativas, foram diferenciados com relação ao n.º de CRs recebidos no conjunto: todas as 15, últimas 7, últimas 3 e somente a última. Um quinto grupo, como controle, recebeu CR após cada tentativa. Os autores colocaram que se o importante

fosse realmente o n.^o de tentativas sumariadas, o grupo que recebesse 15 CRs por bloco teria melhores resultados que os outros. Entretanto, se o importante fosse o efeito da frequência relativa, o grupo que recebesse somente 1 CR por bloco teria os melhores resultados. Ainda mais, se o importante fosse o efeito da frequência de apresentação do CR, não haveriam diferenças entre os 4 grupos com CR sumário. Os resultados mostraram que o mais importante talvez seja o efeito da frequência de apresentação de CR, já que os grupos não diferiram entre si no teste de retenção. No entanto, uma limitação para este estudo é que os grupos com CR sumário também não diferiram do grupo que recebeu CR após cada tentativa.

Wright, Snowden & Willoughby (1990), realizaram um estudo na mesma linha do trabalho de Sidaway, Moore & Schoenfelder-Zohdi (1991) e conseguiram comprovar a hipótese dos autores anteriores. Os grupos que receberam CR sumário não diferiram entre si, mas tiveram resultados significativamente melhores que o grupo que recebeu CR após cada tentativa. Parece então que os efeitos do CR sumário são devidos, na verdade aos efeitos da frequência de CR. Num outro trabalho com o mesmo objetivo, Gable, Shea & Wright (1991) compararam 2 grupos com o mesmo número (16) de tentativas entre a apresentação dos CRs, mas com números de informações de CR diferentes em cada conjunto (todas as 16 e somente as últimas 2). Os resultados mostraram que não houve diferença entre os dois grupos com relação ao erro absoluto, mas houve com relação ao erro variável. O grupo que recebeu mais CRs em cada conjunto foi melhor que o outro. Os autores concluíram que talvez fornecer mais informação, evitando ao mesmo tempo os fortes efeitos de orientação que caracterizam o CR após cada tentativa, seria benéfico para a aprendizagem. Já Guay, Salmoni, e Lajoie (1999), mais recentemente, compararam grupos que receberam frequência reduzida (20%, em forma de CR sumário, CR médio ou CR somente da última tentativa do bloco), com um grupo que recebeu CR em todas as tentativas. Os resultados mostraram que o espaçamento entre as informações de CR foi mais importante para a aprendizagem que o CR sumário.

De forma geral, pode-se observar um efeito positivo de arranjos com CR sumário quando comparados a arranjos que fornecem CR após cada tentativa. Fica clara, também, uma estreita relação entre os efeitos do CR sumário com os efeitos da frequência relativa de CR.

CR Médio

O CR médio ou "Average KR" pode ser considerado uma variação do CR sumário, no qual o CR apresentado é o valor médio sobre uma série de tentativas, ou seja, o aprendiz aguarda diversas tentativas antes de receber a informação de CR, como no CR sumário, mas recebe o escore médio destas tentativas. O CR médio pode ser considerado como uma forma de CR mais comumente empregada em ambientes de ensino-aprendizagem de habilidades motoras, onde o professor normalmente observa várias tentativas de prática do aprendiz e fornece informações sobre uma média do desempenho dessas tentativas.

Young & Schmidt (1992, exp. 2), num estudo utilizando conhecimento de performance (CP) além do CR, compararam grupos que receberam respectivamente: CR em todas as tentativas, CR médio a cada 5 tentativas e CR médio decrescente. Este último grupo iniciava as tentativas da fase de aquisição recebendo a média de cada 5 tentativas, mas após um quarto das tentativas começava a receber o CR médio de forma decrescente: média das últimas 5 de cada 10 tentativas, média das últimas 5 de cada 15 tentativas e, finalmente, média das últimas 5 de cada 20 tentativas, recebendo, desta forma, metade do n.^o de CRs que o grupo de CR médio anterior. Os testes de retenção, realizados em 24 horas e em 1 semana, mostraram que os grupos que receberam CR médio tiveram melhores resultados que o grupo que recebeu CR após cada tentativa.

No entanto, outros trabalhos falham em mostrar a superioridade encontrada. Weeks & Sherwood (1994), utilizando uma tarefa de estimativa de força, compararam grupos que receberam CR sumário a cada 5 tentativas, CR médio também a cada 5 tentativas e CR após todas as tentativas. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre o grupo que recebeu CR médio e os outros grupos, apesar do grupo CR sumário ter melhores resultados que o grupo que recebeu CR em todas as tentativas. Também o estudo de Wulf e Schmidt (1996), procurando verificar os efeitos do CR médio separadamente sobre a aprendizagem do PMG e de parâmetros encontrou resultados que não favorecem a utilização de arranjos com CR médio. Quanto à aprendizagem do PMG, o grupo que recebeu CR médio a cada 3 tentativas não diferiu dos grupos que receberam 100%CR, 33%CR e um grupo controle, que

recebeu 100% mais CR médio a cada 3 tentativas. Ainda, os resultados quanto a aprendizagem de parâmetros, no caso variações na amplitude do movimento, mostraram resultados melhores para o grupo que recebeu 100%CR em relação aos grupos que receberam CR médio a cada 3 tentativas.

Como podemos observar, diferente do CR sumário e de outras formas de arranjo de frequência reduzida de CR, os efeitos do CR médio sobre a aprendizagem têm se mostrado contraditórios quando comparados a frequências aumentadas de CR.

CR Auto-controlado

A aprendizagem com auto-controle refere-se a um tipo de situação de aprendizagem onde o aprendiz pode atuar mais ativamente no decorrer do processo. Ela difere de todas as abordagens anteriores de pesquisa até aqui realizadas na área da aprendizagem motora, já que naquelas podemos observar praticamente um controle total da situação de aprendizagem por parte do pesquisador, enquanto pouca ou nenhuma ênfase é colocada no aprendiz e nas suas próprias estratégias de aprendizagem. Nesta abordagem, o próprio sujeito é quem toma decisões relacionadas às variáveis do processo a serem estudadas.

Janelle e seus colaboradores (Janelle, Kim & Singer, 1995; Janelle, Barba, Frehlich, Tennant & Carraugh, 1997) foram os primeiros a utilizar esta abordagem especificamente nos experimentos sobre frequência de conhecimento de resultados (CR) ou de performance (CP), utilizando a tacada do golfe como tarefa no primeiro experimento e uma tarefa de arremessos ao alvo, com bola, no segundo experimento. No primeiro experimento, Janelle et al. (1995) compararam um grupo que recebeu frequência de CR auto-controlada em relação a outros quatro grupos, que praticaram, em diferentes condições: com CR sumário a cada cinco tentativas, com 50% de frequência de CR, com frequência de CR igual ao grupo auto-controlado, mas imposto pelo experimentador (grupo "yoked") e com 0% de CR (grupo controle). Medidos em testes de retenção de 10 minutos, os resultados mostraram-se superiores para o grupo que recebeu CR auto-controlado em relação aos outros grupos. Já no experimento seguinte, Janelle et al. (1997), utilizando a informação de conhecimento de performance em uma outra tarefa, compararam diferentes grupos nas seguintes condições: com frequência de CP auto-controlada, com CP sumário a cada cinco tentativas, com 100% de frequência de CR e com frequência de CP igual ao grupo auto-controlado, mas imposto pelo experimentador (grupo "yoked"), utilizando, neste experimento, teste de retenção de quatro dias em lugar do teste de retenção imediata de 10 minutos utilizado no experimento anterior. Também neste experimento os resultados foram significativamente superiores para o grupo que recebeu um arranjo de CP auto-controlado em relação aos outros grupos. Chiviakowsky e Wulf (em impressão) também confirmaram a superioridade na aprendizagem para sujeitos adultos que receberam um arranjo auto-controlado de CR em relação a um grupo "yoked", numa tarefa seqüencial com objetivos espaciais e temporais, de pressionar teclas no teclado numérico do computador.

Ainda com relação à aprendizagem com auto-controle aplicada à variável frequência de CR, comparações foram feitas entre grupos de sujeitos que solicitaram diferentes frequências de CR durante a fase de aquisição de duas tarefas seqüenciais, com diferentes complexidades (Chiviakowsky, Godinho & Ferreira, 1999). Os resultados mostraram que não houve diferenças de aprendizagem entre os grupos que solicitaram menos CR e os grupos que solicitaram mais CR, em ambas as tarefas. Utilizando as mesmas tarefas do experimento anterior, Chiviakowsky e Tani (2000) compararam sujeitos que solicitaram mais CR na parte inicial da fase de aquisição e menos na parte final da mesma, com sujeitos que solicitaram uma concentração de informações de CR contrária, ou seja, menos CR na parte inicial da prática e mais na parte final. Os resultados foram favoráveis para os grupos que solicitaram uma maior concentração de CR no final da fase de aquisição. Tal resultado difere dos resultados encontrados na verificação dos efeitos de frequências de CR impostas pelo experimentador, levando os autores a concluir que os efeitos da frequência auto-controlada podem de alguma forma ser diferentes dos efeitos da frequência imposta.

Titzer et al. (1993) também analisaram os efeitos da aprendizagem auto-controlada na aquisição e retenção de uma tarefa de derrube de barreiras controlada pelo computador. Num

âmbito diferente da pesquisa sobre frequência de CR, os autores compararam dois grupos, que receberam diferentemente, prática em blocos ou prática randômica (na área da pesquisa em interferência contextual), com um grupo auto-controlado que, no caso, pôde escolher e variar o seu arranjo de prática à vontade. Os resultados mostraram que o grupo que recebeu um arranjo de prática auto-controlado obteve melhores resultados em tempo de reação do que o grupo que recebeu arranjo de prática em blocos e melhor resultado que os grupos em blocos e randômico em relação ao tempo de movimento. Os resultados ainda mostraram que o grupo que recebeu um arranjo auto-controlado escolheu, em média, um arranjo misto de prática em blocos, seriada e randômica.

Um outro trabalho recente na área da aprendizagem motora que utilizou um arranjo de prática auto-controlado foi o de Wulf e Toole (1999). Os autores tinham como objetivo verificar os efeitos de um arranjo de prática controlado pelo aprendiz, considerando o uso de ajuda física na aprendizagem de uma tarefa de simulador de esqui. Enquanto um grupo escolhia quando precisava de ajuda física, o outro recebia um arranjo de ajuda física equiparado (grupo "yoked"), sujeito a sujeito, com o grupo que realizou com auto-controle. Os resultados mostraram diferenças significativas a favor do grupo que praticou com auto-controle.

Apesar de resultados positivos estarem sendo alcançados para os grupos que recebem um arranjo de prática com auto-controle, os efeitos causadores desta vantagem ainda não estão completamente esclarecidos. Com relação a aspectos mais amplos que os abordados pela Aprendizagem Motora, Bandura (1993) coloca que processos auto-gerados podem gerenciar o impacto da maioria das influências ambientais sobre os diferentes domínios do comportamento humano. Tais processos são capazes de afetar a crença das pessoas sobre as suas capacidades de exercer controle sobre o seu próprio nível de funcionamento e sobre os eventos que afetam as suas vidas. Quanto maior a auto-eficácia percebida, maiores os desafios auto-propostos a serem alcançados e maior será o engajamento para os alcançarem.

Já para Hardy e Nelson (1988) e Zimmerman (1989), o envolvimento mais ativo do aprendiz no processo de aprendizagem pode levar a resultados significativamente melhores, através da melhoria na retenção de informações importantes a este processo. Entretanto, os autores colocam que estamos ainda longe de saber como, por que e quais as formas de comportamento que ocorrem na auto-regulação da aprendizagem e suas relações com os aspectos cognitivos, motivacionais e comportamentais.

Wulf e Toole (1999) colocam que os grupos com auto-controle devem ter se engajado em diferentes atividades de processamento que os grupos "yoked", as quais foram benéficas para a aprendizagem. Um exemplo, talvez, seria que os sujeitos do grupo auto-controle puderam testar estratégias enquanto escolhiam ou não usar a ajuda física, enquanto os outros podem ter sido desencorajados a fazer isto pela utilização randômica da ajuda física.

Através de questionários e de resultados relacionados às frequências auto-geradas pelos sujeitos, Chiviacowsky e Wulf (em impressão) analisaram a possibilidade do uso de estratégias específicas que explicassem a superioridade dos arranjos auto-controlados. Questionados sobre o momento de solicitação (grupo com auto-controle) ou recebimento dos CRs (grupo "yoked"), os sujeitos responderam que preferiam ter acesso às informações após terem realizado o que consideravam ter sido uma "boa tentativa" ao invés de após uma "má tentativa". Comparando as tentativas em que os sujeitos do grupo com auto-controle solicitaram CR com as tentativas em que não solicitaram, os pesquisadores encontraram diferenças significativas entre as mesmas, em concordância com os resultados do questionário. Nenhuma diferença foi encontrada para o grupo "yoked". Os autores concluíram que os sujeitos usam uma estratégia específica quando praticam com arranjos auto-controlados, solicitando informações de CR com base no seu desempenho e, preferencialmente, após "boas" tentativas. Tal estratégia pode estar relacionada aos efeitos benéficos deste tipo de arranjo quando comparado à arranjos de frequência controlada pelo experimentador.

Entretanto, resultados contraditórios foram encontrados em estudos que utilizaram tarefas seqüenciais em crianças (Neves, Locatelli, Oliveira & Chiviacowsky, 2002; Locatelli, Neves & Chiviacowsky, 2002), mostrando que alguns fatores, no caso o nível de desenvolvimento motor, podem influenciar os efeitos da frequência auto-controlada de CR na aprendizagem.

Com relação à esta variável, seria interessante verificar se os benefícios da prática com auto-controle serão generalizáveis a diferentes aspectos da situação de aprendizagem, como: apresentação de modelos, diferentes tipos de feedback, dependência à idade do aprendiz e/ou

estágio de aprendizagem, etc. Também seria importante que se identificassem os mecanismos responsáveis pelas vantagens de arranjos auto-controlados de prática.

HIPÓTESES EXPLICATIVAS PARA O EFEITO DA FREQUÊNCIA DE CR

Os resultados até agora encontrados sobre a frequência de CR na aprendizagem de habilidades motoras têm levado alguns autores a levantar possíveis hipóteses explicativas para o fenômeno. As principais hipóteses, algumas já citadas anteriormente, serão agora colocadas de forma um pouco mais aprofundada.

Hipótese da especificidade ou similaridade

Esta explicação para o efeito negativo das condições de prática com CR freqüente tem suas bases na visão da especificidade proposta por Henry (1968). Tal visão coloca, de forma geral, que condições da fase de aquisição parecidas com as condições da fase de retenção produzirão melhores resultados de aprendizagem.

Ao aplicar tal idéia aos estudos sobre frequência de CR, constata-se que as condições de realização dos testes de retenção utilizados para verificar a aprendizagem são diferentes das condições de prática da tarefa executada, já que, na sua maioria, são realizados com ausência completa de CR, favorecendo, na visão de Henry, frequências reduzidas de CR. No caso, o CR freqüente, na fase de aquisição, levaria o aprendiz a estabelecer uma forte relação deste com a tarefa, tornando-o parte integrante da mesma. Quando testes de retenção sem CR fossem aplicados, os grupos que recebessem feedback freqüente teriam seu desempenho dificultado, pela maior diferença das condições de prática entre as duas fases, ao contrário dos grupos que recebessem CR menos freqüente. É importante deixar claro, que os testes de retenção sem CR são utilizados, em detrimento dos testes com CR, principalmente porque se aproximam mais de situações reais de aprendizagem, onde o aprendiz deve aprender a desempenhar a habilidade, no futuro, de forma independente e suficiente, sem auxílio do CR fornecido pelo professor.

Winstein & Schmidt (1990), foram uns dos primeiros a testar esta hipótese aplicada aos experimentos de frequência de CR. Numa série de experimentos, os autores concluíram pela não confirmação desta hipótese como explicação para os efeitos da frequência reduzida de CR. Num dos experimentos, sujeitos que praticaram com duas frequências diferentes de CR, 100% e 33%, foram distribuídos em quatro diferentes testes de retenção: 0%, 33%, 66% e 100% de CR. Os resultados mostraram uma tendência de melhor resultado, embora não significativa, para o grupo que praticou com 33% de CR na fase de aquisição, em todas as diferentes condições de frequência da fase de retenção. Em outro experimento, os mesmos autores utilizaram dois grupos que praticaram respectivamente com 100% e 50% de CR, na fase de aquisição e com 100% de CR na fase de retenção. Os resultados mostraram superior aprendizagem para o grupo que praticou com 50% de CR, obviamente não corroborando esta hipótese explicativa para o efeito da frequência reduzida de CR.

Também Goodwin & Meeuwsen (1995), em um estudo que procurou verificar os efeitos de diferentes faixas de amplitude de CR (bandwidth) sobre a aprendizagem, encontrou resultados que não confirmam esta hipótese. Os autores utilizaram quatro diferentes faixas de amplitude na fase de aquisição: 10%, 10% decrescente, 10% crescente e 0% (CR após cada tentativa ou 100% de CR). Os grupos foram distribuídos igualmente em dois testes diferentes de retenção: sem CR e com 100% de CR. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos no teste de retenção com CR. Se a hipótese da especificidade estivesse correta nas suas proposições, o grupo que praticou recebendo CR em todas as tentativas na fase de aquisição, deveria ter melhor resultado neste tipo de teste que os grupos que praticaram com menor frequência.

Fica claro que a hipótese da especificidade não é capaz de explicar os resultados encontrados em estudos sobre a frequência de CR.

Hipótese da instabilidade ou “maladaptive short-term corrections”

Esta hipótese, colocada por Schmidt (1991), também tenta explicar os efeitos superiores da frequência reduzida de CR quando comparadas a frequências aumentadas. Nesta visão, é considerado que o feedback freqüente pode levar o aprendiz a uma excessiva instabilidade durante a prática, provocando freqüentes adaptações ou modificações do desempenho, dificultando o desenvolvimento da capacidade de estar estável na retenção e na transferência. O fornecimento de CR após cada tentativa leva a constantes correções e, assim, os indivíduos falham em adquirir alguma consistência. Menor frequência de CR (através da frequência relativa, CR sumário, faixa de amplitude de CR, entre outros) levaria a um aumento da estabilidade tentativa a tentativa, proporcionando uma base mais forte para o uso do CR quando este fosse apresentado.

O feedback freqüente pode fazer com que o aprendiz realize correções mesmo quando o erro é muito pequeno, provocado pela variabilidade intrínseca do sujeito, inerente ao sistema neuro-muscular e não por um movimento incorreto. A variabilidade, pode ser considerada como um reflexo do ruído no sistema, que são flutuações aleatórias que podem ser verificadas no sistema sensório-motor em diferentes níveis de análise (Newell & Corcos, 1993). Tal variabilidade no comportamento é o que nos torna incapazes de realizar movimentos exatamente iguais, com a mesma precisão. Apesar da variabilidade ter sido considerada como um aspecto negativo e como fator a ser eliminado na aprendizagem de habilidades motoras, atualmente é considerada como fator benéfico, por facilitar a capacidade de adaptação durante a execução de habilidades.

Ao tratar da variabilidade, no contexto das hipóteses explicativas do efeito da frequência reduzida de CR, estamos nos referindo ao fato de que o sucesso na tentativa possa não ter sido alcançado apesar do movimento gerado ter sido correto. Tal tipo de erro é causado pela incapacidade do sistema motor de realizar movimentos sempre com a mesma precisão. Fornecer CR nessas circunstâncias pode levar o aprendiz a realizar correções onde o erro na verdade não existiu e dessa forma a capacidade de detectar e corrigir erros não é tão bem desenvolvida. Assim a correção do erro é positiva quando o erro aconteceu pela formulação errada do plano de ação, mas é negativa quando a formulação do plano foi correta, mas o erro foi causado pela variabilidade intrínseca do sistema. Voltando ao processo de aquisição de habilidades, a probabilidade de realização de erros por parte do aprendiz, causados pela má formulação do plano de ação, é bem maior no início da fase de aquisição do que no final da mesma, quando a estrutura já se encontra praticamente formada. Entretanto, no final da prática, aumenta a proporção de erros causados pela variabilidade intrínseca do sistema em relação ao tipo de erro anterior. Dessa forma, o CR freqüente no final da prática causaria constantes correções, as quais seriam prejudiciais à aquisição da habilidade.

Uma forma de eliminar este tipo de correção de erro indesejada, seria utilizar uma faixa de amplitude relacionada ao alvo critério, onde o desempenho, dentro da mesma, não seria considerado errado. Assim, erros muito pequenos, que possam ter sido provocados pela variabilidade intrínseca do sistema motor não seriam considerados e não levariam a correções prejudiciais ao processo de aquisição de habilidades.

Hipótese da orientação (guidance hypothesis)

De forma geral, está implícito nesta visão o fato de que o aprendiz pode tornar-se dependente da informação de CR, bloqueando outras atividades de processamento e prejudicando a aquisição da habilidade motora (Salmoni, Schmidt & Walter, 1984; Schmidt, 1991).

Dois processos opostos estão associados à capacidade informacional do CR. Primeiro, uma das principais funções do CR é a de orientar ou guiar o aprendiz em direção ao objetivo da tarefa. Assim, o CR possui um efeito positivo, pois orienta o aprendiz em direção ao objetivo, fornecendo informações para a correção do erro e também tornando o aprendiz mais motivado e interessado na tarefa (Bilodeau, 1966). Segundo, o CR possui um efeito negativo por fazer com que o aprendiz utilize demasiadamente suas propriedades de guia e motivacionais para manter o seu desempenho, o que o leva a ficar dependente desta informação. A capacidade informacional do CR é tão forte e direcional, que os sujeitos se tornam incapazes de ignorá-la, mesmo quando a informação fornecida é incorreta. Estudos abordando uma variável chamada feedback errôneo, que utilizam tarefas onde o CR é redundante ou não necessário, mostram a forte função diretiva do CR. O que acontece, é que, quando as informações são conflitantes, ou seja, quando o CR fornecido é incorreto e

obviamente diferente do feedback intrínseco produzido pela resposta, os sujeitos ainda assim tendem a confiar no CR e a monitorar o seu desempenho através dele (Buekers, Magill & Hall, 1992; Buekers, Magill & Sneyers, 1994; Mendes, Godinho & Chiviacowsky, 1998; Mendes, Godinho, Buekers & Chiviacowsky, 1998).

De acordo com Schmidt (1991), o CR freqüente, com sua forte função de orientação, pode bloquear duas atividades de processamento importantes no processo de aprendizagem motora, que são as capacidades de detecção e correção de erro e os processos de resgate e elaboração do plano motor.

Com relação ao primeiro fator, relacionado às capacidades de detecção e correção de erro, presume-se que durante o processo de aprendizagem, depois de executar uma tentativa, o aprendiz realize uma avaliação dos erros cometidos, através do processamento do feedback intrínseco produzido pela resposta. O aprendiz deve comparar este feedback com um padrão de referência do movimento correto, de forma a ser capaz de detectar erros através da diferença entre o movimento executado e o movimento pretendido. Como no início da aprendizagem os aprendizes não são capazes ainda de detectar erros, pois ainda não possuem um padrão de referência sobre o movimento correto desenvolvido, é de fundamental importância que o CR seja fornecido, para que possam ajustar ou corrigir a próxima resposta, aproximando-se cada vez mais do padrão correto (Adams, 1971). Sem esta informação, o aprendiz pode estabelecer um padrão errado, que se torna cada vez mais consistente. O CR serve assim, como elemento auxiliar na formação do padrão de referência; entretanto, seu fornecimento freqüente pode trazer problemas à aprendizagem.

Salmoni, Schmidt & Walter (1984), colocam que o feedback freqüente pode fazer com que o aprendiz não preste atenção ao feedback intrínseco, bloqueando estas informações importantes e não desenvolvendo capacidades de detecção de erros e auto-correção dos mesmos. Por outro lado, as tentativas sem CR podem forçar o aprendiz a uma estratégia de processar o seu próprio feedback produzido pela resposta (feedback intrínseco) de forma a avaliar seu comportamento, em substituição ao CR. Tal procedimento é chamado reforço subjetivo. Com a prática, o aprendiz desenvolve maior sensibilidade ao feedback intrínseco e, conseqüentemente, desenvolve o mecanismo de detecção de erros. Ao fornecer CR a cada tentativa, dá-se ao aprendiz suficiente informação sobre seu progresso, reduzindo ou mesmo eliminando a necessidade ou o “esforço” de gerar a informação subjetivamente. No entanto, a capacidade de conseguir ser sensível aos próprios erros, gerada pelo reforço subjetivo, pode ser fortemente benéfica para a performance quando o CR é retirado posteriormente, fornecendo uma base para manutenção da performance. Assim, de acordo com esta hipótese, o maior efeito da freqüência reduzida de CR talvez seja a geração de mecanismos de detecção e correção de erros mais efetivos.

O segundo fator está relacionado aos processos de resgate e elaboração do plano de ação e refere-se ao processamento de informações necessário para o desempenho da próxima tentativa, diferente do primeiro fator, que dizia respeito ao processamento de informações relacionadas à tentativa anterior já realizada. Tal interpretação está relacionada às hipóteses que tentam explicar os resultados encontrados sobre o efeito da interferência contextual (arranjo de prática randômica melhor do que em blocos para habilidades governadas por diferentes PMGs), principalmente à visão da reconstrução do plano de ação proposta por Lee & Magill (1983, 1985). O plano de ação consiste em um PMG apropriado e em parâmetros que devem ser adicionados a ele. Assim, a reconstrução do plano de ação inclui os processos de resgate e construção do PMG assim como dos parâmetros necessários. Quando parte dos componentes deste plano é esquecida, o aprendiz necessita reconstruir ativamente o plano quando este é requerido novamente. Dessa forma, sob uma condição de alta interferência contextual, como no caso do arranjo de prática randômico, o aprendiz é levado a um processamento mais esforçado do que num arranjo de prática em blocos. O resultado dessa prática mais “esforçada” leva a uma melhor representação da habilidade, resultando conseqüentemente numa maior retenção da mesma. A relação do efeito da interferência contextual ao efeito da freqüência de CR pode ser visualizada, no momento em que informações muito freqüentes de feedback podem proporcionar que os processos de resgate e planejamento da próxima resposta sejam facilitados para o aprendiz, atuando assim, de forma a dar pistas ou dicas e assim reduzindo a necessidade do aprendiz, ou mesmo bloqueando-o, de executar operações consideradas importantes para a aprendizagem.

Num estudo de Wulf & Schmidt (1994) sobre interferência contextual, comparando arranjos de prática em blocos com arranjos de prática randômica, as informações foram manipuladas de forma a que o aprendiz recebesse novamente a informação de CR, da

tentativa anterior, antes de executar a próxima tentativa. Isto numa situação de prática em blocos não provocaria nenhuma diferença, conforme observado nos resultados, pois a mesma informação seria fornecida duas vezes consecutivas em um pequeno espaço de tempo. Entretanto, numa situação de prática randômica, a informação seria repetida com um intervalo de duas ou mais tentativas de tarefas diferentes, fazendo com que as operações que o aprendiz tenha que executar para desempenhar a próxima tarefa sejam facilitadas. Através do teste de retenção, que mede os efeitos sobre a aprendizagem, os autores não encontraram diferenças para os grupos que receberam prática em bloco. No entanto, comparando os grupos que receberam prática randômica, o grupo que recebeu as informações adicionais de feedback teve um desempenho bem inferior ao grupo que não recebeu CRs adicionais. Os autores interpretaram estes resultados como um possível bloqueio, por parte do aprendiz, das operações de resgate e planejamento, causado pelo feedback freqüente. O feedback adicional apresentado aos aprendizes pode ter eliminado os benefícios causados pela prática randômica à aprendizagem. Os autores também colocam a possibilidade de que os processos básicos que controlam os efeitos do feedback adicional e os processos que controlam os efeitos da prática em blocos sejam os mesmos, ambos bloqueando operações de resgate e construção do plano de ação. Assim, a prática randômica pode ser mais efetiva para a aprendizagem do que a prática em blocos pela dificuldade de utilização do feedback quando as tarefas são apresentadas de forma randômica, ao invés de tal efetividade ser causada pelo arranjo de prática randômica em si. Em outro estudo (Chiviakowsky & Tani, 1997), dois grupos com freqüências diferentes de CR (100 e 50%) praticaram três habilidades motoras, com diferentes PMGs, ambos de forma randômica. Os resultados, medidos em teste de retenção, não mostraram diferença significativa entre os grupos, o que pode corroborar a hipótese de que os processos podem estar relacionados. A forma em que tais variáveis interagem e os processos básicos que as controlam ainda não estão completamente esclarecidos e torna-se importante que futuros trabalhos sejam realizados para maiores conclusões.

Assim, em relação a esta hipótese explicativa, o feedback freqüente pode, além de bloquear o processamento das informações intrínsecas sobre o movimento anteriormente executado, que auxiliam o desenvolvimento do mecanismo de detecção e correção de erros, bloquear os processos de resgate e construção do próximo movimento a ser executado, conforme exposto.

A hipótese de orientação é das mais aceitas na literatura como explicação para o efeito da freqüência reduzida, como pudemos observar durante a exposição em capítulos anteriores sobre as diferentes linhas de pesquisa de freqüência de CR. A maioria dos trabalhos orienta o seu delineamento experimental e refere-se a esta hipótese ao discutir os resultados encontrados e alguns procuram mesmo verificar especificamente a sua comprovação e superioridade em relação a outras hipóteses explicativas (Goodwin & Meeuwsen, 1995; Lee & Maraj, 1994; Schmidt, Young, Swinnen & Shapiro, 1989; Weeks, Zelaznik & Beyak, 1993; Winstein, Pohl & Lewthwaite, 1994).

PERSPECTIVAS FUTURAS DE PESQUISA

Podemos considerar que a pesquisa futura sobre CR pode seguir em duas principais direções, levando em conta o paradigma científico utilizado. De um lado, estudos que dão continuidade às pesquisas já realizadas até agora, utilizando o mesmo paradigma científico atual. De outro, estudos que podem modificar a forma de observar o fenômeno, utilizando um novo paradigma científico, ou seja, utilizando um pano de fundo diferente para tentar explicar os resultados até agora encontrados e buscar novas respostas aos problemas levantados. Algumas considerações serão colocadas em relação às duas possíveis direções de pesquisa, as quais podem levar a uma maior compreensão e generalização dos efeitos da freqüência de CR.

Perspectivas futuras da pesquisa de CR utilizando o paradigma atual

Como pudemos observar, através da revisão realizada, o conhecimento gerado até o momento explora uma parcela ainda muito pequena da ampla variedade de fatores que podem afetar o processo de aprendizagem de habilidades motoras. Alguns exemplos de possíveis direções de pesquisa serão colocados a seguir.

Uma questão importante a ser desvendada é a relação do CR com outras formas de feedback extrínseco. O feedback extrínseco, como já anteriormente exposto, é considerado como a informação produzida pela resposta que é considerada um suplemento do feedback intrínseco. Existem outras formas de se fornecer o feedback extrínseco além do CR, sendo a principal delas o conhecimento de performance (CP), mas também através de outras fontes como informações fornecidas por diferentes aparelhos de medição, filmes, etc. No entanto, o CR e o CP são consideradas como as categorias mais amplas e importantes e qualquer outra forma de feedback extrínseco pode, de alguma forma, ser enquadrado em uma delas. Sabemos que na maioria das tarefas a serem aprendidas no mundo real, devemos estar preocupados com dois fatores: o alcance, com sucesso, do objetivo ambiental e a utilização de um padrão de ação eficiente para realizá-lo. Em alguns casos o objetivo a ser alcançado e o padrão de ação a ser utilizado são elementos separados, como por exemplo um arremesso do basquetebol, o lançamento de flechas em alvos ou mesmo a tacada do golfe. No entanto, em outras habilidades, o objetivo a ser alcançado é a eficiência do próprio padrão, como no caso da dança, ginástica artística, entre outros. Poucos estudos procuraram verificar especificamente se existem semelhanças entre os efeitos da frequência reduzida de CR em relação ao CP. Alguns estudos sobre frequência de CR, como os de Winstein & Schmidt (1990), Wulf (1992) e Wulf, Schmidt & Deubel (1993), utilizaram como tarefa a produção de um certo padrão de movimento com objetivos espaciais e temporais. Os autores trataram o feedback extrínseco como CR, apesar do mesmo referir-se a aspectos do padrão de movimento. Este é o caso de tarefas onde o objetivo é o próprio padrão de movimento. Já Young & Schmidt (1992) procuraram verificar os efeitos do CR e CP em uma tarefa que possuía ambos os aspectos separados. Um grupo recebeu somente CR. Outros quatro grupos receberam CR e dois tipos de CP (temporal e espacial), em diferentes condições para cada grupo. No primeiro experimento, o grupo que recebeu CR e CP espacial teve melhores resultados que o grupo que recebeu somente CR. Os grupos com diferentes tipos de CP não diferiram. Num segundo experimento, três grupos receberam CR e CP (espacial), mas com diferentes frequências. Um grupo recebeu as informações em todas as tentativas e outros dois receberam informações em forma de CR e CP médio (a cada cinco tentativas), um de forma constante e o outro de forma decrescente. Os grupos que receberam CR e CP médio aprenderam mais do que o grupo que recebeu informações em todas as tentativas. Através destes estudos podemos observar que pode haver diferenças nos resultados dependendo de manipulação experimental realizada. Assim, seria importante que estudos futuros procurassem verificar os efeitos da frequência de feedback extrínseco em relação a diferentes fatores como, por exemplo, o tipo de informação mais eficiente a ser utilizada como CP e, também, a relação entre o fornecimento das informações de CP e de CR, a fim de promover melhor aprendizagem.

Um outro fator importante a ser considerado refere-se aos efeitos da frequência de CR em relação aos diferentes tipos de tarefa a serem aprendidas. Uma grande dificuldade em relação à generalização dos resultados sobre a frequência de CR, têm sido os diferentes tipos de tarefas utilizadas. Um dos poucos critérios em que as tarefas praticamente não se diferenciam é em relação ao nível de complexidade da tarefa, já que a maioria dos trabalhos realizados utilizou tarefas simples, produzidas em laboratório. Também, numa primeira classificação, podemos separar os estudos que utilizaram apenas uma versão da tarefa para verificar o efeito da frequência de CR dos estudos que utilizaram a aprendizagem de um 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 em relação à aprendizagem dos parâmetros, em relação a frequências aumentadas (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 que utilizaram apenas 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 à 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, Young, Swinnen & Shapiro, 1989; Yao, Fischman & Wang, 1994). Entretanto, são encontrados efeitos nulos em tarefas de posicionamento linear (Chiviawsky, 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 & Lajou, 1997, efeito nulo; Guay, Salmoni & McIlwain, 1992, efeito positivo; Sherwood, 1988, efeito positivo), entre outros. Em um estudo sobre precisão de CR, Mendes & 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. Uma forma mais eficiente de classificação de tarefas motoras poderia facilitar o processo.

Swinnen (1996) sugere também a importância da utilização de tarefas mais complexas para se estudar o fenômeno. Com esta orientação, Wulf, Shea & Matschiner (1998), utilizando uma tarefa complexa (simulador de esqui), encontraram resultados inferiores para frequências reduzidas de CR, quando comparados a frequências maiores. Já Chiviacowsky (2000), Chiviacowsky (2001) e Guay, Salmoni & Lajoie (1997), não encontraram diferenças para frequências variadas de CR em arranjos auto-controlados, arranjos controlados pelo experimentador ou diferentes tamanhos de CR sumário, respectivamente, em tarefas de complexidade diferente, resultados que demonstram que mais estudos ainda são necessários para que se consigam resultados mais conclusivos. Seria importante que futuros estudos procurassem verificar se existem diferenças nos efeitos da frequência de CR em relação a tarefas com diferentes características e porque tais diferenças existem. Também seria interessante que mais estudos fossem realizados com o objetivo de diferenciar os efeitos causados pela complexidade da tarefa dos possíveis efeitos causados pelas fases de aprendizagem, com o objetivo de definir o aspecto que mais influencia esta variável, tanto em arranjos controlados pelo experimentador quanto em arranjos auto-controlados pelos sujeitos.

Ainda, outro aspecto interessante, diferente dos aspectos anteriores citados, os quais tentam generalizar os efeitos da frequência reduzida de CR a diferentes situações, seria verificar diferentes arranjos de apresentação desta variável, utilizando uma mesma frequência reduzida para todos os grupos. Tais estudos estariam primariamente preocupados com as diferentes hipóteses explicativas do fenômeno da frequência reduzida. Kohl & Guadagnoli (1996); utilizando uma tarefa de estimativa de força, procuraram verificar se uma distribuição diferenciada de uma mesma frequência pode levar a diferentes efeitos de aprendizagem. Os autores compararam quatro grupos que receberam 50% de frequência relativa de forma diferente, mas todos em forma de bloco. No primeiro grupo, blocos de 6 tentativas com CR alternavam com blocos de 6 tentativas sem CR, até a metade da fase de aquisição. A partir daí os blocos alternavam a cada 12 tentativas. O segundo grupo era idêntico, mas ao contrário, primeiro blocos de 12 e depois blocos de 6 tentativas. Os outros dois grupos intercalaram de forma randômica os blocos de 6 e 12 tentativas, apenas diferenciando no primeiro bloco, onde um iniciava com 6 e o outro com 12. Os resultados mostraram resultados melhores para os grupos que praticaram recebendo 50% de CR em blocos randômicos. A hipótese dos autores é que arranjos mais randômicos podem ser melhores por exigirem estados mais altos de atenção e ativação. No entanto, Chiviacowsky, Godinho & Mendes (1997), utilizando uma tarefa de posicionamento linear, que exigia 3 movimentos seqüenciais, não encontraram diferenças significativas ao comparar dois grupos que receberam 50% de frequência relativa de CR. Os autores compararam sujeitos que receberam CR alternado, uma tentativa sim, outra não e assim sucessivamente com sujeitos que receberam CR randômico, em três tentativas de cada 6, de forma aleatória. Apesar da tendência para melhores resultados para o grupo randômico, parece que a incerteza provocada não foi suficiente para provocar diferenças de aprendizagem.

No mesmo sentido, seria interessante que mais estudos fossem realizados com o objetivo de testar as hipóteses até agora formuladas ou mesmo formular novas hipóteses que procurem explicar de que forma frequências reduzidas possuem os mesmos ou até melhores efeitos na aprendizagem de tarefas motoras do que frequências aumentadas. As principais hipóteses até agora formuladas (hipótese da instabilidade, colocada por Schmidt, 1991, e hipótese da orientação, de Salmoni et al., 1984), possuem limitações ou encontram-se talvez equivocadas em algumas colocações propostas (Lai & Shea, 1999).

Também mais experimentos relacionados à questão de arranjos auto-controlados de CR pelos sujeitos necessitam ser realizados, a fim de melhor conhecermos os efeitos desta variável sobre a aprendizagem, assim como as vantagens ou não deste procedimento em relação a arranjos de frequência controlados pelo experimentador. Um aspecto interessante seria realizar experimentos onde as diferenças individuais pudessem ser testadas, como por

exemplo, fornecendo feedback freqüente, de forma controlada pelo experimentador, para sujeitos que tivessem solicitado freqüência reduzida em experimento anterior, com arranjo auto-controlado e, ao contrário, freqüência reduzida para sujeitos que tivessem solicitado feedback freqüente. Este tipo de delineamento experimental poderia nos indicar a existência de diferenças individuais atuando no processo de aprendizagem e poderia nos auxiliar na organização mais eficiente da prática, a fim de otimizar a aprendizagem.

Ainda um outro aspecto seria verificar a interação da freqüência de CR com outras variáveis relacionadas à aprendizagem, como fases do desenvolvimento motor, nível de experiência do aprendiz ou fase de aprendizagem, tipo de prática, etc. Como podemos perceber com estes exemplos, são ainda necessários muitos estudos para se compreender como os efeitos da freqüência de CR estão relacionados com os diferentes fatores citados relacionados ao processo de aprendizagem.

Perspectivas futuras da pesquisa de CR utilizando um novo paradigma

Uma nova forma de visualizar a questão da freqüência reduzida de CR seria considerá-la como uma variável provocadora de desordem ou incerteza no sistema. Nesta visão, o aprendiz é considerado como um sistema aberto, complexo, com capacidades de auto-organização. Tal abordagem têm como base um paradigma novo e diferente do até então utilizado. Algumas considerações breves serão aqui colocadas a fim de apresentar a idéia.

O paradigma das Ciências da Complexidade é considerado como uma forma diferente da usual no modo de ver o mundo e compreendê-lo. Este novo paradigma trata do desenvolvimento e funcionamento dos sistemas complexos, e possui suas raízes em diferentes domínios como, por exemplo, na Teoria Geral dos Sistemas, na Ciência da Cibernética, e mais recentemente, na Teoria das Catástrofes e na Termodinâmica do Não Equilíbrio. Este novo paradigma é chamado de evolucionista por Laszlo (1994), por possuir, segundo o autor, um conjunto fundamental de conceitos que define o paradigma interdisciplinar da evolução dos sistemas. Tal paradigma, pode ser considerado como um aperfeiçoamento dos paradigmas anteriores, pois possui a capacidade de explicar mais coisas com menos elementos. As suas hipóteses fundamentais não se modificam quando passamos do nível de análise micro para o macro, ou seja, da física para a biologia e desta para a social, e desta forma, começa a manifestar-se em todas as disciplinas. A sua aplicação à área do comportamento motor pode ser amplamente visualizada na abordagem dos sistemas dinâmicos, como podemos observar nos trabalhos de Kelso (1995) e Thelen & Smith (1994), entre outros.

Este novo paradigma se diferencia do anterior em vários aspectos (Laszlo, 1994). O paradigma antigo, considerado clássico, possui um olhar determinista sobre a evolução, ou seja, orientado para o equilíbrio. Apenas os fatores ordem, estabilidade, controle e previsibilidade são dignos de atenção e estudo. O paradigma atual, ao contrário, considera primordialmente os fatores acaso, desordem, incerteza, instabilidade. No paradigma antigo, as leis possuem caráter determinista, ou seja, determinam os acontecimentos e a evolução. No novo paradigma, as leis não têm esse caráter, ao contrário, colocam um conjunto de possibilidades onde a evolução pode acontecer. No antigo, o determinismo leva ao conceito de trajetória única. No novo, existem as chamadas propriedades de divergência, ou seja, a partir das mesmas condições iniciais, diferentes seqüências de acontecimentos podem aparecer, nas possibilidades definidas pelas leis. Neste caso, as leis se comportam como regras de um jogo, que podem ser exploradas segundo o talento e as capacidades de cada jogador.

O conhecimento de resultados é considerado, no paradigma antigo, como um tipo de feedback negativo. O feedback negativo tem sido enfatizado nas teorias de aprendizagem de habilidades motoras como a teoria de circuito fechado de Adams (1971) e a teoria de esquema de Schmidt (1975). Nestas teorias o interesse está em saber como o desempenho torna-se estável, sem preocupação na forma como a estrutura, uma vez estável, se adapta e se reorganiza em novas estruturas (Choshi and Tani, 1983, citado por Manoel & Connolly, 1997).

No novo paradigma, além do feedback negativo, é considerada a importância do feedback positivo (Maruyama, 1963), o qual age mutuamente entre os elementos ou componentes de um sistema, num processo chamado de amplificador do desvio. Diferente do feedback negativo, chamado pelo autor de neutralizador do desvio (termo bastante utilizado pela cibernética, preocupada com sistemas autoregulatórios e equilibrados, onde qualquer desvio é neutralizado para manter o sistema em determinado estado), o feedback positivo é gerador de variedade no sistema, de aumento de estrutura e de complexidade. No processo

gerado pelo feedback positivo perturbações causadas em condições similares iniciais podem resultar em produtos dissimilares. Segundo o autor, através da interação de três fatores: instabilidade ou perturbação, feedback positivo (capacidades de auto-organização do sistema) e feedback negativo, o sistema é capaz de reagir procurando por todas as possibilidades, amplificando “idéias”, elaborando mais, criando mais, se auto-organizando. O feedback positivo atua quando o sistema procura por novos estados após uma perturbação. Isto leva a uma desestabilização do sistema, mas quando combinado com feedback negativo, novos padrões podem emergir. A flexibilidade e a eficiência de um sistema dependem da incorporação da instabilidade, na forma de aleatoriedade, ruído, incerteza ou variabilidade, do feedback positivo e do feedback negativo. Um sistema deste tipo pode procurar por todas as possibilidades, pode tentar amplificar certas idéias em várias direções, pode se posicionar diante de uma certa idéia e fazê-la interagir com outras idéias para uma síntese, passando, desta forma, a níveis mais altos de organização. É um sistema aberto, capaz de elaborar e criar, como podemos verificar na criatividade da mente humana.

Também para Atlan (1974, 1992), os sistemas abertos utilizam a desordem (ruído, incerteza, variabilidade) para aumentarem em complexidade. Para o autor, o sistema auto-organizativo é um sistema redundante o bastante e com confiabilidade suficiente para sustentar a diminuição da redundância ou desorganização, causada pelo ruído ou incerteza, sem cessar a sua capacidade funcional e dessa forma aumentar em complexidade.

A auto-organização é considerada uma propriedade natural dos sistemas abertos. Tais sistemas não podem evitar a complexidade, pois ela emerge espontaneamente através da interação local de seus componentes (Lewin, 1994). Tais interações, num sistema dinâmico, podem fazer surgir uma ordem global, com todo um conjunto de propriedades que não poderia ser prevista através do que se sabe das partes componentes. Esta nova ordem, que surge e se estabiliza começa a influenciar o comportamento dos elementos que a produziram. É uma propriedade emergente e tal propriedade se apresenta em todos os sistemas complexos, do nível micro ao macro (social). Ainda, os sistemas abertos complexos são considerados como adaptativos, isto é, são capazes de codificar informações do meio ambiente, interagindo com este, aprendendo com a experiência e, como resultado, adaptando-se.

A aprendizagem de habilidades motoras envolve a aquisição de um programa de ação, também chamado de programa motor generalizado e é governada por propriedades básicas dos sistemas abertos, ou seja, realizam trocas com o ambiente (de informação e energia), mudam com o tempo (são time-dependent), estão longe do equilíbrio (a entropia e/ou ordem podem aumentar ou diminuir), são marcadas por flutuações em seus componentes (a estabilidade é relativa; comportamento randômico, ruído, variação e inconsistência são traços que podem estar relacionados ao aumento de flutuações, levando a novos níveis de organização), realizam trocas espontâneas em direção a estados mais complexos de organização, são capazes de utilizar o feedback positivo (capacidade de procurar por novos estados após terem sido perturbado; somado ao feedback negativo e a perturbações do meio é capaz de levar o sistema a maior complexidade) e, finalmente, a propriedade da não-linearidade, ao considerar-se que o todo é mais do que a soma das partes (Manoel & Connolly, 1997).

Nesta nova visão o PMG, ou programa de ação, é considerado como uma estrutura a ser formada através da interação entre elementos (nível micro), a princípio desorganizados e desconectados, que acabam por formar (emergência) uma ordem (nível macro) mais complexa, que acaba por controlar os elementos que interagiram. Tal estrutura uma vez formada, possui como características a capacidade de controle eficiente dos graus de liberdade, assim como a equivalência e constância motora (Glencross, 1980).

Vários processos ocorrem durante a formação da estrutura (Tani, 1995). No início, os elementos encontram-se desordenados, ou seja, apresentam inconsistência a nível macro e micro. Com a prática começa a haver interações entre os elementos e o feedback negativo. Uma macro-estrutura começa a ser formada (emergência). Interações entre macro e micro estrutura (top-down e down-top) são realizadas. Gradativamente a entropia começa a diminuir e o sistema começa a adquirir estabilidade. Este processo acontece até que a macro-estrutura esteja formada, organizada, com características de seqüência, timing e forças relativas invariantes. O sistema, no final, adquire estabilidade, mas está pronto para tornar-se novamente instável, para adquirir novas habilidades mais complexas. A macro estrutura estabeleceu restrições sobre a micro estrutura, assim, um aumento de consistência na primeira reduz os graus de liberdade na segunda. Muita consistência, ou seja, muita rigidez

(redução excessiva dos graus de liberdade) pode levar à perda de flexibilidade no programa de ação e conseqüentemente à redução da capacidade de adaptação à demanda ambiental.

Tal estrutura, com características de macro-ordem e micro-desordem possuem propriedades que não podem ser previstas a partir da observação dos elementos que a constituíram (não linearidade). Por exemplo, traços desconectados acabam virando letras ou uma seqüência com ordem temporal e espaciais próprios. Os elementos do basquetebol como drible, corrida, salto e arremesso da bola acabam transformados em uma ação motora única, com características espaciais e temporais definidas, chamada bandeja.

Assim, com este novo paradigma como pano de fundo, o CR pode ser considerado como uma fonte geradora de ordem ou informação no sistema. A redução da freqüência de CR seria um fator gerador de desordem ou incerteza e a incerteza é necessária como forma de provocar instabilidades no sistema, capaz de fazer o sistema procurar por novos estados (Atlan, 1974), fazendo uso do feedback positivo e negativo (Maruyama, 1963) em busca de estados mais altos de organização, ou seja, contribuindo para o aumento em complexidade no sistema representada por uma maior aprendizagem. O processo de aprendizagem de uma tarefa motora pode ser considerado como um processo de busca de um novo estado, um processo de troca de estados ordenados já existentes para um estado diferente, com maior nível de organização ou complexidade, através da prática ou da experiência. Quando fornecemos CR (feedback negativo) muito freqüente durante a aprendizagem, como em todas as tentativas da fase de aquisição por exemplo, facilitamos, momentaneamente para os sujeitos, o alcance mais rápido dos novos estados procurados. Entretanto, podemos não estar fornecendo espaço e incerteza (instabilidade) suficientes para que o sujeito utilize de forma mais ativa o feedback positivo, ou seja, diminuimos a interação entre os três fatores citados por Maruyama como responsáveis pela auto-organização do sistema. O resultado pode ser uma aprendizagem mais pobre.

Diversas dúvidas surgem nesta nova forma de observar o fenômeno. A incerteza gerada pela redução da quantidade de informação de feedback fornecida é benéfica à estabilização e adaptação de novas estruturas de movimento? Neste caso seria interessante verificar quando, durante o processo de aprendizagem, seria o melhor momento de introduzir a incerteza. Também importante seria considerar a quantidade de incerteza mais eficiente, que talvez possa depender da complexidade da tarefa para determinado sistema ou da fase de aprendizagem em que se encontra. Por exemplo, com relação à fase de aprendizagem, podemos supor que, se a quantidade de prática, em relação ao número de tentativas necessárias à estabilização, for suficiente, a incerteza provocada pela freqüência reduzida poderá ser utilizada pelo sistema para aumentar em complexidade. Por outro lado, se a prática for insuficiente, o sistema não só poderá não conseguir se beneficiar da incerteza, como poderá ter dificuldades em formar a nova estrutura e a aprendizagem poderá ser prejudicada.

Portanto, a questão a ser colocada, nesta nova visão, é como a freqüência reduzida de CR afeta a formação da nova estrutura e qual a melhor forma de utilizá-la a fim de otimizar o processo de aprendizagem. A realização de estudos experimentais tendo este novo "background" como base, poderia abrir uma nova janela para um melhor conhecimento das variáveis até agora estudados. O desafio está na constituição de delineamentos experimentais adequados, que possam lidar de forma eficaz com a variável feedback extrínseco dentro deste novo contexto.

CONCLUSÃO

A revisão realizada, abordando as linhas principais de pesquisa sobre freqüência de CR, assim como as hipóteses explicativas dos seus efeitos sobre a aprendizagem motora, sugere que, apesar de já possuírmos algumas certezas em relação à esta variável, a generalização de seus efeitos ainda está longe de ser considerada concreta. Sabemos que, na aprendizagem de habilidades motoras simples, a freqüência reduzida de CR possui efeito positivo ou ausência de efeitos negativos quando comparada com freqüências maiores, exceção feita à aprendizagem de parâmetros do programa motor. Também já possuímos algumas hipóteses explicativas para o fenômeno, apesar dos processos e mecanismos que as fundamentam não estarem ainda completamente esclarecidos. Diferentes hipóteses, tendo como pano de fundo o novo paradigma das ciências da complexidade, começam a ser especuladas. O que podemos observar, no entanto, é que os estudos realizados até o momento na área exploram uma parcela ainda muito pequena da ampla variedade de fatores que podem

afetar o processo de aprendizagem de habilidades motoras. Diversas dúvidas ainda precisam ser esclarecidas antes que maiores conclusões sejam formuladas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J. A. (1971) A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-149.
- Atlan, H. (1974). On a formal definition of organisation. *Journal of Theoretical Biology*, 45, 295-304.
- Atlan, H. (1992). *Entre o cristal e a fumaça: Ensaio sobre a organização do ser vivo*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Baird, I. S., & Hughes, G. H. (1972). Effects of frequency and specificity of information feedback on acquisition and extinction of a positioning task. *Perceptual and Motor Skills*, 34, 567-572.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28, 2, 117-148.
- Bilodeau, E. A., & Bilodeau, I. M. (1958). 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., & Schumsky, D. A. (1959). Some effects of introducing and withdrawing knowledge of results early and late in practice. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 142-144.
- Buekers, M. J., Magill, R. A., & Hall, K. G. (1992). The effect of erroneous knowledge of results on skill acquisition when augmented information is redundant. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 105-117.
- Buekers, M. J., Magill, R. A., & Sneyers, K. M. (1994). Resolving a conflict between sensory feedback and knowledge of results, while learning a motor skill. *Journal of Motor Behavior*, 26, 27-35.
- Butler, M. S., Reeve, T. G., & Fischman, M. G. (1996). Effects of the instructional set in the bandwidth feedback paradigm on motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67, 355-359.
- Castro, I. J. (1988). *Efeitos da Frequência relativa do feedback extrínseco na aprendizagem de uma habilidade motora discreta simples*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Chiviawsky, S. (1994). Frequência absoluta e relativa do conhecimento de resultados na aprendizagem de uma habilidade motora em crianças. *Revista Kinesis*, 14, 39-56.
- Chiviawsky, S. (2000). Efeitos da frequência do conhecimento de resultados controlada pelo experimentador e auto-controlada pelos sujeitos na aprendizagem de tarefas motoras com diferentes complexidades. *Tese de Doutorado*. Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.
- Chiviawsky, S., & Godinho, M. (2001). Effects of the frequency of knowledge of results in the learning of motor tasks with different complexities. Abstracts of the NASPSPA Conference, St. Louis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 23, Supplement, S60.
- Chiviawsky, S., & Schild, J. F. (1995). Efeito da interferência contextual na aprendizagem de três habilidades motoras do atletismo. *Atas do IX Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte*, Vitória, ES.

- 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, 1, 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, 1, 15-26.
- Chiviawsky, S., & Tani, G. (2000). Self-controlled frequencies of knowledge of results: Effects of different schedules and task complexity. *Proceedings of the 5th Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS)* (p. 206), Jyväskylä, Finland.
- Chiviawsky, S. & Wulf, G. (em impressão). Self-controlled feedback: Does it enhance learning because performers get feedback when they need it? *Research Quarterly for Exercise and Sport*.
- Chiviawsky, S.; Godinho, M.; Ferreira, C. (1999). Effects of self-monitored frequencies of knowledge of results on the learning of a simple and a complex motor skill. *de l'Association des Cheurhers en Activités Physiques et Sportives (ACAPS)* (pp. 306-307), Macolin, Switzerland.
- Chiviawsky, S., Godinho, M., & Mendes, R. (1997). Scheduling reduced frequency of knowledge of results. *Actes VIIème Congrès International des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives*, Marseille.
- Dunham, P., & Mueller, R. (1993). Effect of fading knowledge of results on acquisition, retention, and transfer of a simple motor task. *Perceptual and Motor Skill*, 77, 1187-1192.
- Gable, C. D., Shea, C. H., & Wright, D. L. (1991). Summary knowledge of results. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 285-292.
- Gabrielle, T. E., Hall, C. R., & Buckolz, E. E. (1987). Practice schedule effects on the acquisition and retention of a motor skill. *Human Movement Science*, 6, 1-16.
- Glencross, D. J. (1980). Levels and strategies of response organization. In G. E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North Holland.
- Godinho, M. (1992). 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 transfer de aprendizagem. *Tese de Doutorado*. Faculdade de Motricidade Humana. Lisboa.
- Goode S., & Magill, R. A. (1986). Contextual interference effects in learning three badminton serves. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57, 308-314.
- Goodwin, J. E., & Meeuwesen, H. J. (1995). Using bandwidth knowledge of results to alter relative frequencies during motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66, 99-104.
- Graydon, J., Paine, L., Ellis, C., & Threadgold, R. (1997). Comparison of bandwidth knowledge of results and the relative frequency effect in learning a discrete motor skill. *Journal of Human Movement Studies*, 32, 15-28.
- Guay, M., Salmoni, A., & Lajoie, Y. (1997). Summary knowledge of results and task processing load. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 167-171.
- Guay, M., Salmoni, A., & Lajoie, Y. (1999). The effects of different knowledge of results spacing and summarizing techniques on the acquisition of a ballistic movement. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 70, 24-32.
- Guay, M., Salmoni, A., & McIlwain, J. (1992). Summary knowledge of results for skill acquisition: Beyond Lavery and Schmidt. *Human Movement Science*, 11, 653-673.
- Hardy, L., & Nelson, D. (1988). Self-regulation training in sport and work. *Ergonomics*, 31, 1573-1583.
- Henry, F. M. (1968). Specificity vs. generality in learning motor skill. In R. C. Brown & G. S Kenyon (Eds.), *Classical Studies on Physical Activity*, New Jersey: Prentice-Hall.

- Ho, L., & Shea, J. B. (1978). Effects of relative frequency of knowledge of results on retention of a motor skill. *Perceptual and Motor Skill*, *46*, 859-866.
- Janelle, C. M., Barba, D. A., Frehlich, S. G., Tennant, L. K., & Cauraugh, H. (1997). Maximizing performance feedback effectiveness through videotape replay and a self-controlled learning environment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *68*, 269-279.
- Janelle, C. M., Kim, J., & Singer, R. N. (1995). Subject-controlled performance feedback and learning of a closed motor skill. *Perceptual and Motor Skills*, *81*, 627-634.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic Patterns: The self-organization of brain and behavior*. London: MIT Press.
- Kohl, R., & Guadagnoli, M. A. (1996). The scheduling of knowledge of results. *Journal of Motor Behavior*, *28*, 233-240.
- Lai, Q., & Shea, C. H. (1999). The role of reduced frequency of knowledge of results during constant practice. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *70*, 33-40.
- Laszlo, E. (1994). *Evolução: A grande síntese*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Lavery, J. J. (1962). Retention of a simple motor skill as a function of type of knowledge of results. *Canadian Journal of Psychology*, *16*, 300-311.
- Lavery, J. J., & Suddon, F. H. (1962). Retention of simple motor skills as a function of the number of trials by which KR is delayed. *Perceptual and Motor Skills*, *15*, 231-237.
- Lee, T. D., & Magill, R. A. (1983). The locus of the contextual interference in motor-skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *9*, 730-746.
- Lee, T. D., & Magill, R. A. (1985). Can forgetting facilitate skill acquisition? In D. Goodman, R. B. Wilberg & I. M. Franks (Eds.), *Differing Perspectives in motor learning, memory and control* (pp. 3-22). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Lee, T. D., & Maraj, B. K. (1994). Effects of bandwidth goals and bandwidth knowledge of results on motor learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *65*, 244-249.
- Lewin, R. (1994). *Complexidade: A vida no limite do caos*. Rio de Janeiro: Rocco.
- Locatelli, L., Neves, C., & Chiviawowsky, S. (2002). Frequência auto-controlada de conhecimento de resultados: Efeitos na aprendizagem de uma habilidade motora seqüencial em crianças. *III Seminário de Comportamento Motor*. Gramado, RS.
- Magill, R. A. (1989). *Motor learning: Concepts and applications* (3^a. ed.). Iowa: Wm. C. Brown.
- Manoel, E. J., & Connolly, K. J. (1997). Variability and stability in the development of skilled actions. In K. J. Connolly & H. Forssberg (Eds.), *Neurophysiology and neuropsychology of motor development* (pp. 286-318). London: Mac Keith Press.
- Maruyama, M. (1963). The second cybernetics: Deviation-amplifying mutual causal processes. *American Scientist*, *51*, 164-179.
- Mendes, R., & Godinho, M. (1993). Effects of knowledge of results precision on acquisition, retention and transfer in two different tasks: Linear positioning and isometric force. In: S. Serpa, J. Alves, V. Ferreira & A. Paula-Brito (Eds.), *Actas do VIII Congresso Mundial de Psicologia do Desporto* (pp. 689-692). Lisboa.
- Mendes, R., Godinho, M., & Chiviawowsky, S. (1997). Effects of erroneous knowledge of results on learning an anticipation timing task. *Actes du VIIème Congrès International des Cheurcheus en Activités Physiques et Sportives*, Marseille.
- Mendes, R., Godinho, M., Buekers, M., & Chiviawowsky, S. (1998). Effects of amplifying knowledge of results on learning an anticipation timing task. *Proceedings of the 2nd International Congress on Sport Psychology* (pp. 29-31). Trikala - Greece.

- Neves, C., Locatelli, L., Oliveira, C. & Chiviawsky, S. (2002). Aprendizagem motora em crianças: Efeitos da frequência auto-controlada de conhecimento de resultados. *III Seminário de Comportamento Motor*. Gramado, RS.
- Newell, K. M., & Corcos, D. M. (1993). Issues in variability and motor control. In K. M. Newell & D. M. Corcos (Eds.), *Variability and motor control* (pp. 1-12). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Reeve, T. G., Dornier, L. A., & Weeks, D. J. (1990). Precision of knowledge of results: Consideration of the accuracy requirements imposed by the task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61, 284-290.
- Salmoni, A., 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. (1988). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (2^a. ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. (1991). Frequent augmented feedback can degrade learning: Evidence and interpretations. In J. Requin & G. E. Stelmach (Eds.), *Tutorials in motor neuroscience* (pp. 59-75). Netherlands: Kluwer Academic.
- Schmidt, R. A., Lange, C., & Young, D. E. (1990). Optimizing summary knowledge of results for skill learning. *Human Movement Science*, 9, 325-348.
- Schmidt, R. A., Young, D. E., Swinnen, S., & Shapiro, D. C. (1989). Summary knowledge of results for skill acquisition: Support for the guidance hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 352-359.
- Sekiya, H., Magill, R. A., Sidaway, B., & Anderson, D. I. (1994). The contextual interference effect for skill variations from the same and different generalized motor programs. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 330-338.
- Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 179-187.
- Sherwood, D. E. (1988). Effect of bandwidth knowledge of results on movement consistency. *Perceptual and Motor Skills*, 66, 535-542.
- Sidaway, B., Fairweather, M., Powell, J., & Hall, G. (1992). The acquisition and retention of a timing task: Effects of summary KR and movement time. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63, 328-334.
- Sidaway, B., Moore, B., & Schoenfelder-Zohdi, B. (1991). Summary and frequency of KR presentation effects on retention of a motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 27-32.
- Smith, P. J., Taylor, S. J., & Withers, K. (1997). Applying bandwidth feedback scheduling to a golf shot. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 215-221, 1997.
- Sparrow, W. A., & Summers, J. J. (1992). Performance on trials without knowledge of results (KR) in reduced relative frequency presentations of KR. *Journal of Motor Behavior*, 24, 197-209.
- 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, IL: Human Kinetics.
- Tani, G. (1995). *Hierarchical organization of an action programme and the development of skilled actions*. Unpublished Technical Report. Sheffield: University of Sheffield, Department of Psychology.
- Taylor, A., & Noble, C. E. (1962). Acquisition and extinction phenomena in human trial-and-error learning under different schedules of reinforcing feedback. *Perceptual and Motor Skills*, 15, 31-44.

- Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge: MIT Press.
- Titzer, R., Shea, J. B., & Romack, J. (1993). The effect of learner control on the acquisition and retention of a motor task. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 15 (Supplement), S84.
- Ugrinowitsch, H., & Manoel, E. J. (1996). Interferência contextual: Manipulação de aspecto invariável e variável. *Revista Paulista de Educação Física*, 10, 1, 48-58.
- Weeks, D. J., Zelaznik, H., & Beyak, B. (1993). An empirical note on reduced frequency of knowledge of results. *Journal of Human Movement Studies*, 25, 193-201.
- Weeks, D. L., & Sherwood, D. E. (1994). A comparison of knowledge of results scheduling methods for promoting motor skill acquisition and retention. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 136-142.
- 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.
- Winstein, C. J., Pohl, P. S., & Lewthwaite, R. (1994). Effects of physical guidance and knowledge of results on motor learning: Support for the guidance hypothesis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 316-323.
- Wright, D. L., Snowdown, S., & Willoughby, D. (1990). Summary KR: How much information is used from the summary? *Journal of Human Movement Studies*, 19, 119-128.
- 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 on KR relative frequency and contextual interference. *Journal of Human Movement Studies*, 23, 53-76.
- Wulf, G., & Schmidt, R. A. (1989). The learning of generalized motor programs: Reducing the relative frequency of knowledge of results enhances memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 748-757.
- Wulf, G., & Schmidt, R. A. (1994). Feedback-induced variability and the learning of generalized motor programs. *Journal of Motor Behavior*, 26, 348-361.
- Wulf, G., & Toole, T. (1999). Physical assistance devices in complex motor skill learning: Benefits of a self-controlled practice schedule. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 265-272.
- 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., Schmidt, R. A., & Deubel, H. (1993). Reduced feedback frequency enhances generalized motor programs learning but not parameterization learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 1134-1150.
- Wulf, G., Shea, C., & Matschiner, S. (1998). Frequent feedback enhances complex motor skill learning. *Journal of Motor Behavior*, 30, 180-192.
- Wulf, G., Shea, J. B., & Rice, M. (1995). Type of KR and KR frequency effects on motor learning. *Journal of Human Movement Studies*, 30, 1-18.
- Yao, W., Fischman, M. G., & Wang, Y. T. (1994). Motor skill acquisition and retention as a function of average feedback, summary feedback, and performance variability. *Journal of Motor Behavior*, 26, 273-282.
- Young, D. E., & Schmidt, R. A. (1992). Augmented kinematic feedback for motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 24, 261-273.

Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81, 329-339.