

O efeito da interferência contextual na aprendizagem motora: contribuições científicas após três décadas da publicação do primeiro artigo

The contextual interference effect in motor learning: scientific contributions after three decades of the first paper publication

LAGE GM, FIALHO JV, ALBUQUERQUE MR, BENDA RN, UGRINOWITSCH H. O efeito da interferência contextual na aprendizagem motora: contribuições científicas após três décadas da publicação do primeiro artigo. **R. bras. Ci. e Mov.** 2011;19(2):107-119.

RESUMO: As pesquisas sobre o Efeito da Interferência Contextual foram impulsionadas pelo artigo seminal de Shea e Morgan (1979). Desde então, a temática tem recebido considerável atenção de pesquisadores em diversas áreas. O objetivo desse trabalho é apresentar os principais achados dos últimos trinta anos de pesquisa sobre o tema. Um dos resultados mais consistentes em estudos realizados com tarefas de laboratório é o efeito positivo da prática com alta interferência contextual na aprendizagem da dimensão absoluta da habilidade motora. Recentemente, estudos têm mostrado que a inserção da prática com alta interferência contextual após a prática inicial de forma constante otimizará, respectivamente, a aprendizagem das dimensões absolutas e relativas da habilidade motora. Contudo, após trinta anos da publicação do primeiro estudo sobre o Efeito da Interferência Contextual, ainda é cedo para assumir que esses resultados encontrados em laboratório possam ser diretamente aplicados em situações reais de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Educação física e treinamento; Aprendizagem; Prática (psicologia); Atividade motora; Desempenho psicomotor.

ABSTRACT: Researches on the Contextual Interference Effects were propelled by the seminal article of Shea e Morgan (1979). Ever since, this topic has received considerable attention from researchers in different areas. The aim of this paper was to present the main findings of thirty years of research on this topic. One of the most robust findings in studies that used lab tasks is the positive effect observed on the learning of the absolute dimension of the motor skill promoted by the practice with high contextual interference. Recently, results of studies have shown that the insertion of practice with high contextual interference after an initial practice under constant schedule would be optimal for the acquisition of both the absolute and relative dimensions of the motor skill, respectively. Nonetheless, after thirty years of the first study on the Contextual Interference Effect is yet too early to assume that these findings can be directly applied in real teaching-learning situations.

Key Words: Physical education and training; Learning; Practice (psychology); Motor activity; Psychomotor performance.

Guilherme M. Lage¹
João V. Fialho²
Maicon R. Albuquerque³
Rodolfo N. Benda⁴
Herbert Ugrinowitsch⁴

¹Universidade FUMEC

²University of Warwick

³Instituto Superior de Educação
Anísio Teixeira

⁴Universidade Federal de Minas
Gerais

Enviado em: 19/08/2010

Aceito em: 11/11/2011

Contato: Guilherme Menezes Lage - menezeslage@gmail.com

Introdução

Ao longo da vida o ser humano passa por diversas mudanças em seu comportamento nos mais diversos domínios, tais como, o cognitivo, o afetivo e o motor. Tais mudanças decorrem das interações entre a aquisição de novos conhecimentos e habilidades em cada domínio, que acabam resultando em um aumento de eficiência relativamente duradoura. No domínio motor, a Aprendizagem Motora, é o campo de investigação que mais fornece subsídio teórico sobre esse processo, investigando os problemas relacionados à aquisição de habilidades motoras e os fatores que a influenciam. Dentre esses fatores, a estruturação da prática é um dos tópicos que tem obtido maior destaque nas últimas décadas.

Uma temática de grande evidência no campo de investigação sobre a estruturação da prática é a do efeito da interferência contextual. De modo geral, os estudos realizados sobre este tema buscam verificar qual é a melhor forma de se estruturar a prática variada, que é caracterizada pela prática de duas ou mais variações de uma mesma habilidade, ou pela prática de duas ou mais habilidades, em uma mesma sessão de prática. As pesquisas sobre o efeito da interferência contextual foram propulsionadas pelo o artigo seminal de John B. Shea e Robyn L. Morgan, publicado no final da década de 1970, mais precisamente no ano de 1979. Esse artigo foi publicado no periódico *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* [Jornal de Psicologia Experimental: Aprendizagem e Memória Humana] com o seguinte título: “*Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfer of a motor skill* [Efeitos da interferência contextual na aquisição, retenção e transferência de uma habilidade motora]”. O impacto desse trabalho no estudo sobre a estruturação da prática foi tão marcante que, uma busca nas bases de dados da ISI Web of Knowledge mostrou que o artigo foi citado 316 vezes ao longo desses 30 e poucos anos, sendo observadas 57 citações somente do ano de 2009 até o presente momento.

Outro dado interessante é que o artigo é citado em temas que extrapolam os limites característicos da

investigação sobre a estruturação da prática. É observado na literatura citações em pesquisas sobre o treinamento cirúrgico^{1,2}, robótica³⁻⁵, música^{6,7}, tratamento de distúrbios da fala^{8,9}, reabilitação de acidente vascular cerebral^{10,11}, desenvolvimento de programas de prevenção no trabalho¹², entre outros. Como um exemplo final da abrangência do artigo de Shea e Morgan¹³, esse trabalho foi citado em relatórios de pesquisa sobre simulação de vôo¹⁴, pesquisa patrocinada pela Agência Espacial Norte-Americana (NASA).

Mas quais seriam as razões para todo esse “sucesso” do tema interferência contextual? É possível destacar dois aspectos principais: (1) esse tema tem grande apelo pedagógico, no sentido de aplicação desse conhecimento no ensino de habilidades motoras; (2) através do estudo da interferência contextual, busca-se um melhor entendimento de como o nível de demanda cognitiva, principalmente no que se refere aos mecanismos de memória, está relacionado à aprendizagem. Dessa forma, o nosso objetivo nessa presente revisão é o de refletir sobre o papel do efeito da interferência contextual na aquisição de habilidades motoras, apresentando de uma forma dinâmica e sumária, quais foram os principais resultados encontrados nos últimos trinta anos de pesquisa sobre um tema, que tem tanto prestígio na área de Aprendizagem Motora.

Desenvolvimento

Estruturação da Prática e o Efeito da Interferência Contextual

A estruturação da prática é um dos tópicos de estudo da Aprendizagem Motora, principalmente no que se refere à ordem de desempenho das habilidades praticadas. Tradicionalmente, os estudos sobre esta temática têm sido realizados com base em duas principais linhas de investigação: a variabilidade de prática^{15,16} e o efeito da interferência contextual^{13,17}. Para discutirmos a variabilidade de prática é importante descrevermos inicialmente o referencial teórico na qual essa linha se apóia. A Teoria de Esquema¹⁶ é uma teoria sobre o controle e a aprendizagem de habilidades motoras, a qual

propõe a generalização da habilidade motora através do Programa Motor Generalizado e da postulação dos Esquemas de Reconhecimento e de Lembrança. O Programa Motor Generalizado (PMG) é um programa motor que define um padrão de movimento (ex. o arremesso independente da posição) em vez de um movimento específico (ex. um arremesso específico, em uma única posição). Essa flexibilidade no comportamento permite que os executantes adaptem o PMG para produzir variações no padrão afim de que atendam as novas demandas ambientais. No PMG estão representados os aspectos que se mantêm relativamente invariantes (que dão identidade àquele padrão de movimento) durante as tentativas de desempenho da habilidade, tais como o sequenciamento dos movimentos, o tempo relativo e a força relativa.

Já o conceito de esquema traz a ideia de que as relações abstratas geradas pelas experiências passadas em situações similares capacitam os indivíduos a formarem uma regra sobre como lidar em situações similares futuras¹⁶. A cada movimento realizado, quatro tipos de informações são abstraídas e relacionadas: as condições iniciais, as especificações da resposta, as consequências sensoriais e o resultado da resposta como a informação detalhando o efeito final do movimento. A combinação das informações abstraídas forma a base para o conceito de esquema. Um número reduzido de regras, ou seja, esquemas, podem produzir inúmeros movimentos, dos quais nunca antes executados. Especificamente, o Esquema de Lembrança, responsável pela produção do movimento, armazena a relação das informações das condições iniciais, das especificações da resposta e do resultado da resposta, enquanto que o Esquema de Reconhecimento, responsável pela detecção de erros, armazena a relação das informações das condições iniciais, das consequências sensoriais e do resultado da resposta. Os esquemas são responsáveis pelos aspectos variantes do movimento, tais como a força total, o tempo total e a amplitude de movimento.

Conforme a Teoria de Esquema¹⁶, os esquemas são fortalecidos pela relação entre as informações armazenadas, ou seja, os esquemas não se tornam mais

fortes pelo armazenamento de cada informação per si, mas sim pela consequência de uma informação em relação à outra¹⁸. Dessa maneira, quanto mais variada fosse a experiência em tarefas motoras dentro de uma mesma classe de movimentos, mais fortalecidos ficariam os esquemas. Assim, essa teoria indicou uma nova maneira de estruturação de prática no sentido de que a aprendizagem seria superior quando a prática era variada em contraposição a prática constante, a qual era “sugerida” pelas teorias vigentes do momento [Teoria de Circuito Aberto¹⁹ e Teoria de Circuito Fechado²⁰]. A partir desse pressuposto, Moxley¹⁵ propôs a Hipótese de Variabilidade de Prática, segundo a qual a aprendizagem motora seria mais eficaz se o indivíduo praticasse a habilidade a ser adquirida variando os parâmetros a serem adicionados ao PMG, respectivo a essa habilidade. A comparação dessas duas formas de prática veio a ser a principal forma de se testar a Teoria de Esquema, mas os resultados encontrados nessas pesquisas não permitem tomar uma posição mais clara em relação ao efeito da prática variada²¹. Porém, esses estudos ganharam, mais tarde, uma nova perspectiva com os pressupostos do fenômeno da Interferência Contextual.

Os estudos sobre o Efeito da Interferência Contextual (EIC) originaram-se nas pesquisas dos processos de aprendizagem verbal com Willian Battig, no ano de 1966, que constatou o efeito benéfico na retenção e transferência da aprendizagem de palavras, com base em uma desordem sistemática na fase de aquisição da aprendizagem. Para Battig¹⁷, a expressão deve ser entendida como um aspecto particular da organização da aprendizagem, ocorrendo pela manipulação da sequência de tentativas durante o processo de aquisição. Para Magill e Hall²², interferência contextual é o grau de interferência na aprendizagem quando duas ou mais habilidades são praticadas juntas, ou seja, ao se praticar várias habilidades juntas, a prática de uma habilidade interfere na prática da outra e vice-versa.

Das diversas maneiras de se organizar a prática variada, duas têm se destacado nos últimos estudos sobre interferência contextual: a prática aleatória ou prática randômica, e a prática em blocos, talvez por serem os dois

extremos da forma de estruturar a prática variada. A prática em blocos, como o próprio nome diz, consiste na prática de blocos de tentativas de cada uma das habilidades a serem aprendidas, ou seja, todas as tentativas de uma habilidade são praticadas antes de se iniciar a prática da outra habilidade (e.g. AAAABBBBCCCC, sendo A, B e C habilidades hipotéticas). A prática aleatória, por sua vez, consiste no desempenho das habilidades sem uma ordem aparente ao praticante, havendo, portanto, uma constante mudança em relação a qual habilidade é praticada na sequência (e.g. ABCBCACBABACACB).

Na literatura, frequentemente a prática aleatória e a prática por blocos são referidas como práticas com alta e baixa interferência contextual, respectivamente. Essa nomenclatura se deve ao nível de interferência gerada no desempenho de uma habilidade em relação à habilidade subsequente. A prática em blocos apresenta baixa interferência, pois a interferência contextual só ocorre nas mudanças de um bloco de tentativas para outro. Por outro lado, a prática aleatória é considerada de alta interferência contextual porque há alteração das habilidades durante toda a sessão de prática, já que após cada tentativa o praticante tem que executar outra habilidade. Neste caso, vale ressaltar que o alto nível de interferência contextual é gerado pela natureza não repetitiva da prática²³, característica essa encontrada não somente na prática aleatória, mas também na prática variada seriada (e.g. ABCABCABCABCABC). Dessa forma, a natureza do processamento cognitivo envolvida nas estruturas de prática aleatória e seriada é considerada similar, ou seja, ambas apresentam um alto nível de interferência contextual e apresentam efeitos similares em termos de aprendizagem. Por isso é muito comum encontrar estudos sobre o EIC que utilizaram a prática seriada no lugar da prática aleatória²³⁻²⁵. Para um melhor entendimento sobre como a não repetição consecutiva de uma mesma habilidade produz alta interferência contextual, veja mais abaixo as explicações sobre as hipóteses que explicam o EIC.

Shea e Morgan¹³ utilizaram uma tarefa de posicionamento que consistia em derrubar pequenos

blocos de madeira em sequências pré-estabelecidas na maior precisão e velocidade possível. Setenta dois estudantes universitários de ambos os sexos foram divididos em grupos de prática aleatória e em blocos. Foi realizado um pré-teste, seguido da fase de aquisição, com 54 tentativas de prática de três sequências distintas. As mesmas três tarefas praticadas durante a fase de aquisição foram utilizadas no teste de retenção, e duas novas sequências foram utilizadas no teste de transferência, uma no mesmo nível de complexidade e outra em nível mais alto de complexidade do que a utilizada na fase de aquisição. Os resultados mostraram que o grupo de prática aleatória foi superior ao grupo em blocos nos testes de retenção e transferência, confirmando os pressupostos da interferência contextual na aprendizagem de habilidades motoras.

Segundo Lee e Simon²⁶, o contexto histórico de discussões sobre a distinção entre desempenho/aprendizagem (para uma revisão veja Salmoni, Schmidt, & Walter²⁷) e sobre os efeitos das variáveis práticas em função das teorias de aprendizagem motora^{16,20}, proporcionaram um momento perfeito para o impacto dos achados de Shea e Morgan¹³. Inúmeros trabalhos foram realizados buscando replicar os resultados encontrados, sendo vários deles responsáveis por levantar questões relacionadas ao próprio tema como, por exemplo, o surgimento de hipóteses explicativas para o fenômeno do EIC.

Efeito da Interferência Contextual: hipóteses explicativas

Na tentativa de explicar o fenômeno da interferência contextual na aprendizagem motora, algumas hipóteses explicativas foram elaboradas, sendo a Hipótese da Elaboração ou do Processamento Distinto^{13,28,29} e a Hipótese da Reconstrução do Plano de Ação ou do Esquecimento^{23,30} as mais referidas na literatura. Segundo Battig²⁸, o benefício da prática aleatória está no aumento dos processos de codificação múltipla e variada. A aleatoriedade com que a prática é apresentada leva a estratégias de processamento mais elaboradas e distintas, criando desta forma uma forte

representação do movimento na memória de longo prazo e menos dependente do contexto no qual a habilidade foi adquirida^{13,28,29}. O processamento múltiplo e variado gerado pela alta interferência contextual leva a dois tipos de representações das habilidades na memória. A primeira caracterizada pela maior distinção, devido às comparações das tarefas que o aprendiz realiza quando estão sendo executadas¹³. E a segunda caracterizada pela maior elaboração devido às diferentes estratégias de codificação induzidas por este tipo de prática²⁹. Assim, ao praticar de forma aleatória ou seriada, todas as habilidades a serem aprendidas permaneceriam ativas na memória de trabalho durante a sessão de prática, possibilitando uma melhor comparação entre elas, promovendo uma aprendizagem mais robusta quando comparada com a prática por blocos.

Um das formas de se testar a hipótese da elaboração/processamento distinto^{13,29} é a manipulação do nível de processamento intra e inter-tarefa durante a prática aleatória e a prática por blocos. Wright³¹ investigou o papel do processamento intra e inter-tarefa utilizando um delineamento que continha somente grupos de prática por blocos. Os resultados mostraram que o grupo com processamento inter-tarefas obteve melhor desempenho no teste de retenção. Baseado no estudo de Wright³¹, Wright, Li e Whitacre³² utilizaram um delineamento semelhante, porém com a inclusão de grupos com prática aleatória. Os resultados replicaram os resultados anteriores de Wright³¹, mostrando que a inclusão de atividade de processamento inter-tarefa foi benéfica para o grupo de prática em blocos na retenção da tarefa a ser aprendida. Além disso, não houve nenhuma diferença significativa entre os grupos de prática aleatória com atividade de processamento intra e inter-tarefa e o grupo de prática aleatória controle. De forma geral, esses e outros estudos^{33,34} também deram suporte à hipótese do processamento distinto e elaborado.

Outra hipótese explicativa foi elaborada por Lee e Magill^{23,30}, partindo do pressuposto de que alta interferência contextual leva a um maior fortalecimento dos processos ativos, devido ao completo ou parcial esquecimento que obriga o aprendiz a reconstruir o plano

de ação a cada nova tentativa de prática. A reconstrução do plano de ação é o processo no qual o indivíduo, ao executar uma determinada habilidade, deve restaurar o programa motor apropriado que representa aquele movimento e adicionar a ele os parâmetros da tarefa imposta. Dessa forma, ao se praticar de forma aleatória, a interferência de uma habilidade sobre a outra a cada tentativa, obrigaria os aprendizes a terem que reconstruir o plano de ação a cada novo desempenho, enquanto que com a prática por blocos isso ocorreria somente na mudança de um bloco de tentativa para o outro. Nesse sentido, a prática aleatória promoveria um alto nível de exigência cognitiva ao longo de toda a prática, exigindo do aprendiz a recorrente utilização de mecanismos relacionada à memória.

Assim como a hipótese da elaboração/processamento distinto^{13,29}, alguns estudos³⁴⁻³⁷ foram conduzidos e seus respectivos resultados deram suporte à hipótese da reconstrução do plano de ação/esquecimento^{23,30}. Mais recentemente, Cross, Schmitt e Grafton³⁸ apresentaram um estudo no qual analisaram os substratos neurais utilizados durante a prática aleatória e em blocos através de imagens funcionais de ressonância magnética (em inglês *functional magnetic resonance imaging* - fMRI), que é uma técnica utilizada para observar quais áreas do cérebro estão sendo ativadas durante cada tentativa experimental. Os resultados indicaram maior atividade das áreas pré-motoras e sensorio-motoras nos aprendizes do grupo de prática aleatória, quando comparado aos aprendizes do grupo de prática em blocos. Essas regiões do cérebro estão associadas com a preparação, o sequenciamento e a seleção da resposta motora, possibilitando assim inferir que os aprendizes se engajavam em processos relacionados à reconstrução do plano de ação.

As hipóteses da elaboração/processamento distinto e a da reconstrução do plano de ação/esquecimento se baseiam nos pontos positivos da prática randômica quando comparada com a prática por blocos. No entanto, hipóteses alternativas, enfatizando o papel negativo da prática em blocos, também foram propostas. O exemplo mais abordado na literatura é o da hipótese da inibição

retroativa proposta por Poto³⁹. Essa hipótese é baseada na inibição retroativa, fenômeno no qual experiências recentes afetam a memória de associações aprendidas no passado, ou seja, a fraca retenção de uma atividade devido à outra atividade interpolada entre a aquisição e a retenção⁴⁰. A hipótese de Poto³⁹ sugere que, na prática por blocos, o desempenho da habilidade do último bloco de tentativas da fase de aquisição tende a interferir de forma negativa na aprendizagem das habilidades praticadas nos blocos anteriores, levando assim a um pior desempenho nos testes de retenção. Em outras palavras, quanto mais distante do teste de retenção uma habilidade for praticada, maior a probabilidade de baixo desempenho nesse teste.

Shea e Titzer³³ realizaram um estudo no qual os aprendizes, ao final da fase de aquisição, foram apresentados com uma tentativa de cada tarefa praticada anteriormente com o intuito de lembrá-los e assim manter ativo na memória de trabalho todas as tarefas antes de se realizarem os testes de retenção. Dessa forma, os efeitos da inibição retroativa no grupo de prática por blocos seriam minimizado e, consequentemente, seu desempenho nos testes de retenção melhorado. Os resultados mostraram que a inibição retroativa do grupo em blocos foi eliminada somente quando a última tentativa da fase de aquisição foi igual à primeira tentativa do teste de retenção. Esses resultados forneceram suporte parcial para hipótese da inibição retroativa como também deram indícios de que essa inibição poderia ser um fenômeno temporário. Outros estudos^{41,42} encontraram resultados semelhantes aos de Shea e Titzer³³, no entanto a hipótese da inibição retroativa recebeu pouca atenção na literatura e necessita de mais estudos.

Também enfatizando os pontos negativos da prática em blocos, Wulf e Schmidt⁴³ propuseram outra hipótese explicativa para o EIC baseando-se nos achados de pesquisas de sobre o fornecimento de *feedback* (para uma revisão veja Salmoni, Schmidt e Walter²⁷). Esses autores sugeriram que a possibilidade do uso imediato de *feedback* após cada tentativa pelo grupo de prática por blocos seria responsável pelo detrimento do seu desempenho durante os testes. Por outro lado, o grupo de prática aleatória não teria sua performance prejudicada, já

que o *feedback* de uma dada tentativa não seria usado na tentativa seguinte, tornando-o menos imediato. No entanto, nenhum estudo foi realizado com o intuito específico de testar tal hipótese.

Vale ressaltar que os poucos estudos que se propuseram a testar especificamente as hipóteses explicativas sobre o EIC, não apresentaram, em quase sua totalidade, delineamentos capazes de testar as diferentes hipóteses de forma conjunta. Ao nosso conhecimento, o único estudo que buscou elaborar um delineamento experimental capaz de testar diferentes hipóteses simultaneamente foi o estudo realizado por Lin, Fisher, Winstein, Wu e Gordon⁴⁴. Neste estudo, os autores utilizaram da técnica não-invasiva de estimulação magnética transcraniana (em inglês *transcranial magnetic stimulation* - TMS) que gera campos magnéticos (pulsos) sobre áreas específicas do cérebro para estimular ou atrasar determinadas funções. Os pulsos de TMS entre as tentativas de prática foram utilizados para modular o processamento de informação durante a prática aleatória e a prática por blocos. Dessa forma, os pesquisadores puderam levantar hipóteses específicas sobre os resultados em função dos pressupostos das hipótese de elaboração/processamento distinto^{13,29} e a da reconstrução do plano de ação/esquecimento^{23,30} em um mesmo delineamento experimental. Os resultados deram suporte à hipótese da elaboração/processamento distinto^{13,29} mostrando que ao se perturbar o processamento de informação, mais exigido na prática aleatória, o efeito benéfico do EIC é deteriorado. No entanto mais estudos como o de Lin *et al.*⁴⁴ são necessários para se chegar a um consenso sobre qual hipótese explica melhor os efeitos do EIC.

Efeito da Interferência Contextual: variar com quem e com qual tarefa?

Como mostrado anteriormente, são encontradas na literatura evidências científicas para as duas principais hipóteses que buscam explicar o fenômeno da interferência contextual. Entretanto, essa falta de consenso não impediu que vários estudos fossem realizados com a intenção de pesquisar os efeitos da

interferência contextual relacionados a diferentes contextos experimentais (pesquisas de laboratório e de campo), diferentes níveis de aprendizagem (aprendizes experientes e inexperientes) e diferentes faixas etárias (crianças, adolescentes, adultos e idosos). A maior parte dos estudos sobre EIC foram realizados utilizando tarefas de laboratório. As tarefas utilizadas nesses estudos eram normalmente tarefas pouco usuais, buscando mostrar um alto nível de novidade para o participante (controlar o nível de aprendizagem na tarefa a ser praticada), e realizadas sob procedimentos experimentais de sessões curtas, sob condições de prática massiva e com intervalos de retenção variando de poucos minutos a dias⁴⁵. As tarefas mais utilizadas foram as de coincidência antecipatória^{46,47}, posicionamento de objetos^{48,49} e pressionar as teclas alfo-numéricas de um teclado de computador^{50,51}. Uma característica marcante desses experimentos foi a participação de aprendizes adultos, principalmente universitários. De modo geral, os resultados dessas pesquisas têm confirmado o EIC⁵².

Contrário aos resultados de estudos em laboratório, os experimentos em situações reais de ensino-aprendizagem tenderam a não confirmar^{53,54} ou confirmar parcialmente o EIC^{55,56}. Esses resultados podem ser atribuídos às dificuldades metodológicas dos estudos realizados em situações reais de ensino-aprendizagem, nas quais existe um menor controle das variáveis envolvidas, e a manifestação de uma provável inconsistência teórica sobre o fenômeno do EIC é mais marcante^{45,57}. Dentre as tarefas utilizadas nesses estudos, podemos citar, por exemplo, tarefas com habilidades do voleibol^{58,59,69}, tacadas do golfe^{60,61} e saques do badminton^{62,63}. Outra possibilidade explicativa para esse padrão de resultados encontrado pode ser baseada na proposição de que existem pontos ótimos de desafio para o praticante⁶⁴. Esse ponto ótimo é fruto da interação entre o nível de aprendizagem em que o aprendiz se encontra e o nível de dificuldade da tarefa a ser aprendida. Nesse sentido, para a aprendizagem de habilidades em situações reais de ensino-aprendizagem, baixos níveis de interferência contextual seriam mais adequados para aprendizes que se encontram nas fases iniciais da

aprendizagem e altos níveis de interferência contextual seriam mais adequados para aprendizes em estágios mais avançados.

De acordo com Lage e Benda⁶⁵, estudos sobre o EIC em situações reais de ensino-aprendizagem apresentam um maior número de não confirmação com crianças e adolescentes, enquanto com adultos um maior número de confirmações parciais é observado. Os poucos estudos que compararam estruturas de prática e níveis de habilidade mostraram, de forma geral, que a prática aleatória é mais indicada para aprendizes habilidosos, enquanto que a prática em blocos parece ser mais eficaz para iniciantes⁶⁶⁻⁶⁸. Esses achados fortalecem a posição teórica de Guadagnoli e Lee⁶⁴ sobre a existência de pontos ótimos de desafio para o praticante. A análise dos estudos que investigaram o EIC mostra também uma carência de pesquisas em situações reais de ensino-aprendizagem com crianças inexperientes, manipulando-se os parâmetros de uma mesma habilidade, assim como, pesquisas com aprendizes experientes em que diferentes programas motores são manipulados. Os resultados de Ugrinowitsch e Manoel⁶⁹ e Silva *et al.*⁷⁰ promovem evidências sobre as diferenças no processo de aprendizagem quando se manipula o PMG ou os parâmetros durante a prática com alta interferência contextual. A possibilidade de comparar diferentes valores de parâmetros na memória de trabalho parece gerar níveis adequados de processamento para os aprendizes. Por outro lado, é possível que aprendizes mais experientes se beneficiem mais da variação com alta interferência contextual quando se manipula diferentes PMGs.

Efeito da interferência contextual: o que variar?

Em um amplo estudo de revisão sobre os trabalhos realizados na década de 1980, Magill e Hall²² observaram, como discutido anteriormente, inconsistências nos resultados sobre a generalização do EIC. Analisando esses resultados contraditórios, os autores supracitados fizeram a primeira relação entre os pressupostos teóricos da teoria do esquema e interferência contextual, unindo questões como características invariantes e variantes relacionadas à

habilidade, e níveis de interferência contextual causados pela variação dessas características. Pela primeira vez é apresentada a hipótese de que o EIC é verificado somente quando PMGs são variados durante a prática (diferentes padrões de movimentos). A partir dessa hipótese surge um novo foco de investigação do EIC através da seguinte questão: o que variar? Na busca pela resposta dessa questão, a relação entre o conceito de PMG e interferência contextual se apresenta como um dos principais enfoques nas pesquisas desenvolvidas a partir da década de 1990 e vários estudos foram realizados no sentido de testar a hipótese levantada por Magill e Hall^{51,69-71}.

Wulf e Lee⁷¹ foram os primeiros a investigar a questão sobre “o que variar?” utilizando medidas de erro relativo e erro absoluto. Esse estudo tem o mérito de trazer para a investigação sobre a estruturação da prática uma nova maneira de avaliação da aprendizagem, assumindo que duas dimensões das habilidades devem ser aprendidas. A dimensão relativa, inferida pela medida de erro relativo, refere-se à aprendizagem da estrutura do movimento, ou PMG. A dimensão absoluta, inferida através da medida de erro absoluto, refere-se à melhoria da capacidade de gerar parâmetros tais como o tempo total de movimento e a força total para serem associados ao PMG. Os resultados encontrados mostraram que o EIC foi encontrado quando houve variação dos parâmetros de uma mesma habilidade, achado esse que contraria a proposição de Magill e Hall²². Wulf e Lee⁷¹ assumiram que a não confirmação do EIC em estudos prévios, que variaram parâmetros de um mesmo PMG, deveu-se a não utilização de medidas que discriminassem aprendizagem da dimensão absoluta (parâmetros) da relativa (PMG).

A hipótese proposta por Magill e Hall²² motivou também Sekiya e colaboradores⁷²⁻⁷⁴ a novos estudos. Sekiya *et al.*⁷⁴ encontraram o EIC somente na medida de erro absoluto, indicando que a alta interferência contextual é mais efetiva na aprendizagem de parâmetros. Os estudos seguintes de Sekiya e colaboradores também confirmaram o EIC na aprendizagem da dimensão absoluta da habilidade. Dessa forma, esses autores sugeriram a modificação da hipótese de Magill e Hall²² propondo que, quando se dissocia as medidas de erro de

tempo relativo e absoluto, o EIC só é observado na aprendizagem de parâmetros, independente se as habilidades variadas são controladas pelo mesmo ou por diferentes PMGs. Essa hipótese encontrou suporte no resultados de outras pesquisas realizadas posteriormente^{24,25}.

Efeito da interferência contextual: o quando variar?

Até o final da década de 1990, avanços no entendimento do papel da estruturação da prática ocorreram somente sobre uma dimensão da aprendizagem, a parametrização. Ainda pouco tinha sido investigado em relação a qual estrutura de prática favorece a aquisição do PMG, ou estrutura do movimento. No mesmo período, os estudos sobre fornecimento de conhecimento de resultados (CR) apresentavam resultados interessantes sobre a aprendizagem do PMG^{75,76}, que mostravam que frequências intermediárias de CR (e.g. 50%) sobre o tempo relativo geravam maior estabilidade de respostas no desempenho dos movimentos promovendo assim a formação da estrutura de movimento.

Partindo da proposição que a estabilidade gerada na prática interfere na aprendizagem, Lai e Shea⁷⁷ propuseram que a condição de prática constante poderia promover estabilidade na produção de respostas motoras, favorecendo assim, a formação do PMG. Essa hipótese baseia-se na noção de que a estrutura de prática constante requer dos aprendizes somente o desempenho de uma habilidade critério⁷⁸, o que promoveria maior estabilidade durante as tentativas, facilitando assim o aprendizado das relações temporais dos componentes constituintes da habilidade. Os resultados encontrados por Lai e Shea⁷⁷ mostraram um efeito benéfico da prática constante em relação à prática de alta interferência contextual na aprendizagem do PMG em todas as fases do estudo. O mérito desse estudo se concentra na explicação mais ampla sobre como as estruturas de prática afetam a aprendizagem, tendo a maior estabilidade da prática constante um papel efetivo na formação da estrutura do movimento e a maior variabilidade da prática com alta interferência contextual importante papel na aquisição da

flexibilidade frente às demandas do contexto.

A partir desse ponto, um novo foco de investigação sobre a estruturação da prática estava por vir. Os resultados de pesquisas ao longo da década de 1990 mostravam que a prática com alta interferência contextual favorece a aprendizagem da dimensão absoluta da habilidade e os resultados de Lai e Shea⁷⁷ apontavam a prática constante como uma variável importante na formação da dimensão relativa da habilidade. Restava assim investigar regimes de prática que contemplassem tanto o aprendizado do PMG como de parâmetros.

Lai *et al.*⁷⁹ publicaram o primeiro estudo que combina estruturas de prática constante e de alta interferência contextual na tentativa de se observar qual a estrutura de prática que melhor otimizaria a aprendizagem de ambas as dimensões da habilidade, a relativa e a absoluta. O delineamento do estudo foi composto por quatro grupos de prática: 1) constante, 2) constante-alta interferência contextual, 3) alta interferência contextual-constante e 4) alta interferência contextual. Os grupos de prática combinada praticavam metade das tentativas sob um determinado regime de prática (e.g. constante) e a outra metade através da estrutura ainda não praticada (e.g. alta interferência contextual). A análise do desempenho dos grupos nos testes de aprendizagem indicou que os grupos constante e constante-alta interferência contextual apresentaram desempenho superior ao grupo alta interferência contextual em termos de aprendizagem de timing relativo (PMG). O grupo constante-alta interferência contextual foi superior aos grupos constante e alta interferência contextual-constante no teste de transferência no que tange à aprendizagem de parâmetros. Esse achado indicou uma hierarquia na estruturação da prática, na qual a eficiência da prática variada seria evidenciada no final da prática, ou seja, após um período de prática constante. Mais especificamente, a análise final do estudo mostrou que a prática inicial realizada de forma constante e, posteriormente, a introdução da prática com alta interferência contextual leva a uma melhor aprendizagem de ambas as dimensões da habilidade comparada às demais estruturas de prática investigadas. Pela primeira vez, foi observado o melhor momento para

a inserção da prática com alta interferência contextual.

Posteriormente, Lage *et al.*⁵⁰ investigaram todas as possíveis combinações entre as estruturas de (1) prática constante, de (2) baixa interferência contextual e de (3) alta interferência contextual. Os resultados encontrados corroboram os achados prévios de Lai *et al.*⁷⁹ A combinação prática constante-alta interferência contextual levou a uma melhor aprendizagem da dimensão relativa e absoluta comparada às combinações (1) baixa interferência contextual-constante, (2) baixa interferência contextual-alta interferência contextual, (3) alta interferência contextual-constante e (4) alta interferência contextual-baixa interferência contextual. Um resultado interessante foi o desempenho similar entre os grupos constante-alta interferência contextual e constante-baixa interferência contextual, indicando que talvez a estabilidade gerada pela prática constante combinada à variabilidade da prática, independente do nível de interferência contextual, pode levar a aprendizagem de ambas as dimensões da habilidade. Mais estudos, no entanto, são necessários para testar essa hipótese.

Conclusões

A análise final das publicações sobre a estruturação de prática que investigaram especificamente o papel da alta interferência contextual na aprendizagem das dimensões absoluta e relativa da habilidade aponta para dois avanços no conhecimento sobre esse tema: o entendimento de qual dimensão da aprendizagem é favorecida pela alta interferência contextual e qual o melhor momento de inserção da alta interferência contextual na prática.

Em relação ao primeiro avanço, um conjunto de trabalhos mostra que a prática com alta interferência contextual tem um efeito benéfico na melhoria da capacidade de parametrização do movimento^{25,72-74,79,80}, fator esse que reflete em maior flexibilidade do comportamento frente às demandas ambientais. A menor estabilidade de respostas no desempenho dos movimentos promovida pela prática com alta interferência contextual leva a uma ampla faixa de especificação de valores de parâmetros que, associada à percepção dos resultados do

movimento, propicia melhor desenvolvimento de regras para especificações mais precisas de parâmetros²⁵.

No que concerne o segundo avanço, os achados provindos de estudos sobre combinação de estrutura de prática^{50,79} nos mostram que a prática variada de alta interferência contextual deve ser inserida após a aquisição de uma estrutura, a qual é mais facilmente adquirida através da prática constante. Esses resultados fornecem suporte a uma proposição de Summers⁸¹, a qual foi apresentada antes do período dos estudos que utilizaram medidas que dissociam a aprendizagem de PMG e parâmetros. Segundo Summers⁸¹, a aprendizagem se dá em dois estágios, primeiramente uma estrutura, ou seja, um padrão de movimento deve ser formado pela aquisição da sequência correta e a sincronização dos movimentos que compõem a habilidade, para então se introduzir a variabilidade de prática. Pouco mais de uma década depois dessa proposição, os estudos sobre a estruturação da prática fortaleceram esse posicionamento^{24,25,50,77,79}.

Três momentos podem ser destacados na dinâmica dos estudos sobre o papel da alta interferência contextual na aprendizagem motora. O primeiro foi a introdução dos conceitos sobre EIC na área de aprendizagem motora por Shea e Morgan¹³ que despertou o interesse de vários pesquisadores transformando esse tema em um dos mais investigados da área da Aprendizagem Motora. O segundo momento foi a integração entre os conceitos provindo do estudo sobre o EIC e teoria de esquema através da proposição levantada por Magill e Hall²². É importante destacar como um trabalho de revisão da literatura redirecionou as investigações em um campo de estudo. E por fim, o terceiro momento de destaque é aplicação de medidas que dissociam aprendizagem das dimensões absoluta e relativa da habilidade. Wulf e Lee⁷¹ foram os primeiros a utilizarem no estudo sobre o EIC um delineamento e variáveis dependentes que permitiram distinguir a aprendizagem de características invariantes, que dizem respeito à formação de uma estrutura de movimento, e variantes, que dizem respeito ao ganho em flexibilidade no comportamento. Esse delineamento e variáveis utilizadas possibilitaram melhor compreensão

sobre o papel da alta interferência contextual na aquisição de habilidades motoras.

Apesar de todos os avanços relatados, novos estudos ainda são necessários e várias questões ainda necessitam de mais esclarecimentos. Dentre elas podemos destacar a falta de estudos com habilidades mais complexas, que sejam mais próximas às condições de ensino-aprendizagem. Talvez a maior barreira para a realização de estudos nesse sentido seja a dificuldade de se analisar as dimensões relativas e absolutas em habilidades complexas. Entretanto, o nível atual do desenvolvimento da tecnologia de análises cinemáticas permite que esse desafio seja enfrentado. Outro ponto importante é a busca para uma melhor explicação sobre o EIC. Poucos foram os estudos que se propuseram a testar a veracidade e aplicabilidade das hipóteses explicativas sobre o EIC^{32,35,42} e apenas um estudo⁴⁴ utilizou um delineamento experimental que fosse capaz de confrontar as hipóteses explicativas.

Pouco mais de trintas anos após a publicação do primeiro estudo sobre o EIC, ainda é cedo para assumir que esses resultados podem ser prontamente aplicados em situações reais ensino-aprendizagem^{45,57,82,83}. Porém, é difícil negar que as evidências trazidas à tona ao longo de três décadas trouxeram conhecimentos relevantes sobre o papel da estruturação da prática na aprendizagem de habilidades motoras.

Referências

1. Brydges R, Carnahan H, Backstein D, Dubrowski A. Application of motor learning principles to complex surgical tasks: Searching for the optimal practice schedule. **J Mot Behav** 2007;39(1):40-48.
2. Dubrowski A, Backstein D, Abughaduma R, Leidl D, Carnahan H. The influence of practice schedules in the learning of a complex bone-plating surgical task. **Am J Surg** 2005;190(3):359-363.
3. Choi Y, Gordon J, Schweighofer N. ADAPT-adaptive automated robotic task practice system for stroke rehabilitation. **Paper presented at the IEEE International Conference on Robotics and Automation**, Pasadena, CA. 2008.
4. Crespo LM, Reinkensmeyer DJ. Effect of robotic guidance on motor learning of a timing task. **Paper presented at the 2nd Biennial IEEE / RAS-EMBS**

International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics, Scottsdale, AZ. 2008.

5. Vincent H, John K. Robotic neurorehabilitation: A computational motor learning perspective. **J Neuroeng Rehabil** 2009;6(5):1-13.

6. Schmidt, R. A. (2009). Principles of practice for the development of skilled actions: Implications for training and instruction in music. In A. Mornell (Ed.), **Art in motion 2008: Music and athletic motor learning and performance**. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften, 2009; p. 40-67.

7. Wulf G, Mornell A. Insights about practice from the perspective of motor learning: A review. **Music Performance Res** 2008;2(1):1-25.

8. Knock TR, Ballard KJ, Robin DA, Schmidt RA. Influence of order of stimulus presentation on speech motor learning: A principled approach to treatment for apraxia of speech. **Aphasiology** 2000;14(5):653-668.

9. Maas E, Robin DA, Austermann Hula SN, Freedman SE, Wulf G, Ballard KJ, Schmidt, RA. Principles of motor learning in treatment of motor speech disorders. **Am J Speech Lang Pathol** 2008;17(3):277-298.

10. Cauraugh JH, Kim SB. Stroke motor recovery: Active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules. **Br Med J** 2003;74(11):1562-1566.

11. Winstein CJ, Merians AS, Sullivan KJ. Motor learning after unilateral brain damage. **Neuropsychologia** 1999;37(8):975-987.

12. Jarus T, Ratzon NZ. The implementation of motor learning principles in designing prevention programs at work. **Work** 2005;24(2):171-182.

13. Shea JB, Morgan RL. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. **J Exp Psychol Hum Learn** 1979;5(2):179-187.

14. Guckenberger D, Uliano KC, Lane NE. **Training high performance skills using above real-time training (NASA-CR-192616)**. Mojave, CA: NASA Dryden Flight Research Facility Center. 1993b.

15. Moxley SE. Schema: The variability of practice hypothesis. **J Mot Behav** 1979;11(1):65-70.

16. Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychol Rev** 1975;82(4):225-260.

17. Battig WF. Facilitation and interference. In: Bilodeau EA (Eds.). **Acquisition of skill**. New York: Academic Press, 1966. p. 215-244.

18. Schmidt RA. The schema concept. In: J. A. S. Kelso (Ed.), **Human motor behavior: An introduction**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1982. p. 219-235.

19. Keele SW. Movement control in skilled motor performance. **Psychol Bull** 1968;70(6):387-403.

20. Adams JA. A closed loop theory of motor learning. **J Mot Behav** 1971;3(2):111-149.

21. Van Rossum JHA. Schmidt's schema theory: The empirical base of the variability of practice hypothesis (a critical analysis). **Hum Mov Sci** 1990;9(3-5):387-435.

22. Magill RA., Hall KG. A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. **Hum Mov Sci** 1990;9(3-5):241-289.

23. Lee TD, Magill RA. The locus of contextual interference in motor-skill acquisition. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn** 1983;9(4):730-746.

24. Giuffrida CG, Shea JB, Fairbrother JT. Differential transfer benefits of increased practice for constant, blocked, and serial practice schedules. **J Mot Behav** 2002; 34(4): 353-365.

25. Shea CH, Lai Q, Wright DL, Immink M, Black C. Consistent and variable practice conditions: Effects on relative and absolute timing. **J Mot Behav** 2001;33(2): 139-152.

26. Lee TD, Simon DA. Contextual interference. In: Williams AM, Hodges NJ (Eds.), **Skill acquisition in sport: Research, theory and practice**. New York: Routledge. 2004. p. 29-44.

27. Salmoni AW, Schmidt RA, Walter CB. Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. **Psychol Bull** 1984;95(3):355-386.

28. Battig WF. The flexibility of human memory. In: Lermack LS e Craik FIM (Eds.). **Levels of processing in human memory**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1979. p. 23-44.

29. Shea JB, Zimny ST. Context effects in memory and learning movement information. In: Magill RA (Ed.), **Memory and control of action** Amsterdam: North-Holland. 1983. p. 345-366.

30. Lee TD, Magill RA. Can forgetting facilitate skill acquisition? In: Goodman D, Wilberg RB, Franks IM (Eds.), **Differing perspectives in motor learning, memory, and control**. Amsterdam: North-Holland, 1985. p. 3-22.

31. Wright DL. The role of intertask and intratask processing in the acquisition and retention of motor skills. **J Mot Behav** 1991;23(2):139-145.

32. Wright DL, Li Y, Whitacre C. The contribution of elaborative processing to the contextual interference effect. **Res Q Exerc Sport** 1992;63(1):30-37.

33. Shea JB, Titzer RC. The influence of reminder trials on contextual interference effects. **J Mot Behav** 1993; 25(4):264-274.

34. Young DE, Cohen MJ, Husak WS. Contextual interference and motor skill acquisition: On the processes that influence retention. **Hum Mov Sci** 1993;12(5):577-600.

35. Immink MA, Wright DL. The contextual interference effect: A response planning account. **Q J Exp Psychol A** 1998;51(2):735-754.

36. Lee TD, Wishart LR, Cunningham S, Carnahan H. Modeled timing information during random practice

- eliminates the contextual interference effect. **Res Q Exerc Sport** 1997;68(1):100-105.
37. Li Y, Wright DL. An assessment of attention demands during random- and blocked-practice schedules. **Q J Exp Psychol A** 2000;53(2):591-606.
38. Cross ES, Schmitt PJ, Grafton ST. Neural substrates of contextual interference during motor learning support a model of active preparation. **J Cogn Neurosci** 2007;19(11):1854-1871.
39. Poto CC. **How forgetting facilitates remembering: An analysis of the contextual interference effect in motor learning.** Unpublished PhD Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge. 1988.
40. Underwood BJ. The effect of successive interpolations on retroactive and proactive inhibition. **Psychol Monogr** 1945;59:1-33.
41. Del Rey P, Liu X, Simpson KJ. Does retroactive inhibition influence contextual interference effects? **Res Q Exerc Sport** 1994;65(2):120-126.
42. Shewokis PA, Del Rey P, Simpson KJ. A test of retroactive inhibition as an explanation of contextual interference. **Res Q Exerc Sport** 1998;69(1):70-74.
43. Wulf G, Schmidt RA. Contextual interference effects in motor learning: Evaluating a KR-usefulness hypothesis. In: Nitsch JR, Seiler R (Eds.), **Movement and sport: Psychological foundations and effects** Sankt Augustin, Germany: Academia Verlag, 1994. p. 304-309.
44. Lin CH, Fisher BE, Winstein CJ, Wu AD, Gordon J. Contextual interference effect: Elaborative processing or forgetting-reconstruction? A post hoc analysis of transcranial magnetic stimulation-induced effects on motor learning. **J Mot Behav** 2008;40(6):578-586.
45. Barreiros JMP, Figueiredo T, Godinho M. The contextual interference effect in applied settings. **Eur Phys Education Rev** 2007;13(2):195-208.
46. Del Rey P, Whitehurst M, Wood JM. Effects of experience and contextual interference on learning and transfer by boys and girls. **Percept Mot Skills** 1983;56:581-582.
47. Del Rey P, Wughalter E, Dubois D, Carnes M. Effects of contextual interference and retention intervals on transfer. **Percept Mot Skills** 1982;54:467-476.
48. Lage GM, Vieira MM, Palhares LR, Ugrinowitsch H, Benda RN. Practice schedules and number of skills as contextual interference factors in the learning of positioning timing tasks. **J Hum Mov Studies** 2006;50(3):185-200.
49. Ugrinowitsch H, Manoel EJ. Interferência contextual: Manipulação de aspecto invariável e variável. **Rev Paul Ed Fís** 1996;10(1):48-58.
50. Lage GM, Alves MAF, Oliveira FS, Palhares LR, Ugrinowitsch H, Benda RN. The combination of practice schedules: Effects on relative and absolute dimensions of the task. **J Hum Mov Studies** 2007;52(1):21-35.
51. Magnuson CE, Wright DL. Random practice can facilitate the learning of tasks that have different relative time structures. **Res Q Exerc Sport** 2004;75(2):197-202.
52. Brady F. Contextual interference: A meta-analytic study. **Percept Mot Skills** 2004;99(1):116-126.
53. French KE, Rink JE, Werner PH. Effects of contextual interference on retention of three volleyball skills. **Percept Mot Skills** 1990;71(1):179-186.
54. Meira Junior CM, Tani G. The contextual interference effect in acquisition of dart-throwing skill tested on a transfer test with extended trials. **Percept Mot Skills** 2001;92(3):910-918.
55. Fialho JVAP, Benda RN, Ugrinowitsch H. The contextual interference effect in a serve skill acquisition with experienced volleyball players. **J Hum Mov Studies** 2006;50(1):65-78.
56. Pigott RE, Shapiro DC. Motor schema: The structure of the variability session. **Res Q Exerc Sport** 1984;55(1):41-45.
57. Brady F. Contextual interference and sport skills. **Percept Mot Skills** 2008;106(2):347-350.
58. Meira Junior CM, Tani G. Contextual interference effects assessed by extended transfer trials in the acquisition of the volleyball serve. **J Hum Mov Studies** 2003;45(5):449-468.
59. Perez CR, Meira Junior CM, Tani G. Does the contextual interference effect last over extended transfer trials? **Percept Mot Skills** 2005;100:58-60.
60. Brady F. Contextual interference and teaching golf skills. **Percept Mot Skills** 1997;84(1):347-350.
61. Goodwin JE, Meeuwse HJ. Investigation of the contextual interference effect in the manipulation of the motor parameter of over-all force. **Percept Mot Skills** 1996;83(3):735-743.
62. Wrisberg CA. A field test of the effect of contextual variety during skill acquisition. **J Teach Physical Educ** 1991;11(1):21-30.
63. Wrisberg CA, Liu Z. The effect of contextual variety on the practice, retention, and transfer of an applied motor skill. **Res Q Exerc Sport** 1991;62(4):406-412.
64. Guadagnoli MA, Lee TD. Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions. **J Mot Behav** 2004;36(2):212-224.
65. Lage GM, Benda RN. Treinamento técnico: Uma revisão sobre a aplicação do princípio da interferência contextual no processo ensino-aprendizagem de habilidades esportivas. In: Silami-Garcia E, Lemos KLM (Eds.), **Temas atuais em educação física e esportes VII.** Belo Horizonte. MG, Brasil: Health. 2002. p. 255-270.
66. Guadagnoli MA, Holcomb WR, Weber TJ. The relationship between contextual interference effects and performer expertise on the learning of a putting task. **J Hum Mov Studies** 1999;37(1):19-36.

67. Hall KG, Domingues DA, Cavazos R. Contextual interference effects with skilled baseball players. **Percept Mot Skills** 1994;78(3):835-841.
68. Hebert EP, Landin D, Solmon MA. Practice schedule effects on the performance and learning of low-and high-skilled students: An applied study. **Res Q Exerc Sport** 1996;67(1):52-58.
69. Ugrinowitsch H, Manoel EJ. Interferência contextual: Variação de programa e parâmetro na aquisição da habilidade motora saque do voleibol. **Rev Paul Ed Fis** 1999;13(2):197-216.
70. Silva AB, Lage GM, Gonçalves WR, Ugrinowitsch H, Benda RN. O efeito da interferência contextual: Manipulação de programas motores e parâmetros em tarefas seriadas de posicionamento. **Rev Bras Ed Fis Esporte** 2006;20(3):185-194.
71. Wulf G, Lee TD. Contextual interference in movements of the same class: Differential effects on program and parameter learning. **J Mot Behav** 1993; 25(4):254-263.
72. Sekiya H, Magill RA. The contextual interference effect in learning force and timing parameters of the same generalized motor program. **J Human Mov Studies** 2000;39(1):45-71.
73. Sekiya H, Magill RA, Anderson DI. The contextual interference effect in parameter modifications of the same generalized motor program. **Res Q Exerc Sport** 1996;67(1):59-68.
74. Sekiya H, Magill RA, Sidaway B, Anderson DI. The contextual interference effect for skill variations from the same and different generalized motor programs. **Res Q Exerc Sport** 1994;65(4):330-338.
75. Wulf G, Lee TD, Schmidt RA. Reducing knowledge of results about relative versus absolute timing: Differential effects on learning. **J Mot Behav** 1994; 26(4):362-369.
76. Wulf G, Schmidt RA, Deubel H. Reduced feedback frequency enhances generalized motor program learning but not parameterization learning. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn** 1993;19(5):1134-1150.
77. Lai Q, Shea CH. Generalized motor program (GMP) learning: Effects of reduced frequency of knowledge of results and practice variability. **J Mot Behav** 1998;30(1): 51-59.
78. Shea CH, Kohl RM. Specificity and variability of practice. **Res Q Exerc Sport** 1990;61(2):169-177.
79. Lai Q, Shea CH, Wulf G, Wright DL. Optimizing generalized motor program and parameter learning. **Res Q Exerc Sport** 2000;71(1):10-24.
80. Wright DL, Shea CH. Manipulating generalized motor program difficulty during blocked and random practice does not affect parameter learning. **Res Q Exerc Sport** 2001;72(1):32-38.
81. Summers JJ. Motor programs. In: Holding DH (Ed.), **Human skills** London: John Wiley & Sons Ltd, 1989. p. 49-72.
82. Meira Junior CM, Tani G, Manoel EJ. A estrutura da prática variada em situações reais de ensino-aprendizagem. **Rev Bras Ci Mov** 2001;9(4):55-63.
83. Wulf G, Shea CH. Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. **Psychon Bull Rev** 2002;9(2):185-211.