

ESTRUTURA DE PRÁTICA E COMPLEXIDADE DA TAREFA NO PROCESSO ADAPTATIVO DE APRENDIZAGEM MOTORA

PRACTICE SCHEDULE AND TASK COMPLEXITY IN THE ADAPTIVE PROCESS OF MOTOR LEARNING

Jane Aparecida de Oliveira Silva*
Ulysses Okada de Araújo**
Go Tani***
Umberto Cesar Corrêa****

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da estrutura de prática no processo adaptativo de aprendizagem motora, em razão da complexidade da tarefa. Os participantes foram 160 crianças de ambos os gêneros e a tarefa foi de *timing* coincidente. No experimento 1, a tarefa foi tocar quatro alvos de forma sequencial em integração a um estímulo visual (tarefa simples), e no experimento 2, a tarefa envolveu seis toques (tarefa complexa). Ambos os experimentos envolveram os grupos de prática constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante e as fases de estabilização e adaptação. As variáveis dependentes foram os erros absoluto, variável e constante. Os resultados mostraram que a complexidade da tarefa afetou os efeitos da estruturação da prática no processo adaptativo de aprendizagem motora. Verificou-se que, para a aprendizagem da tarefa simples, a adaptação ocorreu com similar desempenho para os quatro grupos, enquanto para a tarefa complexa o desempenho foi pior para o grupo constante.

Palavras-chave: Estrutura de prática. Complexidade da tarefa. Processo adaptativo de aprendizagem motora.

INTRODUÇÃO

A prática tem sido definida como um processo de exploração das variadas possibilidades de solução de um problema motor, processo caracterizado por um esforço consciente de organização, execução, avaliação e modificação das ações motoras (TANI, 1989). Parece haver consenso de que a prática é um dos fatores mais focalizados no campo de aprendizagem motora, pelo fato de sem ela não ocorrer aprendizagem e ela ser necessária na investigação de qualquer fator. A prática tem sido investigada em relação a diferentes outros

fatores, como, por exemplo, idade, natureza da tarefa, modelação, quantidade de tentativas, *feedback*, espaçamento entre tentativas e característica do aprendiz, e, sob diferentes perspectivas, tais como de esquema, de interferência contextual e, mais recentemente, de processo adaptativo.

No que concerne a esta última, a prática tem sido mais intensamente investigada em relação à variabilidade (BARROS, 2006; CORRÊA, 2001; CORRÊA et al., 2001; 2003; 2006; 2007; GONÇALVES, 2009; MASSIGLI, 2009; MASSIGLI et al., 2003; PAROLI, 2004; PINHEIRO, 2009; PINHEIRO; CORREA, 2007;

* Professor Mestre, Universidade Vale do Sapucaí.

** Professor Mestre, Laboratório de Comportamento Motor, Universidade de São Paulo.

*** Professor Titular, Laboratório de Comportamento Motor, Universidade de São Paulo.

**** Professor Associado, Laboratório de Comportamento Motor, Universidade de São Paulo.

TANI, 1989; TANI et al., 1992; TERTULINO et al., 2008; WALTER et al., 2008). Em sua maioria, os resultados dessas pesquisas têm apontado para a aprendizagem por meio da combinação das práticas constante e variada aleatória, denominadas de constante-aleatória. Os autores sugerem que esses resultados se devem ao fato de a prática constante, primeiramente, possibilitar a formação de um padrão de interação entre os componentes da habilidade, e de a prática aleatória, em seguida, possibilitar a sua diversificação.

Não obstante, além dos resultados e de suas explicações, outro aspecto tem chamado a atenção nessas pesquisas: os autores têm dado destaque à utilização de uma tarefa complexa (CORRÊA, 2001; CORRÊA et al., 2003; CORRÊA et al., 2006; 2007; GONÇALVES, 2009; MASSIGLI et al., 2003; PAROLI, 2004; PINHEIRO; CORRÊA, 2007; PINHEIRO, 2009; WALTER et al., 2008). Nesses estudos, as tarefas têm envolvido a execução de distintos movimentos em sequência, especificamente, a execução de cinco toques sequenciais em certos alvos com o objetivo de *timing* coincidente. Uma pergunta que surge é: se a tarefa envolvesse uma sequência com menos ou mais toques, os efeitos da prática constante-aleatória seriam os mesmos? Ou, ainda, considerando-se a conceituação de prática colocada anteriormente, uma tarefa com maior ou menor quantidade de toques implicaria em maior ou menor esforço na organização e execução da ação?

Na verdade, esse aspecto está associado a outro fator que pode afetar a aprendizagem de habilidades motoras e que desde antiga data tem recebido atenção de pesquisadores (BILLINGS, 1980; HENRY; ROGERS, 1960; NAYLOR; BRIGGS, 1963), mas, na perspectiva de processo adaptativo de aprendizagem motora ainda não foi investigado como variável independente, a saber: a complexidade da tarefa.

A complexidade diz respeito à quantidade de *complexo*, termo que provém do latim *complexus* e descreve partes em interação. De acordo com Corrêa (2008), o termo complexo tem sido muitas vezes utilizado como sinônimo de sistema, confuso, difícil e complicado. Complexidade é, também, um termo utilizado de forma comparativa, no sentido de que o critério está na quantidade de partes e/ou no modo como as partes interagem.

As explicações relativas à influência da complexidade da tarefa na aprendizagem motora têm se referido ao fato de as diferenças em complexidade implicarem em diferentes demandas de atenção, memória e capacidade de processamento de informação (BILLING, 1980; WULF; SHEA, 2002). Para estes últimos autores, diferenças em complexidade da tarefa implicam em diferentes níveis de desafio à capacidade cognitiva do aprendiz.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da estrutura de prática no processo adaptativo da aprendizagem de habilidades motoras em razão da complexidade da tarefa. A hipótese foi que o nível de complexidade da tarefa influenciaria os efeitos das estruturas de prática no processo adaptativo de aprendizagem motora.

EXPERIMENTO 1 – TAREFA SIMPLES

Método

Amostra

Participaram deste experimento 80 crianças de ambos os gêneros, com média de idade de 11,5 anos, sem experiência prévia na tarefa utilizada. A participação da criança ocorreu mediante o termo de consentimento livre e esclarecido assinado por seu responsável. Esse trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, sob o protocolo 2008/02.

Instrumento e tarefa

Foi utilizado o aparelho de *timing* coincidente em tarefas complexas (CORRÊA; TANI, 2004). Conforme ilustra a Figura 1, ele era composto por uma caneta de 200 centímetros de comprimento, dez centímetros de largura e quatro centímetros de altura. Sobre a caneta estavam dispostos, em linha reta, 90 diodos (*leds*) com a distância de um centímetro entre eles. O equipamento também era composto por uma mesa de madeira de 70 centímetros de comprimento, 90 centímetros de largura e 6 centímetros de altura, sobre a qual estavam dispostos 5 alvos, medindo 5 centímetros de largura e 15 centímetros de comprimento, e ainda um computador com um *software* que

possibilitava que os diodos se acendessem e apagassem em sequência, em diferentes velocidades.

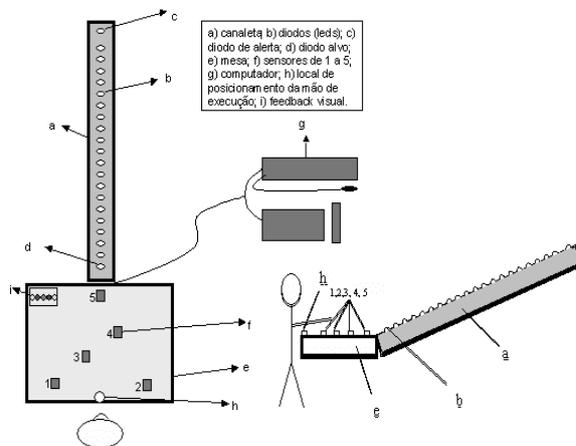


Figura 1 – Ilustração do aparelho de *timing* coincidente em tarefas complexas (CORRÊA; TANI, 2004).

O experimento 1 envolveu a aprendizagem da tarefa com menor nível de complexidade: tocar em quatro dos cinco sensores, em uma sequência predeterminada, de forma que o último toque coincidissem com o acendimento de um diodo-alvo.

Procedimentos e delineamento

O aprendiz foi posicionado de frente para o aparelho, em uma cadeira, de forma que seu abdômen ficasse à altura da mesa e assim pudesse tocar todos os sensores sem dificuldades, sem que fosse preciso se apoiar ou debruçar-se sobre a mesa.

Foram fornecidas explicações sobre o aparelho e a tarefa. Primeiro, foram dadas explicações sobre os sensores, o computador e a canaleta (posicionada à frente do aprendiz, num ângulo de 30°) e foi mostrado o seu funcionamento (diodo de alerta, diodo-alvo, etc.). Sobre a tarefa, foi explicado que a mão dominante deveria ficar sobre a mesa, em uma marca determinada, o olhar deveria estar voltado para o diodo de alerta e os sensores deveriam ser tocados com a ponta dos dedos a partir do momento que o estímulo luminoso começasse a correr pela canaleta, fazendo com que o último toque coincidissem com o acendimento do diodo-alvo. Ao final dessas informações, o aprendiz foi questionado sobre o seu interesse em participar do estudo.

Verificada a compreensão da tarefa por parte do aprendiz, foi permitido que ele executasse as sequências de toques até cinco vezes. Foi informado, além disso, que após cada tentativa ele deveria recolocar sua mão na marca determinada, e que receberia informações sobre o seu desempenho (conhecimento de resultados) mediante um aparato com legenda. Foi explicado ao aprendiz, também, o que esse aparato indicava: se o último toque - desde que fosse correspondente ao sensor correto - coincidissem com o acendimento do último diodo, ele obteria a resposta - “certo” e uma luz verde (central) se acenderia; se o último toque fosse “um pouco antes” ou “um pouco depois” do acendimento do último diodo, acenderia uma luz amarela (respectivamente à esquerda e à direita da verde), com essas mensagens; e, caso o último toque fosse “muito antes” ou “muito depois” do acendimento do último diodo, acenderia uma luz vermelha (respectivamente à esquerda e à direita da amarela), também com esses dizeres. Por último, era informado que após algumas tentativas a tarefa mudaria, e que na próxima fase o resultado do desempenho não seria informado. Ao final do experimento, o experimentador agradeceu ao aprendiz por sua participação e as eventuais dúvidas foram esclarecidas.

Esse experimento foi composto de quatro grupos: prática constante (CO); prática variada aleatória (AL); prática constante seguida de prática variada aleatória (CO-AL); prática variada aleatória seguida de prática constante (AL-CO).

O experimento foi realizado em duas fases: a de estabilização, com 72 tentativas de acordo com a situação experimental de cada grupo (nesta fase houve um fornecimento de conhecimento de resultados), e a de adaptação, com mais 36 tentativas em uma mesma situação para todos os grupos, porém sem conhecimento de resultados.

Na fase de estabilização, o grupo de prática constante executou 72 tentativas em uma única sequência de toques (1- 4- 3- 5). O grupo de prática variada aleatória executou as 72 tentativas em três sequências (1-4-3-5; 1-3-2-5 e 1-4-1-5). O grupo de prática constante-aleatória executou as 36 primeiras tentativas como o grupo de prática constante, e nas tentativas

posteriores, conforme o grupo de prática variada aleatória, mas num total de 12 tentativas para cada sequência de toques; e o inverso foi realizado pelo grupo de prática aleatória-constante.

Tratamento dos dados

Os dados foram analisados em blocos de nove tentativas em relação a medidas que refletem o desempenho no alcance da meta da tarefa (*timing* coincidente), por meio dos erros absoluto (precisão), variável (consistência) e constante (direção do desempenho).

Em razão da observação dos pressupostos estatísticos para a realização de análises paramétricas, os dados foram analisados por meio de ANOVAs *one-way* para cada grupo na fase de estabilização e ANOVAs *two-way* com o 8º bloco da estabilização e todos os blocos da fase de adaptação, utilizando-se o *post hoc* de Tukey_{HSD}.

RESULTADOS

No que concerne ao erro absoluto (Figura 2), as ANOVAs encontraram diferenças entre blocos de tentativas para todos os grupos: CO [F(7; 126)=2,63, p=0,01]; AL: [F(7; 133)=6,53, p=0,00]; CO-AL [F(7, 133)=4,18, p=0,00]; e

AL-CO [F(7, 133)=7,32, p=0,00]. Os de Tukey_{HSD} mostraram que em todos os grupos diminuíram os erros dos blocos iniciais de tentativas da fase de estabilização em relação àqueles do final desta fase (p<0,01). Além disso, verificou-se que no grupo CO-AL aumentou o erro absoluto em razão da modificação do tipo de prática (p<0,05); já na fase de adaptação o teste estatístico não detectou diferenças significantes para nenhum dos fatores (grupos, blocos e interação entre ambos).

No tocante ao erro variável, as ANOVAs encontraram diferenças entre blocos para todos os grupos: CO [F(7; 126)=3,07, p=,000], AL: [F(7; 133)=4,90, p=0,00], CO-AL [F(7; 133)=4,29, p=0,00], AL-CO [F(7; 133)=6,45, p=0,00]. Similarmente à medida anterior, os testes de Tukey_{HSD} localizaram diferenças entre os primeiros blocos de tentativas da fase de estabilização e os blocos finais (p<0,05). Observou-se também que o grupo CO-AL aumentou o erro absoluto, em razão da modificação do tipo de prática (p<0,05). Em relação à adaptação, a ANOVA (two-way) detectou interação entre grupo e blocos de tentativas [F(12; 300)=2,21, p=0,01]; porém o *post hoc* não foi capaz de localizar tais diferenças.

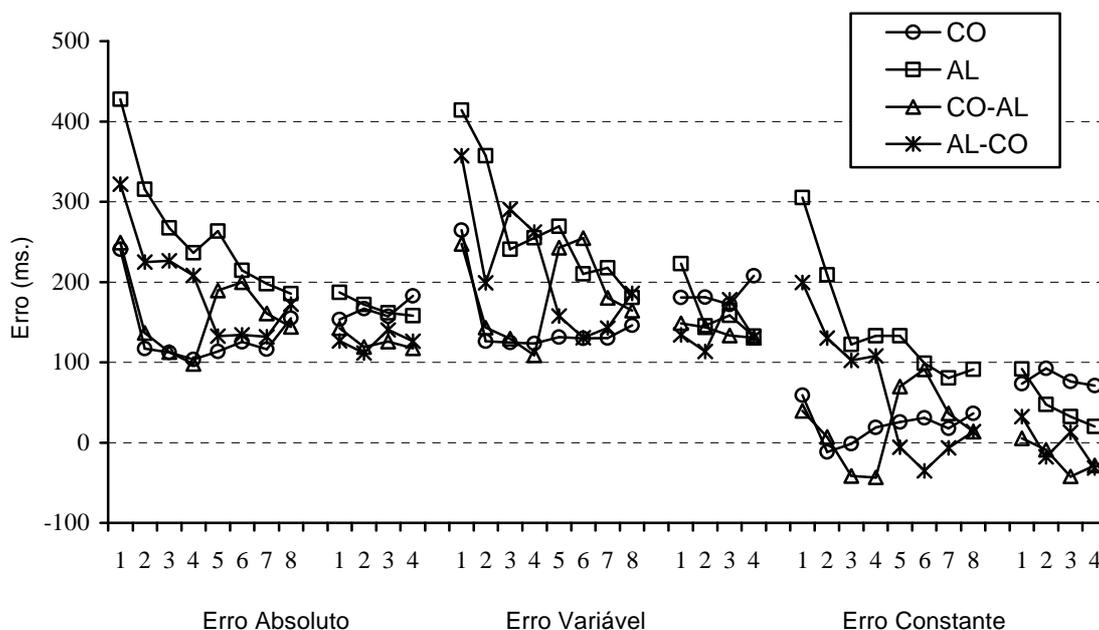


Figura 2 – Médias dos erros absoluto, variável e constante, em milissegundos, em blocos de 9 tentativas, das fases de estabilização (E1 a E8) e adaptação (A1 a A4), dos quatro grupos experimentais (CO, AL, CO-AL e AL-CO).

Em relação ao erro constante, as ANOVAS encontraram diferenças entre blocos nos seguintes grupos: AL [F(7; 133)=3,89,p=0,00], CO-AL [F(7; 133)=3,14, p=,00)]; AL-CO [F(7; 133)=7,07, p=0,00)]. No grupo constante não foram encontradas diferenças significativas entre blocos. Novamente, os testes de Tukey_{HSD} mostraram que nos grupos diminuíram os erros ao longo da fase de estabilização ($p < 0,05$), e mais uma vez foi verificado que no grupo CO-AL aumentou o erro absoluto em razão da modificação do tipo de prática ($p < 0,05$). Na fase de adaptação, a ANOVA detectou interação entre blocos de tentativas e grupos [(F(12; 300)=2,32, $p = 0,01$)], como também encontrou diferenças no fator blocos de tentativas [(F(4; 300)=3,12, $p = 0,02$)]; contudo, o *post hoc* não conseguiu localizar as diferenças.

Em síntese, na fase de estabilização, os grupos de prática constante, aleatória e aleatória-constante tornaram-se mais precisos e consistentes, enquanto o grupos de prática constante-aleatória piorou em seu desempenho nesses quesitos.

Todos os grupos iniciaram a fase de estabilização tocando o sensor após o acendimento do diodo-alvo, ou seja, em atraso; porém, com exceção do grupo de prática aleatória, em algum momento no decorrer dessa fase eles passaram a executar o último toque no sensor anteriormente ao acendimento do diodo-alvo.

Na fase de adaptação todos os grupos tiveram o mesmo desempenho em termos de precisão. Em relação à consistência, uma vez que não se puderam localizar as diferenças encontradas, sugere-se, a partir da observação do desempenho, que a interação possa ter ocorrido em termos de o desempenho dos grupos de prática constante e aleatória-constante ter se tornado mais inconsistente ao longo da fase de adaptação, inversamente aos grupos de prática aleatória e constante-aleatória.

De acordo com o desempenho observado na Figura 2, é possível que a interação observada pela análise estatística, mas não localizada pelo teste *post hoc*, tenha ocorrido em razão de os grupos de prática aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante terem diminuído o erro constante ao longo dos blocos de tentativas, inversamente ao grupo de prática constante.

EXPERIMENTO 2 – TAREFA COMPLEXA

Método

Amostra

Participaram do experimento 80 crianças voluntárias de ambos os gêneros, com média de idade de 11,5 anos, sem experiência prévia na tarefa utilizada. A participação da criança ocorreu, mediante o termo de consentimento livre e esclarecido, assinado pelo seu responsável.

Instrumento e tarefa

Os instrumentos e tarefas foram similares aos do experimento 1, com diferença na tarefa que foi considerada como de maior nível de complexidade, pois consistiu em seis toques.

Procedimentos e delineamento

Estes também foram iguais aos do experimento 1. Considerando-se a especificidade do experimento, na fase de estabilização o grupo CO executou a sequência de toques 1-3-2-4-3-5 (Figura 1); o grupo AL executou as seguintes sequências de toques: 1-3-2-3-4-5; 1-4-3-2-3-5 e 1-2-4-3-2-5; o grupo CO-AL realizou as primeiras tentativas como o grupo CO e as tentativas posteriores como o grupo AL; e grupo AL-CO realizou o inverso. Na fase de adaptação, todos os grupos realizaram as tentativas numa mesma sequência de toques, porém estes foram diferentes dos da fase anterior (1- 2- 4 -3- 4 -5).

Tratamento dos dados

Como no experimento 1, os resultados foram analisados em blocos de 9 tentativas, com relação a medidas que refletem o desempenho no alcance da meta da tarefa (*timing* coincidente), por meio dos erros absoluto (precisão), variável (consistência) e constante (direção do desempenho).

Uma vez que os pressupostos estatísticos para a realização de testes paramétricos não foram alcançados, nos dados do experimento 2 foram utilizados os testes *Friedman* (ANOVA) para cada grupo, a fim de verificar as diferenças entre os blocos de tentativas, e o teste de *Kruskal Wallis* (ANOVA) em cada bloco para verificar se havia diferenças entre

os grupos. Posteriormente, foram realizados testes U de *Mann-Whitney* a fim de localizar as diferenças encontradas entre os grupos e o teste de *Wilcoxon* para diferenças entre blocos de tentativas.

RESULTADOS

Quanto ao erro absoluto, as ANOVAS encontraram diferenças entre blocos de

tentativas para todos os grupos: CO [F(7; 133)=9,25, $p=0,00$]; AL [F(7; 133)=13,09, $p=0,00$], CO-AL: [F(7; 133)=9,62, $p=0,00$], e AL-CO [F(7; 133)=18,98, $p=0,00$]. Os *post hoc* apontaram diferenças entre os erros dos blocos iniciais e aqueles dos blocos finais em todos os grupos. Ademais, foi mostrado que no grupo CO-AL aumentou o erro absoluto em razão da modificação do tipo de prática ($p<0,05$).

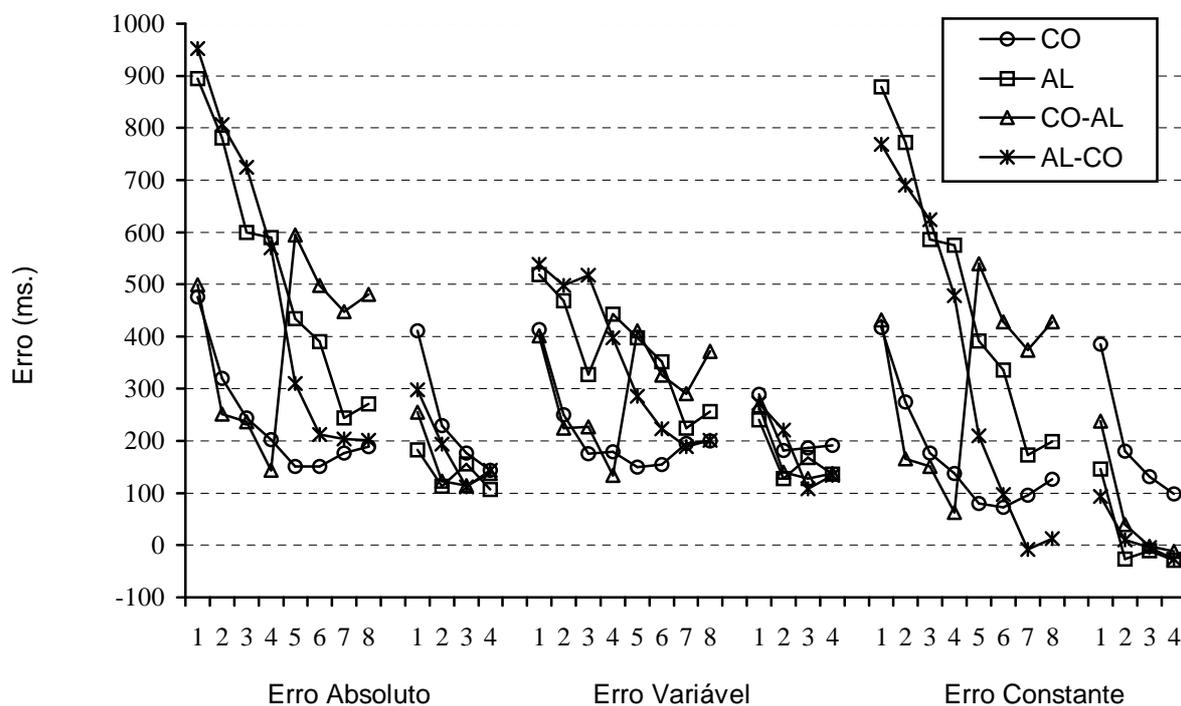


Figura 3 – Erros absoluto, variável e constante, em milissegundos, em blocos de 9 tentativas, dos quatro grupos experimentais (CO, AL, AL-CO e CO-AL), da fase de estabilização (1 a 8) (média) e adaptação (1 a 4) (mediana).

Na fase de adaptação as análises inferenciais (ANOVAs de Kruskal-Wallis e de Friedman) apontaram diferenças entre grupos no oitavo bloco da fase de estabilização [$H(3, N=80)=9,14$, $p=0,03$] e no segundo [$H(3, N=80)=9,39$, $p=0,02$] e terceiro [$H(3, N=80)=8,01$, $p=0,04$] blocos da fase de adaptação. Verificaram-se também diferenças entre blocos de tentativas em todos os grupos: CO [$X^2 (N=20, gl=4)=27,36$, $p=0,00$], AL [$X^2 (N=20, gl=4)=28,20$, $p=0,00$], CO-AL [$X^2 (N=20, gl=4)=28,34$, $p=0,00$], e AL-CO [$X^2 (N=20, gl=4)=27,00$, $p=0,00$].

O teste *U Mann Whitney* localizou diferenças no 8º bloco de tentativas da fase de

estabilização entre os grupos CO e CO-AL ($Z=2,29$, $p=0,02$) e CO-AL ($Z=2,54$, $p=0,01$). No 2º bloco de tentativas da fase de adaptação, as diferenças ocorreram entre os grupos CO e AL ($Z=2,62$, $p=0,01$) e CO-AL ($Z=2,38$, $p=0,02$), e no 3º bloco desta mesma fase, entre os grupos CO e AL-CO ($Z=2,78$, $p=0,01$).

O teste de *Wilcoxon*, no grupo CO, localizou diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e o 1º bloco da fase de adaptação ($Z=3,25$, $p=0,00$); entre o 1º e os demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,32$, $p=0,00$; $Z=3,51$, $p=0,00$; $Z=3,47$, $p=0,00$, respectivamente); e entre o 2º e o 4º

blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=2,01$, $p=0,04$). No grupo AL foram localizadas diferenças entre o 8º bloco da fase de estabilização e o 2º, 3º e 4º blocos da fase de adaptação ($Z=2,84$, $p=0,01$; $Z=2,87$, $p=0,00$; e $Z=3,32$, $p=0,00$, respectivamente) e entre o 1º e o 2º, 3º e 4º de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,32$, $p=0,00$; $Z=3,28$, $p=0,00$; $Z=3,54$, $p=0,00$, respectivamente). No grupo CO-AL foram localizadas diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e o 2º, 3º e 4º blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,66$, $p=0,00$; $Z=3,54$, $p=0,00$ e $Z=3,17$, $p=0,00$, respectivamente) e entre o 1º e o 2º, 3º e 4º blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,32$, $p=0,00$; $Z=3,50$, $p=0,00$; $Z=3,10$, $p=0,00$, respectivamente). No grupo AL-CO foram localizadas diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e os dois primeiros blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,25$, $p=0,00$; $Z=2,50$, $p=0,01$), entre o 1º e demais blocos com os 2º, 3º e 4º da fase de adaptação ($Z=2,80$, $p=0,00$; $Z=3,62$, $p=0,00$ e $Z=3,02$, $p=0,00$, respectivamente) e entre o 2º bloco da fase de adaptação e os blocos 3º e 4º ($Z=2,91$, $p=0,00$ e $Z=2,35$, $p=0,02$).

Erro variável: as ANOVAS encontram diferenças entre blocos para todos os grupos: CO, [F(7; 133)=9,62, $p=0,00$], AL [F(7; 133)=5,60, $p=0,00$], CO-AL, [F(7; 133)=8,67, $p=0,00$], AL-CO [F(7; 133)=13,98, $p=0,00$]. Os testes *post hoc* apontaram diminuição do erro no início para o final da fase de estabilização ($p<0,05$). Mostraram, também, que no grupo CO-AL aumentou o erro com a modificação do tipo de prática. ($p<0,05$).

Quanto à adaptação, foram encontradas diferenças apenas no oitavo bloco de tentativas da fase de estabilização [H(3; N=80)=10,54, $p=0,01$]. Em relação aos blocos de tentativas, foram encontradas diferenças nos grupos AL [$X^2(N=20, gl=4)=24,56$, $p=0,00$], CO-AL [$X^2(N=20, gl=4)=15,88$, $p=0,00$] e AL-CO [$X^2(N=20, gl=4)=17,96$, $p=0,01$]. Não foi verificada diferença entre blocos para o grupo CO ($p=0,06$).

No tocante às diferenças entre grupos, o teste *U Mann Whitney* localizou diferenças apenas no 8º bloco da fase de estabilização entre os grupos CO e CO-AL ($Z=-2,56$, $p=0,01$) e CO-AL com AL-CO ($Z=2,56$, $p=0,01$).

No que tange às diferenças intragrupos, o teste *post hoc* de *Wilcoxon*, no grupo AL, localizou diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e o 2º, 3º e 4º blocos da fase de adaptação ($Z=3,09$, $p=0,00$; $Z=2,50$, $p=0,01$ e $Z=3,17$; $p=0,00$, respectivamente); e, entre o 1º e os demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,28$, $p=0,00$; $Z=2,65$, $p=0,01$ e $Z=3,43$; $p=0,00$, respectivamente).

No grupo CO-AL foram localizadas diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e o 2º, 3º e 4º blocos da fase de adaptação ($Z=2,65$, $p=0,01$; $Z=3,32$, $p=0,00$ e $Z=2,79$, $p=0,01$, respectivamente); e, entre o 1º e os demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=2,35$, $p=0,02$; $Z=3,25$, $p=0,00$ e $Z=2,01$, $p=0,04$, respectivamente).

No grupo AL-CO o teste de *Wilcoxon* localizou diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e os dois primeiros blocos da fase de adaptação ($Z=2,57$, $p=0,01$ e $Z=2,05$, $p=0,04$); entre o 1º bloco com 3º e 4º blocos da fase de adaptação ($Z=3,17$, $p=0,00$ e $Z=3,32$, $p=0,00$); e entre o 2º seguintes blocos ($Z=2,01$, $p=0,04$ e $Z=2,31$, $p=0,02$, respectivamente).

Em relação ao erro constante, as ANOVAS encontraram diferenças entre blocos para todos os grupos: CO [F(7;133)=8,85, $p=0,00$]; AL [F(7;133)=13,71, $p=0,00$], CO-AL [F(7;133)=10,26, $p=0,00$] e AL-CO [F(7;133)=12,67, $p=0,00$]. Mais uma vez, os testes *post hoc* apontaram diminuição do erro no início para o final da fase de estabilização ($p<0,05$) e, também, que no grupo CO-AL aumentou o erro com a modificação do tipo de prática. ($p<0,05$).

Já na fase de adaptação, as análises inferenciais (ANOVAs de *Kruskal-Wallis* e de *Friedman*) apontaram diferenças entre grupos no 8º bloco de tentativas da fase de estabilização [H(3,N=80)=13,95, $p=0,00$], no 1º [H(3,N=80)=8,13; $p=0,04$] e 2º [H(3,N=80)=18,44, $p=0,00$] blocos de tentativas da fase de adaptação. Foram encontradas, também, diferenças entre blocos nos grupos: CO [$X^2(N=20, gl=4)=25,68$] $p=0,00$, AL [$X^2(N=20, gl=4)=41,52$, $p=0,00$] e CO-AL [$X^2(N=20, gl=4)=38,28$, $p=0,00$]. Não foram verificadas

diferenças entre os blocos para o grupo AL-CO ($p=0,00$).

No que se refere a diferenças entre grupos, o teste de *U Mann Whitney* localizou diferenças no 8º bloco de tentativas da fase de estabilização, entre os grupos CO e CO-AL ($Z=-2,38$, $p=0,02$), AL e AL-CO ($Z=2,16$, $p=0,03$) e entre CO-AL e AL-CO ($Z=3,46$, $p=0,00$); no 1º bloco de tentativas da fase de adaptação, entre os grupos CO e AL ($Z=2,461$, $p=0,013$) e CO e AL-CO ($Z=2,27$, $p=0,02$); e, no 2º bloco desta mesma fase, entre os grupos CO e AL ($Z=3,95$, $p=0,00$), CO e CO-AL ($Z=3,30$, $p=0,00$), e AL e AL-CO ($Z=2,00$, $p=0,04$).

No que se refere a diferenças entre blocos, o teste de *Wilcoxon*, no grupo CO localizou diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e os dois primeiros blocos da fase de adaptação ($Z=3,28$, $p=0,00$ e $Z=2,09$, $p=0,04$); entre o 1º e os demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,28$, $p=0,00$; $Z=3,47$, $p=0,00$; $Z=3,43$, $p=0,00$, respectivamente); e, entre o 2º e os dois últimos blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=2,35$, $p=0,02$ e $Z=2,01$, $p=0,04$).

No grupo AL foram localizadas diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e os três últimos blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,51$, $p=0,00$; $Z=3,09$, $p=0,00$ e $Z=3,54$, $p=0,00$, respectivamente); e, entre o 1º e os demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,88$, $p=0,00$; $Z=3,62$, $p=0,00$ e $Z=3,39$, $p=0,00$, respectivamente).

No grupo CO-AL o teste de *Wilcoxon* localizou diferenças entre o 8º bloco de tentativas da fase de estabilização e o 2º, 3º e 4º blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,65$, $p=0,00$; $Z=3,73$, $p=0,00$ e $Z=3,58$, $p=0,00$, respectivamente); e, entre o 1º e os demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($Z=3,39$, $p=0,00$; $Z=3,92$, $p=0,00$ e $Z=3,62$, $p=0,00$, respectivamente).

Em síntese, na fase de estabilização todos os grupos tornaram-se mais precisos e consistentes. Um destaque que se faz é que, após isso, o grupo de prática constante-aleatória piorou em seu desempenho nesses quesitos.

Similarmente ao experimento 1, todos os grupos iniciaram a fase de estabilização tocando o sensor após o acendimento do diodo-alvo, ou

seja, em atraso; contudo, diferentemente daquele experimento, no presente apenas dois grupos passaram a executar o último toque no sensor anteriormente ao acendimento do diodo-alvo no decorrer dessa fase, especificamente enquanto a prática era constante: os grupos de prática constante-aleatória e aleatória-constante.

Na fase de adaptação o grupo de prática constante foi o menos preciso. Verificou-se que o desempenho de todos os grupos foi perturbado com a modificação na tarefa, mas foi retomado no decorrer dessa fase. Entretanto, isso não ocorreu em termos de consistência. Interessante notar que o grupo de prática constante, o mais impreciso, foi o único que não se perturbou na medida de consistência.

O grupo de prática constante foi aquele com desempenho mais atrasado, e o grupo de prática aleatória-constante não mostrou perturbação em termos de erro constante.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os efeitos das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante no processo adaptativo de aprendizagem motora foram investigados em razão da complexidade da tarefa. No presente estudo, a complexidade da tarefa foi considerada em relação à quantidade de elementos.

A interpretação dos resultados está organizada com base em dois principais aspectos: efeitos comparativos das estruturas de prática e magnitude do desempenho.

No que concerne ao primeiro aspecto, os resultados permitem afirmar que a complexidade da tarefa é um fator que afeta os efeitos da estruturação da prática no processo adaptativo de aprendizagem motora. Isso se deve a que, para a aprendizagem da tarefa simples, com quatro componentes (toques), a adaptação ocorreu com similar desempenho para os quatro grupos, enquanto para a tarefa complexa o desempenho foi pior para o grupo de prática constante.

Essa afirmação ganha suporte no estudo de Corrêa (2001), o qual envolveu o mesmo delineamento, mas com uma tarefa de *timing* coincidente com cinco componentes. Os resultados desse estudo foram favoráveis à adaptação via prática constante-aleatória. Dessa

forma, verifica-se que os efeitos das estruturas de prática constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante no processo adaptativo são diferentes para a aprendizagem de tarefas de *timing* coincidente com quatro, cinco e seis componentes. Respectivamente, poder-se-ia sugerir que, para a aprendizagem de tarefas de *timing* coincidente com quatro componentes, os efeitos são igualmente favoráveis às citadas estruturas de prática. Para a aprendizagem de tarefas com cinco componentes, a prática constante-aleatória é a mais eficaz; e no caso da aprendizagem de tarefas de *timing* coincidente com seis componentes, os efeitos são similares para as estruturas aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante e superiores àqueles da prática constante.

Essa interpretação dá sustentação à hipótese levantada, de que os efeitos das diferentes estruturas de prática seriam afetados pela complexidade da tarefa e, por conseguinte, também as proposições acerca da complexidade da tarefa em aprendizagem motora. Em outras palavras, pode-se sugerir que isso tenha ocorrido pelo fato de as tarefas nos experimentos 1 e 2 envolverem diferentes demandas de atenção, memória e de capacidade de processamento de informação (BILLING, 1980; WULF; SHEA, 2002).

De outra forma, os resultados desse estudo permitem dizer que os efeitos das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante no processo adaptativo de aprendizagem motora são dependentes de vários fatores, o que implica na tomada de certa cautela em termos de generalização de resultados. Na presente pesquisa, o fator foi complexidade da tarefa, porém a própria literatura já mostra evidências sobre outros fatores. Por exemplo, o estudo de Barros (2006) mostrou que os efeitos das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante no processo adaptativo de aprendizagem motora são dependentes da especificidade da tarefa. Ainda, poder-se-ia sugerir, como Wulf e Shea (2002), que os resultados de experimentos de aprendizagem realizados com tarefas simples não são generalizáveis para a aprendizagem de tarefas complexas.

Além dos efeitos comparativos das diferentes estruturas de prática nos dois experimentos, a interpretação de que a complexidade da tarefa afeta os efeitos das práticas constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante no processo adaptativo de aprendizagem motora ganha suporte em outra dimensão dos resultados: a magnitude dos erros, o segundo aspecto.

Quando, por exemplo, se observam os desempenhos dos grupos nas Figuras 2 e 3, verifica-se que, enquanto na primeira (simples) os grupos que iniciaram com a prática constante o fizeram com aproximadamente 250 milissegundos de erro e os grupos que iniciaram com a prática aleatória tiveram até aproximadamente 430 milissegundos de erro, na tarefa complexa os erros foram, respectivamente, de cerca de 500 e 950 milissegundos. Ainda, enquanto na tarefa simples os erros estiveram entre 150 e 200 milissegundos no final da fase de estabilização, na tarefa complexa eles estiveram entre 200 e 500 milissegundos.

Esses resultados possibilitam sugerir que a tarefa no experimento 2 envolveu um maior nível de dificuldade e de desafio à capacidade cognitiva do aprendiz (WULF; SHEA, 2002). Para esses autores, a complexidade da tarefa muitas vezes tem sido utilizada como sinônimo de dificuldade da tarefa.

Retomando o conceito de prática apresentado anteriormente (TANI, 1999), com base nos resultados e nas interpretações já realizadas, poderia ser dito que tarefas complexas requerem maior esforço na organização, execução, avaliação e modificação das ações motoras a cada execução por parte do aprendiz, em comparação com tarefas simples.

A análise dos resultados incita, ainda, à seguinte pergunta: por que as diferentes estruturas de prática tiveram efeitos similares no processo adaptativo relacionado à aprendizagem da tarefa simples e a prática constante teve efeito diferente e inferior ao das demais estruturas de prática no que concerne à tarefa complexa?

Uma possível explicação remete-se ao fato de o nível de exigência cognitiva para a compreensão da tarefa simples ter sido baixo ao ponto de permitir a similar estabilização para os

quatro grupos. Por outro lado, na tarefa complexa, a explicação poderia ter a mesma linha de raciocínio de Tani (1982): pode ser que a prática constante tenha implicado em excesso ou ênfase em uma única sequência de toques e velocidade do estímulo visual ao ponto de causar certa rigidez à estrutura formada, comprometendo sua adaptação.

Em conclusão, a complexidade da tarefa afetou os efeitos da estruturação da prática no processo

adaptativo de aprendizagem motora em relação aos efeitos comparativos das estruturas de prática e à magnitude do desempenho (erro). Em termos de estudos futuros, é preciso utilizar mais habilidades motoras complexas na investigação da aprendizagem, ou seja, incluir habilidades que requeiram o controle de vários graus de liberdade e envolvam movimentos de corpo inteiro e/ou habilidades do mundo real, a fim de adquirir novas descobertas sobre o processo de aprendizagem.

PRACTICE SCHEDULE AND TASK COMPLEXITY IN THE ADAPTIVE PROCESS OF MOTOR LEARNING

ABSTRACT

The objective of this work was to investigate the effects of practice schedule in the adaptive process of motor learning in reason of task complexity. The participants were one hundred and sixty children of both gender and the task was of coincident timing. In the experiment 1 the task consisted of touching four response keys sequentially in conjunction with a visual stimulus (simple task), and, in the experiment 2, the task evolved six touches (complex task). The experiments involved constant, random, constant-random and random-constant practice groups, and the stabilization and adaptation phases. Dependent variables were absolute, variable and constant errors. The results show that task complexity affected the effects of practice schedule in the adaptive process of motor learning. It was verified that for learning of simple task the adaptation occurred with similar performance for all groups, while the complex task showed worse performance for constant group.

Keywords: Practice schedule. Task complexity. Adaptive process of motor learning.

REFERÊNCIAS

- BARROS, J. A. C. **Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora: efeitos da especificidade da tarefa.** 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)–Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BILLING, J. Na overview of task complexity. **Motor Skills: theory into practice**, Bronx, v. 4, p.18-23, 1980.
- CORREA, U. C. **Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras.** 2001. Tese (Doutorado em Educação Física)–Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- CORRÊA, U. C. et al. Estrutura de prática e processo adaptativo na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, São Paulo, n. 22, p. 69-84, 2001.
- CORRÊA, U. C. et al. Practice schedule and adaptive process in the acquisition of a manual force control task. **Journal of Human Movement Studies**, Edinburgh, v. 44, p. 121-138, 2003.
- CORRÊA, U. C. et al. Prática constante-aleatória e aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante e da manipulação de exigências motoras da tarefa. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 41-52, 2006.
- CORRÊA, U. C. et al. A prática constante-aleatória e o processo adaptativo de aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 301-314, 2007.
- CORRÊA, U. C. Reflexões sobre a complexidade da tarefa na aprendizagem de habilidades motoras: um olhar para as dimensões estrutural e funcional a partir da estruturação de prática. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 12.; 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], 2008.
- CORRÊA, U. C.; TANI, G. Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. PI n° 0.4.04.433-4 de 03/08/2004. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 1763, p.178, 2004.
- GONÇALVES, L. A. **Estrutura de prática e idade no processo adaptativo da aprendizagem de uma tarefa de timing coincidente.** 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)–Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- HENRY, F. M.; ROGERS, D. E. Increased response latency for complicated movements and a "memory drum" theory of neuromotor reaction. **Research Quarterly**, Washington, D. C., v. 31, p. 448-458, 1960.
- MASSIGLI, M. **Estrutura de prática e validade ecológica no processo adaptativo de aprendizagem motora.** 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)–Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- MASSIGLI, M. et al. Os efeitos de diferentes distribuições da prática constante-aleatória no processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras: manipulação de exigências perceptivas da tarefa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA E MOTRICIDADE HUMANA, 3.; SIMPÓSIO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, 9.; 2003. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 2003.

- NAYLOR, J. C.; BRIGGS, G. E. Effects of task complexity and task organization on the relative efficiency of part and whole training methods. **Journal of Experimental Psychology**, Ohio, v. 65, no. 3, p. 217-224, 1963.
- PAROLI, R. **Efeito da estrutura de prática na aquisição de uma habilidade motora**. 2004. 278 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)—Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- PINHEIRO, J. P. **A prática constante-aleatória e a diversificação de habilidades motoras**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)—Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- PINHEIRO, J. P.; CORRÊA, U. C. Estrutura de prática na aquisição de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 7, n. 3, p. 336-346, 2007.
- TANI, G. Criança e movimento: o conceito de prática na aquisição de habilidades motoras. In: KREBS, R. J.; COPETTI, F.; BELTRAME, T. S.; USTRA, M. **Perspectivas para o desenvolvimento infantil**, Santa Maria: SIEC, 1999. p. 57-64.
- TANI, G. et al. Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 6, p. 16-25, 1992.
- TANI, G. **Processo adaptativo na aprendizagem de uma habilidade perceptivo-motora**. 1982. Tese (Doutorado)—Universidade de Hiroshima, Hiroshima, 1982. Resumo.
- TANI, G. **Variabilidade de resposta e o processo adaptativo em aprendizagem motora**. 1989. Tese (Livre Docência)—Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- TERTULINO, I. W. et al. Estrutura de prática e frequência de feedback extrínseco na aprendizagem de habilidades motoras. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 22, p. 103-118, 2008.
- WALTER, C. et al. Estrutura de prática e liberdade de escolha na aprendizagem de habilidades motoras. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 8, n. 3, p. p. 337-346, 2008.
- WULF, G.; SHEA, C. H. Principles derived from the study of simple skills do not generalize skill learning. **Psychonomic Bulletin & Review**, Austin, v. 9, p. 185-211, 2002.

Recebido em 16/04/09

Revisado em 13/07/09

Aceito em 10/10/09

Endereço para correspondência: Umberto Cesar Corrêa. LACOM-EEFE-USP, Av. Prof. Mello Moraes, 65, Butantã, CEP 05508-030, São Paulo-SP, Brasil. E-mail: umbertoc@usp.br