

Perturbação perceptiva e processo adaptativo na aprendizagem de uma tarefa de “timing” coincidente

CDD. 20.ed. 152

Herbert UGRINOWITSCH*
Umberto Cesar CORRÊA**
Go TANI**

*Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais.

**Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

Resumo

Com base em um modelo de não-equilíbrio de aprendizagem motora, foi realizado um estudo para investigar o efeito da perturbação perceptiva no processo adaptativo em aprendizagem motora. O experimento teve duas fases: estabilização e adaptação, com 50 e 20 execuções, respectivamente. A tarefa motora consistiu em executar uma seqüência de ações com a mão dominante em relação a um estímulo visual (“timing” antecipatório em tarefas complexas). Na primeira fase, os sujeitos executaram a tarefa com o estímulo visual numa velocidade constante e igual para todos os grupos e, na fase de adaptação, foi inserida uma perturbação perceptiva caracterizada por uma mudança na velocidade do estímulo visual. Os grupos foram divididos de acordo com a perturbação: velocidade rápida, lenta, rápida/lenta e lenta/rápida. Os resultados mostraram apenas indícios de que o grupo com alteração da velocidade na metade do percurso (lenta/rápida) teve mais dificuldade em se adaptar.

UNITERMOS: Aprendizagem motora; Perturbação; Estabilização; Adaptação; Percepção.

Introdução

Todo aprendiz enfrenta uma série de dificuldades no momento que inicia a prática de uma habilidade motora. Ele precisa, na maioria das vezes, organizar todos os componentes da sua ação em consideração a eventos externos. Por exemplo, para executar um cabeceio no futebol, o aprendiz tem que correr, saltar, cabecear e aterrissar. Tudo isso em integração ao estímulo externo (velocidade, trajetória e altura da bola). Com prática e “feedback”, o aprendiz adquire consistência na organização dos componentes e passa a atingir a meta cada vez com mais eficiência.

No entanto, considerando principalmente habilidades como a acima exemplificada, com alta demanda de exigências perceptivas e motoras, é comum o aprendiz defrontar-se constantemente com diferentes variações em trajetória e/ou velocidade da bola. Nesse caso, uma pergunta que surge é: como é que o aprendiz se adapta a isso? Ou, em outras palavras, o aprendiz se adapta de forma diferente quando enfrenta diferentes variações relativas à bola?

Respostas a essas questões são possíveis de serem elaboradas a partir de modelos e teorias tradicionais de aprendizagem motora, tais como FITTS e POSNER (1967), ADAMS (1971) e GENTILE (1972), porém, com certa limitação. Isso porque tais modelos e teorias explicam como ocorre a estabilização do desempenho, mas não a adaptação, pois se caracterizam por modelos de equilíbrio, que lidam exclusivamente com “feedback” negativo (TANI, 1995). Sob esse ponto de vista, a aprendizagem motora é explicada apenas como um processo de estabilização que culmina com a automatização do desempenho.

No entanto, ver a aprendizagem motora dessa forma significa negligenciar a característica essencial de seres humanos como sistemas abertos, os quais estão em constante mudança devido à troca de informação/matéria/energia com o ambiente (BERTALANFFY, 1952, 1977). Quando se considera essa característica, a aprendizagem motora deve ser visualizada além da estabilização do desempenho.

Contudo, para isso é necessário considerar-se processos de “feedback” positivo (MARUYAMA, 1963). Os modelos baseados em “feedback” negativo e positivo são caracterizados como modelos de não equilíbrio (TANI, 1995).

Recentemente um modelo de não equilíbrio em aprendizagem motora tem sido proposto por CHOSHI (1986, 2000), CHOSHI e TANI (1983) e TANI (1989, 1995, 2000). Nesse modelo, algumas vezes denominado de “processo adaptativo em aprendizagem motora”, a aprendizagem é explicada com base em dois processos: estabilização e adaptação. Quando se inicia a prática de uma habilidade, o desempenho é instável, pois não existe interação entre os componentes que compõem a habilidade e fica inviável atingir a meta ambiental. Com a prática aliada ao “feedback” negativo, o desempenho torna-se estável e é possível atingir a meta com precisão. Esse é o processo de estabilização. Nele, ocorre a padronização das funções, o que permite a inferência da formação de uma estrutura (TANI, 1995).

Contudo, uma vez que seres humanos estão em contínua troca com meio ambiente, que por sua vez está em constante mudança, eles estão sujeitos a perturbações que podem quebrar sua estabilidade. Em outras palavras, devido às alterações ambientais e à contínua utilização e reutilização de matéria/energia e informação, a estabilidade de seres vivos, bem como sua interação com o meio ambiente, estão continuamente sendo rompidas

(FORD & LERNER, 1992). Portanto, em sistemas vivos, deve-se considerar o modo como um padrão ou uma estrutura mantém a estabilidade mas também como ela se adapta às perturbações (COOK, 1980; KELSO, 1995; KELSO & HAKEN, 1997). Adaptação pode ser entendida como a emergência de novas formas em um conjunto já organizado (ZANONE & KELSO, 1992) ou, em outras palavras, a modificações nas estruturas já existentes.

Do ponto de vista da aprendizagem motora, a adaptação ou o processo adaptativo refere-se à modificação e reorganização das habilidades já adquiridas para fazer frente a perturbações. De acordo com TANI (2005, no prelo), a adaptação pode ser feita por meio da própria flexibilidade do sistema (adaptação paramétrica). Todavia, existem perturbações que exigem modificações na estrutura da habilidade adquirida. Esse tipo de adaptação é denominado de estrutural.

Em suma, ao visualizar a aprendizagem motora além da estabilização, um importante fator - a perturbação - deve ser levado em consideração. Nessa pesquisa uma perturbação está sendo entendida como algo que modifica, causa mudanças (DORON & PAROT, 1998), ou ainda como uma incerteza inserida no sistema, a qual ele precisa se adaptar. Considerando que, para que haja o processo adaptativo é necessário que exista perturbação, torna-se importante esclarecer como diferentes perturbações afetam o processo adaptativo. Esse foi o objetivo do presente trabalho.

Método

Participaram como voluntários deste experimento 16 universitários de ambos os sexos, estudantes da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

A tarefa utilizada foi a de “timing” coincidente. Mais especificamente, os sujeitos tinham que tocar certos alvos em uma ordem pré-estabelecida (1-4-2-3-5) em integração a um estímulo visual. Para tanto, foi utilizado o aparelho de “timing” coincidente em tarefas complexas (FIGURA 1). O aparelho constava de: a) uma canaleta de 200 centímetros de comprimento, 10 centímetros de largura e 10 centímetros de altura. Sobre a canaleta estão dispostos, em linha reta, 100 diodos (“leds”) distantes um centímetro uns dos outros; b) uma mesa de madeira de 70 centímetros de comprimento, 90 centímetros de largura e seis centímetros de

altura, sobre a qual havia; c) cinco sensores com cinco centímetros de largura e 15 centímetros de comprimento; d) uma caixa de 10 centímetros de comprimento, 20 centímetros de largura e dois centímetros de altura com cinco “leds” que informavam o erro referente ao “timing” coincidente ao executante (“feedback”); e e) o computador com um “software” que possibilitava os diodos acenderem e apagarem em seqüência e em diferentes velocidades, o controle do início do acendimento dos diodos e o intervalo entre as tentativas.

Os participantes foram divididos aleatoriamente de acordo com o tipo de perturbação, sendo que ela referiu-se à demanda da tarefa utiliza, isto é, a uma modificação no estímulo visual luminoso. Isso caracterizou uma perturbação perceptiva. Dessa forma, os grupos foram: de velocidade rápida (GR),

de velocidade lenta (GL), de velocidade rápida/lenta (GRL) e de velocidade lenta/rápida (GLR). Nos grupos GR e GL, o acendimento de todos os diodos tinha uma velocidade constante e nos grupos GRL e GLR, acontecia uma alteração na velocidade de

acendimento dos diodos exatamente na metade de uma canaleta que tinha 1,83 m de comprimento com 97 diodos, ou seja, do acendimento do diodo de número 49 para o de número 50, pois o primeiro diodo era de atenção.

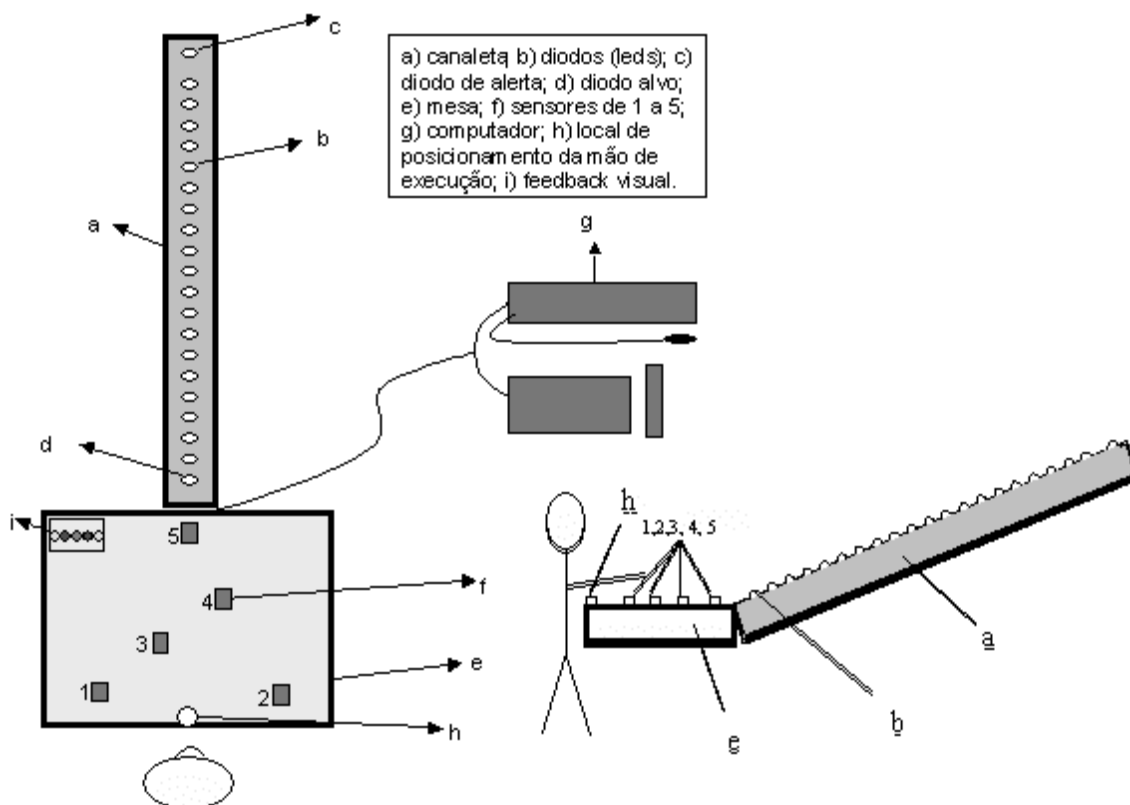


FIGURA 1 - Ilustração do aparelho de “timing” coincidente em tarefas complexas (CORRÊA & TANI, 2004).

Para a execução da tarefa, os participantes se posicionavam de frente para a mesa com os sensores e regulavam a altura da cadeira de forma a tocarem em todos os sensores sem dificuldades. A canaleta com os diodos estava com uma inclinação de aproximadamente 30° em relação à mesa. Ao acender o primeiro diodo o sujeito posicionava a mão dominante para o início da tarefa. Em seguida, o segundo diodo acendia e apagava o primeiro, e assim sucessivamente, até o último diodo alvo. Ao acender o segundo diodo o sujeito iniciava a tarefa, que consistia em tocar nos cinco sensores na seqüência 1-4-2-3-5, de forma a coincidir o toque no último sensor com o acendimento do último diodo alvo.

A primeira fase, denominada de estabilização, constou de 50 execuções numa velocidade constante (124,5 cm/s), seguida da fase de adaptação com 20

execuções numa nova velocidade, de acordo com o grupo experimental. A velocidade no GR foi de 153,1 cm/s, de 104,9 cm/s no GL, de 182,6 cm/s na primeira metade dos diodos e de 94,9 cm/s na segunda parte dos diodos no GRL. No GLR as parciais foram as mesmas do GRL, porém em ordem invertida. Vale lembrar que a velocidade total no GRL e GLR foi exatamente a mesma da fase de estabilização, diferindo somente nas velocidades parciais. Essas velocidades (rápida e lenta) foram identificadas como velocidades limite, pois quando a alteração da velocidade era para mais ou para menos havia uma grande queda no desempenho. Além disso, o aparelho permite um número elevado de combinações de velocidades de acendimento dos diodos, mas foram utilizadas as variações mais prováveis de acontecer em situações do mundo real como o efeito de uma bola em um jogo de tênis.

Resultados

Os resultados foram analisados através do erro absoluto e do erro variável de cada grupo. Na fase de estabilização foi feita a análise intragrupo, cujo objetivo foi identificar se houve mudanças no comportamento em função da prática e, também, uma análise intergrupos ao final da fase para verificar se todos os grupos terminaram essa fase com o mesmo nível de desempenho. Na fase de adaptação, foi realizada somente a análise intergrupos, pois o objetivo foi verificar se houve diferença entre os grupos em função da perturbação inserida.

Com relação ao erro absoluto, as análises de Friedman X^2 indicaram diferenças significantes nos

quatro grupos na fase de estabilização, o que indica que em todos os grupos houve uma diminuição do erro absoluto seguida pela manutenção do mesmo em determinado patamar (FIGURA 2). Os seguintes resultados foram encontrados: GR [X^2 (df = 9, n = 4) = 5,29 e $p < 0,05$], GL [X^2 (df = 9, n = 4) = 4,68 e $p < 0,05$], GRL [X^2 (df = 9, n = 4) = 3,04 e $p < 0,05$] e GLR [X^2 (df = 9, n = 4) = 5,34 e $p < 0,05$]. A análise intergrupos de Kruskal-Wallis não indicou diferença no último bloco da fase de estabilização para $p < 0,05$, indicando que todos os grupos estavam com o mesmo nível de desempenho antes de a perturbação ser inserida.

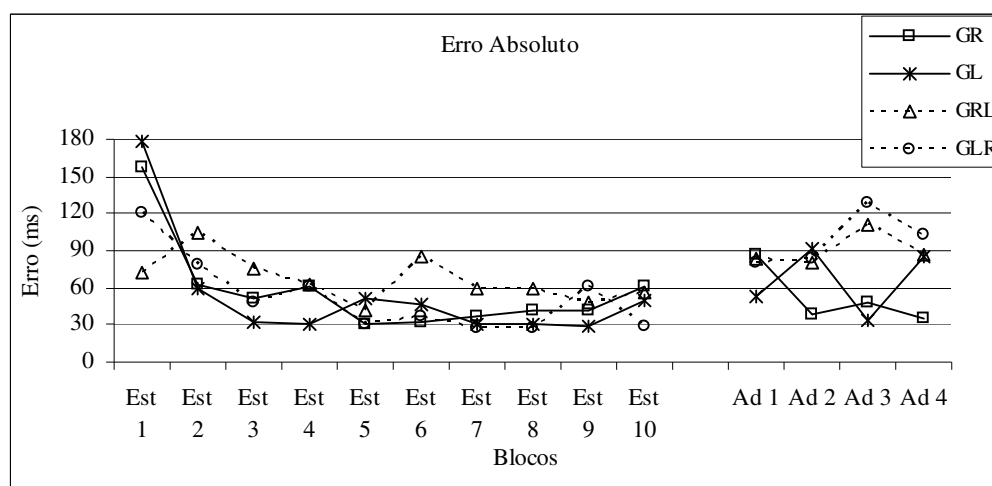


FIGURA 2 - Média do erro absoluto dos quatro grupos experimentais nas duas fases do experimento.

Dado o objetivo desse estudo, na fase de adaptação foi conduzida somente a análise intergrupos. Para essa análise foi conduzido o teste de Kruskal-Wallis e, posteriormente, o procedimento de Bonferroni. O teste indicou que houve diferença significativa somente no terceiro bloco entre o GLR e o GL, com H (df = 3, n = 16) = 4,39 e $p < 0,01$.

No que se refere ao erro variável (FIGURA 3), o teste intragrupo de Friedman X^2 indicou que os quatro grupos aumentaram a consistência do

desempenho na fase de estabilização, visto que se encontrou para o GR X^2 (df = 9, n = 4) = 6,81 e $p < 0,05$, para o GL X^2 (df = 9, n = 4) = 3,90 e $p < 0,05$, para o GRL X^2 (df = 9, n = 4) = 3,07 e $p < 0,05$ e para o GLR X^2 (df = 9, n = 4) = 4,72 e $p < 0,05$.

Para análise intergrupos no final da fase de estabilização, o teste de Kruskal-Wallis não indicou diferença para $p < 0,05$, o mesmo ocorrendo na fase de adaptação. Em outras palavras, não foi identificada diferença intergrupos nas duas fases do experimento.

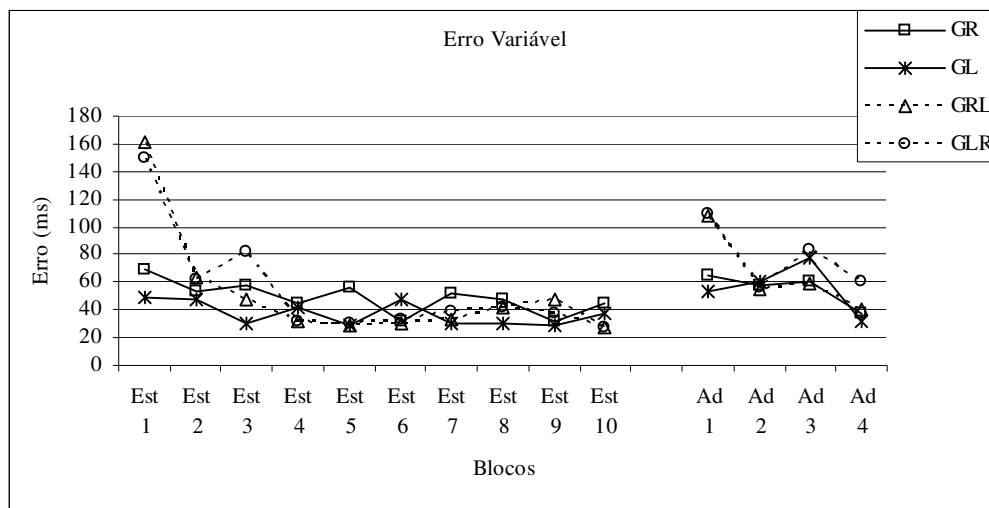


FIGURA 3 - Média do erro variável dos quatro grupos experimentais nas duas fases do experimento.

Discussão

Ao se focalizar a aprendizagem motora como um sistema aberto e hierárquico, torna-se necessário que se considere a adaptação como um processo fundamental. De acordo com TANI (1995), a adaptação de um sistema depende basicamente de dois aspectos: quando e quanta perturbação é inserida no sistema. Com relação a esse último aspecto, ao se considerar que habilidades motoras são organizadas espacial e temporalmente, poder-se-ia especular a adaptação em função de perturbações relativas a aspectos espaciais/motores, temporais/perceptivos e/ou espaciais e temporais de habilidades motoras conjuntamente. No presente estudo, as investigações referiram-se aos efeitos de perturbações relativas a aspectos temporais/perceptivos de uma tarefa de “timing” coincidente, no processo adaptativo em aprendizagem motora.

No geral, os resultados dão apenas indícios de que diferentes perturbações perceptivas podem causar diferentes efeitos no processo adaptativo. Isso porque foi encontrada diferença intergrupos somente em um bloco da fase de adaptação, no qual o GL foi mais preciso que o GRL.

Outros estudos têm demonstrado resultados mais consistentes sobre perturbações perceptivas, como os estudos de TRESILIAN e LONERGAN (2002) e TRESILIAN, OLIVER e CARROL (2003). Apesar de terem sido feitos sob a perspectiva de Controle Motor, podem fornecer informações para reflexão dos resultados obtidos neste estudo. No estudo de TRESILIAN e LONERGAN (2002), mudanças na

velocidade de deslocamento de um objeto a ser interceptado causou queda na consistência do desempenho, enquanto no estudo de TRESILIAN, OLIVER e CARROL (2003) a mudança na velocidade causou maior queda no desempenho do que a mudança no tamanho do objeto a ser interceptado. Esses estudos indicam que a perturbação perceptiva causa mudanças no desempenho, o que não é possível dizer observando os resultados aqui obtidos.

Esses resultados também vão de encontro aos obtidos em estudo piloto de CORRÊA (2001), que mostraram que velocidades mais lentas induziram a menor precisão e consistência no desempenho do que velocidades mais rápidas. Uma possível explicação para isso pode ser pensada com relação ao tempo de processamento de informações. Mais especificamente, nas velocidades mais baixas o executante possivelmente tenha maior dificuldade em sincronizar a elaboração do plano de ação com sua execução.

PINHEIRO e CORRÊA (2005) investigaram o desempenho de sujeitos em diferentes idades na mesma tarefa de “timing” coincidente do presente estudo, mas com desaceleração do estímulo visual. Os resultados mostraram que a desaceleração levou a um pior desempenho quando comparado à velocidade constante. Contudo, esse resultado foi observado no desempenho de somente 15 execuções. Em suma, os estudos supracitados mostraram o desempenho com diferentes velocidades, mas não como ocorreu a adaptação às mesmas.

No presente estudo, só em um bloco foi observado o efeito das diferentes perturbações na adaptação. Com relação a esse resultado, poder-se-ia especular que uma possível adaptação mais eficiente do GL em relação ao GLR é devida ao aumento da velocidade na metade do percurso, que deixava menos tempo para os ajustes necessários na tarefa e, dessa forma, com um erro maior. Entretanto, não é possível assumir uma posição mais radical de que o GLR teve mais dificuldade para se adaptar, o que leva a outra linha de raciocínio.

Uma outra abordagem dessa discussão é que a perturbação é um pré-requisito para a adaptação, e diferentes perturbações levam a diferentes adaptações. No estudo de UGRINOWITSCH (2003) foi utilizado um delineamento semelhante, com uma fase de estabilização seguida da fase de adaptação, na qual inserida a perturbação perceptiva, motora ou a perceptivo-motora (três tipos de perturbação). Os resultados mostraram que existe uma hierarquia na perturbação, pois os sujeitos se adaptaram melhor à perturbação perceptiva, seguida da motora e por último a perceptivo-motora. Esses resultados permitem dizer que diferentes perturbações causam diferentes exigências para se adaptar e, dessa forma, representam diferentes grandezas. Além disso, ficou claro que os sujeitos fazem diferentes mudanças na estrutura da habilidade (tempo relativo) quando é inserida uma perturbação perceptiva ou motora, de forma a manter o mesmo nível de desempenho. A existência apenas de indícios de diferença intergrupos (GL e GLR) aqui obtidos pode ser porquê as variações de velocidade (perturbações perceptivas) não significaram diferenças grandes o suficiente para causar mudanças significativas na adaptação, diferente da comparação de uma perturbação perceptiva e uma motora. Essa hipótese tem como base estudos com diferentes perturbações perceptivas que identificaram diferentes efeitos na adaptação (ex. TRESILIAN, PLOOY & CARROL, 2004).

No entanto, é preciso que se pense nisso com mais cautela/reflexão, principalmente em virtude da característica da tarefa utilizada. Em alguns estudos, a tarefa de “timing” referiu-se a apertar um botão utilizando-se do “temporizador de antecipação de Bassin” (*Bassin Anticipation Timer* – Lafayette Instrument Co., Model no. 50575). Embora os estudos em Aprendizagem Motora que se utilizaram desse aparelho tenham fornecido importantes contribuições para o entendimento da aprendizagem e performance humana, eles têm possibilitado identificar um grande problema: a simplicidade da tarefa.

Nesse tipo de tarefa, as demandas de processamento, além das exigências em termos da resposta em si (padrão de movimento), são muito aquém daquelas de habilidades do mundo real (BRADY, 1996, 1998; CHRISTINA, 1989; SHEA, SHEBILSKÉ & WORCHEL, 1993). Essa afirmação tem base em recentes estudos que utilizaram tarefas de “timing” coincidente mais complexas mostraram resultados diferentes daqueles obtidos com tarefas simples (TRESILIAN & LOREGAN, 2002; WILLIAMS, 2000; WILLIAMS, JASIEWICZ & SIMMONS, 2001).

No estudo de WILLIAMS (2000) foram investigados os efeitos da distância do movimento e da velocidade do estímulo no “timing” antecipatório do passe do futebol. Nesse estudo, os indivíduos posicionavam-se a 45° em relação ao Bassin e executavam um chute em uma bola com o objetivo de fazê-la coincidir com o acendimento do diodo alvo. Dois tipos de chute foram utilizados: curto e longo, sendo que além da distância e força aplicada na bola eles diferiam também na quantidade de passadas, portanto, no nível de complexidade, e o erro foi maior na tarefa mais complexa.

Na pesquisa de WILLIAMS, JASIEWICZ e SIMMONS (2001), os efeitos de diferentes tipos de movimentos sobre uma tarefa de “timing” antecipatório foram investigados em dois experimentos, verificando os efeitos do movimento de um dedo, de um braço e do corpo todo no “timing” antecipatório. Em outras palavras, foi investigado o “timing” antecipatório em tarefas com diferentes graus de liberdade. O estudo de TRESILIAN e LONERGA (2002) também dá suporte ao problema dos graus de liberdade da tarefa utilizada, pois os resultados foram distintos para as mesmas perturbações perceptivas em uma tarefa com um e com dois graus de liberdade. De modo geral, os resultados desses estudos mostraram que o desempenho em tarefas do “mundo real” e em tarefas mais complexas foi inferior àquele de tarefas simples (apertar um botão). Os autores inferiram que tarefas complexas e do mundo real exigem uma maior demanda de planejamento e organização cognitiva.

Ao pensar na aprendizagem como um processo adaptativo, independente do tipo de tarefa, a perturbação tem se mostrado como um fator determinante para que o sistema se modifique e se adapte, tanto neste estudo como em outros dentro da mesma linha de pesquisa (BENDA, 2001; CORRÊA, 2001; TANI, 1995; UGRINOWITSCH, 2003; UGRINOWITSCH & TANI, 2005, submetido à publicação). Particularmente em tarefas de “timing”

coincidente, a adaptação às perturbações perceptivas tem uma importância fundamental para um bom desempenho. Seguindo esse raciocínio, parece ser fundamental entender como acontece a adaptação à diferentes perturbações, o que ainda pode ocorrer em função do nível de estabilização do sistema.

Em conclusão, foram encontrados apenas indícios do efeito de diferentes perturbações perceptivas na adaptação. Novos estudos devem ser conduzidos com o objetivo de identificar o efeito desta variável na adaptação em tarefas complexas de “timing” coincidente.

Abstract

Perceptual perturbation and adaptive process in the learning of a coincident timing task

Based on a non-equilibrium model of motor learning, it was performed a study to investigate the effect of perceptual perturbation in the adaptive process in motor learning. The experiment had two phases: stabilization and adaptation with 50 and 20 trials, respectively. The task consisted of executing a sequence of actions with the dominant hand in relation to a visual stimulus (anticipatory timing in a complex task). In the first phase, subjects performed a task with a visual stimulus at a constant speed equal for all groups. In the second phase, a perceptual perturbation characterized by a change in the speed of the visual stimulator was inserted. The groups were divided accordingly to the perturbation: quick, slow, quick/slow and slow/quick. The results showed only indications that the group slow/quick had more difficulty to adapt.

UNITERMS: Motor learning; Perturbation; Stabilization; Adaptation; Perception.

Referências

- ADAMS, J.A. A close-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, Washington, n.3, p.111-50, 1971.
- BENDA, R.N. **Variabilidade de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras**. 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BERTALANFFY, L.V. **Problems of life: an evaluation of modern biological thought**. London: John Wiley & Sons, 1952.
- _____. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.
- BRADY, F. Anticipation of coincidence, gender and sport classification. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, v.82, p.227-39, 1996.
- _____. A theoretical and empirical review of the contextual interference effect and the learning of motor skills, *Quest*, Champaign, v.50, n.3, p.266-93, 1998.
- CHOSHI, K. Aprendizagem motora como um problema mal-definido. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, p.16-23, 2000. Suplemento 3.
- _____. Human motor learning as a self-organizing system. *Memories of the Arts and Science VI*. Hiroshima University, v.4, p.11-21, 1986. (In Japanese).
- CHOSHI, K.; TANI, G. Stable system and adaptive system in motor learning. In: JAPANESE ASSOCIATION OF BIOMECHANICS (Ed.). **The science of movement V**. Tokyo: Kyorin, 1983. (In Japanese).
- CHRISTINA, R. Motor learning: future lines of research. In: SAFRIT, M.J.; ECKERT, H.M. (Eds.). **The cutting edge in physical education and exercise science research**. Champaign: Human Kinetics, 1989. p.26-41. (American Academy of Physical Education Papers, 20).
- COOK, N.D. **Stability and flexibility: an analysis of natural systems**. Oxford: Pergamon Press, 1980..
- CORRÊA, U.C. **Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras**. 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CORRÊA, U.C.; TANI, G. Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. P.I. n. 0.403.433-4 de 03/08/2004. *Revista da Propriedade Industrial - RPI*, São Paulo, n.1763, p.178, 19/10/2004.

- DORON, R.; PAROT, F. **Dicionário de psicologia**. São Paulo: Ática, 1998.
- FITTS, P.M.; POSNER, M.I. **Human performance**. Belmont: Brooks-Cole, 1967.
- FORD, D.H.; LERNER, R.M. **Developmental systems theory: an integrative approach**. London: Sage, 1992.
- GENTILE, A.M. A working model of skill acquisition with application to teaching. **Quest**, Champaign, n.17, p.3-23, 1972.
- KELSO, J.A.S. **Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior**. Cambridge: The MIT Press, 1995.
- KELSO, J.A.S.; HAKEN, H. **Novas leis antecipáveis no organismo: a sinérgica do cérebro e do comportamento**. In: MURPHY, M.P.; O'NEILL, L.A.J. (Eds.). "O que é vida?" 50 anos depois: especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: Editora da UNESP, 1997. p.159-185.
- MARUYAMA, M. The second cybernetics: deviation-amplifying mutual casual processes. **American Scientist**, New Haven, v.51, n.2, p.164-79, 1963.
- PINHEIRO, J.P.; CORRÊA, U.C. Desempenho em uma tarefa complexa de "timing" coincidente com desaceleração do estímulo visual em indivíduos de diferentes idades. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.19, n.1, p.61-70, 2005.
- SHEA, C.H.; SHEBILSKIE, W.L.; WORCHEL, S. **Motor learning and control**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1993.
- TANI, G. **Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora**. 1989. Tese (Livre Docência) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- _____. **Organização hierárquica do comportamento motor humano**. Sheffield: Department of Psychology/University of Sheffield, 1995. (Technical report).
- _____. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, p.55-61, 2000. Suplemento 3.
- _____. Processo adaptativo: uma concepção de aprendizagem motora além da estabilização. In: _____. (Ed.). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.60-70.
- TANI, G. **O conceito de adaptação: implicações para uma nova concepção de aprendizagem motora**. (no prelo).
- TRESILIAN, J.R.; LONERGAN, A. Intercepting a moving target: effects of temporal precision constrains and movement amplitude. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.142, p.193-207, 2002.
- TRESILIAN, J.R.; OLIVER, J.; CARROL, T.J. Temporal precision of interceptive action: differential effects of target size and speed. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.148, p.425-38, 2003.
- TRESILIAN, J.R.; PLOOY, A.; CARROL, T.J. Constrains on spatiotemporal accuracy of interceptive action: effects of target size on hitting a moving target. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.155, p.509-26, 2004.
- UGRINOWITSCH, H. **Efeito do nível de estabilização do desempenho e do tipo de perturbação no processo adaptativo em aprendizagem motora**. 2003. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. p.364.
- UGRINOWITSCH, H.; TANI, G. Efeitos do tipo de perturbação e do nível de estabilização no processo adaptativo em aprendizagem motora. In: TANI, G. (Ed.). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.162-72.
- _____. Adaptation as a function of the type of perturbation and the level of stabilization in motor learning. (submetido à publicação).
- WILLIAMS, L.R.T. Coincidence timing of soccer pass: effects of stimulus velocity and movement distance. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.91, p.39-52, 2000.
- WILLIAMS, L.R.T.; JASIEWICZ, J.M.; SIMMONS, R.W. Coincidence timing of finger, arm and whole body movements. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.92, p.535-47, 2001.
- ZANONE, P. G.; KELSO, J. A. S. Learning and transfer as dynamical paradigms for behavioral change. In: STELMACH, G.E.; REQUIN, J. (Eds.). **Tutorials in motor behavior II**. Amsterdam: Elsevier Science, 1992. p.563-82.

ENDEREÇO

Herbert Ugrinowitsch
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Presidente Carlos Luz, 4664 - Pampulha
31310-250 - Belo Horizonte - MG - BRASIL
e-mail: herbertu@ufmg.br

Recebido para publicação: 31/08/2004
1a. Revisão: 18/02/2005
2a. Revisão: 02/02/2006
Aceito: 20/04/2006