



Aprendizagem de Habilidades Motoras em Crianças: Algumas Diferenças na Capacidade de Processar Informações

Suzete Chiviakowsky*
Mário Godinho**

Introdução

Os movimentos simples e com pouco controlo observados em crianças pequenas podem transformar-se, com o passar do tempo, em acções altamente habilidosas, como verificamos em atletas adultos famosos. Estas transformações têm sido o foco principal das teorias que procuram explicar a aprendizagem de habilidades motoras e o desenvolvimento motor.

As mudanças relacionadas com o desenvolvimento motor, que também implicam mudanças no desempenho e na aprendizagem de habilidades motoras podem ser atribuídas, de acordo com Connolly (1970), a duas classes de variáveis. A primeira, que o autor chama de mudanças «hardware», refere-se a mudanças básicas que acompanham o crescimento. Estão incluídas nesta classe, o desenvolvimento de factores mecânicos como o aumento da força e do tamanho dos membros, assim como de factores neurológicos, como a melhoria das componentes do sistema nervoso central. Estas mudanças são consideradas como estruturais. A segunda classe de variáveis é chamada de mudanças «software» e refere-se à melhoria na capacidade de utilização das estruturas em desenvolvimento. Tais mudanças, consideradas cognitivas, ocorrem como consequência do desenvolvimento da capacidade de processar informações (Connolly, 1977). Torna-se importante observar, assim, que a aprendiza-

* Professora Assistente da Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas. Bolseira CAPES, Brasília, Brasil.

** Professor Auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa.

gem e o desempenho de habilidades motoras estão estreitamente relacionados com o nível de desenvolvimento motor e, por consequência, com a capacidade de processar informações. A capacidade de processar informações é, portanto, um importante factor que muda da infância para a idade adulta e que afecta a performance motora (Thomas, 1980).

Processamento de informações e aprendizagem de habilidades motoras

A teoria de processamento de informações pode ser considerada como uma forma de interpretação sobre como o ser humano interage com o ambiente (Schmidt, 1988). O princípio central desta teoria diz que o executante deve realizar um certo número de operações mentais para que possa executar uma habilidade. Tais operações mentais compreendem: utilizar informações que se encontram disponíveis no ambiente, guardá-las na memória e processá-las de várias formas.

Uma importante interpretação desta teoria, aplicada mais directamente ao comportamento motor humano, é o modelo de performance humana de Marteniuk (1976). Neste modelo são apresentados cinco mecanismos, além de circuitos de feedback, interligados pelo fluxo de informações envolvidos na execução do movimento (Figura 1).

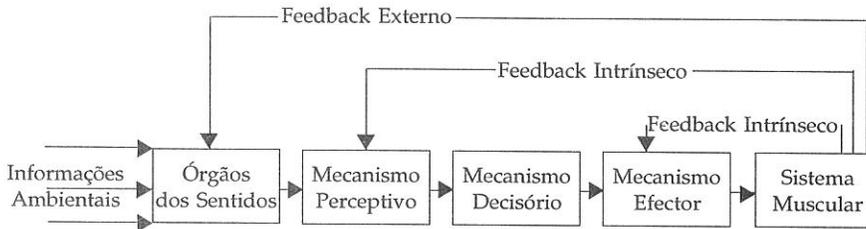


Figura 1

Modelo de performance humana (adaptado de Marteniuk, 1976)

De acordo com o modelo, os órgãos dos sentidos são os responsáveis por captar os estímulos ou informações do ambiente, transformá-los em impulsos nervosos e codificá-los em forma de variações nos padrões espaço-temporais, enviando-os ao sistema de processamento central localizado no sistema nervoso central (SNC). Quando esta informação chega ao SNC é iniciado o processo de percepção. O mecanismo de percepção é o responsável por discriminar, identificar e classificar as informações enviadas pelos órgãos dos sentidos, organizando e enviando o produto deste processamento ao mecanismo de decisão e, ao mesmo tempo, ao sistema de memória para serem armazenadas e

utilizadas na predição de situações futuras. O mecanismo de decisão, com base nas informações recebidas pelo mecanismo perceptivo, é responsável pela escolha do plano motor mais adequado aos objectivos pretendidos, levando em conta as demandas do ambiente. Tal escolha é informada ao mecanismo efector, que tem como função detalhar o plano nos seus componentes, ou seja, organizar de forma hierárquica (do geral para o específico) e sequencial (ordem correcta) os componentes do plano motor para que o objectivo seja alcançado. Para isto, são seleccionados comandos motores, integrados e enviados ao sistema muscular num padrão espaço-temporal adequado, que provoca o movimento. Neste momento, os músculos estão sob controlo dos comandos motores e, após um tempo correspondente ao tempo de reacção, as informações de retorno começam a ser enviadas de volta aos centros de análise, informando sobre a execução do movimento, iniciando-se então, o processo de detecção e correcção de erros.

As informações recebidas pelo executante durante ou após a execução do movimento são consideradas, como já foi mencionado, feedback. Com base nessas informações, o indivíduo é capaz de avaliar o seu movimento ou seja, detectar as diferenças entre o seu desempenho e o desempenho esperado (erro) e, através de novo processamento, decidir quais mudanças devem ser realizadas para corrigir o erro cometido. Como consequência, um novo plano motor é elaborado, executado, avaliado e assim sucessivamente, até que o objectivo seja alcançado.

A aquisição ou a aprendizagem de habilidades motoras pode ser compreendida como um processo de eliminação gradativa de erros de performance que abrange vários aspectos (Tani, 1989). Primeiro o objectivo é estabelecido. O objectivo é normalmente a solução de um problema motor. Após a sua definição o indivíduo procura a melhor maneira de alcançá-lo. Para tanto, como vimos, necessita de processar informações do meio ambiente externo e do próprio corpo (proprioceptivas), seleccionar um plano motor que atenda apropriadamente às necessidades do momento e executar o movimento. Durante a execução, recebe informações, principalmente cinestésicas, sobre como o movimento está sendo executado e, após a execução, recebe informações basicamente visuais sobre o resultado do movimento, ou seja, se o movimento executado alcançou ou não o objectivo desejado.

As primeiras tentativas de execução resultam em erros de performance. O executante toma consciência dos erros cometidos através do processamento do feedback e, com base nesse processamento, decide sobre que mudanças devem ser introduzidas no próximo movimento para que o objectivo seja alcançado. Noutras palavras, o mecanismo de detecção e correcção de erros deve ser accionado.

Neste contexto, o modelo de performance humana proposto por Marteniuk (1976) é considerado como sendo essencialmente de performance, ou seja, é limitado para explicar como acontece a aprendizagem

de movimentos. Isto acontece porque o modelo não se refere à aquisição e retenção de habilidades motoras, ou seja, não abrange os factores que contribuem para o armazenamento das informações na memória e conseqüente melhoria do desempenho.

Para que uma habilidade seja considerada «aprendida» de modo que possa ser executada algum tempo depois de ser praticada, é necessário que ela seja retida na memória de longa duração, ou seja, deve ser desenvolvido na memória um padrão de referência do movimento correcto. Esta referência será comparada às informações de retorno (feedback) possibilitando ao executante detectar e corrigir erros. Tal mecanismo de detecção de erros é chamado por Adams (1971) de reforço subjectivo.

De acordo com Adams (1971), no início da aprendizagem, os indivíduos não são capazes de accionar o mecanismo de detecção e correcção de erros, pois ainda não desenvolveram a ideia do movimento, ou seja, o padrão de referência sobre o movimento correcto. Como nesta fase de aprendizagem os indivíduos não conseguem detectar apropriadamente os próprios erros, é de fundamental importância que informações suplementares sejam fornecidas para que eles possam ajustar ou corrigir a próxima resposta, aproximando-se cada vez mais do padrão correcto. Sem esta informação o indivíduo pode estabelecer um padrão errado que se torna cada vez mais consistente. Tal informação aumentada ou suplementar, chamada de conhecimento de resultados (CR) ou informação de retorno sobre o resultado (IRR) é considerada fundamental para que ocorra aprendizagem (Adams, 1971; Schmidt, 1975). A cada resposta executada o indivíduo armazena este conjunto de informações até que a referência seja desenvolvida e possa ser utilizada apropriadamente na detecção e correcção de erros nas próximas tentativas. Tais aspectos teóricos estão sendo abordados para deixar claro os vários tipos de informações que devem ser processadas tanto no desempenho quanto na aprendizagem de habilidades motoras.

Desenvolvimento da capacidade de processar informações

Quando falamos em desenvolvimento da capacidade de processar informações e em aprendizagem de habilidades motoras em crianças, vários aspectos podem ser considerados. Um aspecto importante é que as estratégias ou processos de controlo para manipular informações nos sistemas de memória tornam-se mais efectivos com a maturação das crianças (Chi, 1976). A informação que entra no sistema de processamento deve ser retida ou armazenada para que possa ser utilizada no futuro. Os sistemas responsáveis por reter informações, também considerados como o próprio local de processamento, são colectivamente chamados de memória.

Vários investigadores acreditam na existência de três diferentes sub-sistemas de memória, chamados de armazenamento sensorial de curta duração (ASCD), memória de curta duração (MCD) e memória de longa duração (MLD), organizados como mostra a Figura 2.

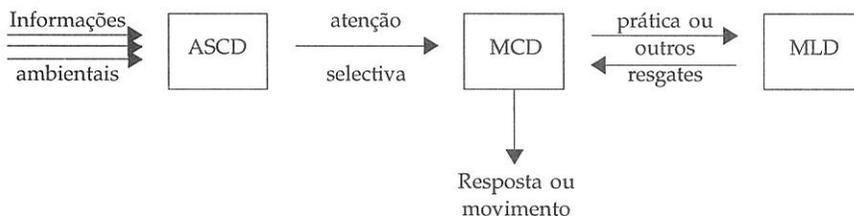


Figura 2

Relacionamento entre sub-sistemas de memória e processos envolvidos em manipular informação entre eles (adaptado de Schmidt, 1988)

O armazenamento sensorial mantém uma cópia das sensações por poucos segundos. Durante este período, a criança deve atender aos traços importantes que estão à sua disposição e processá-los para a MCD (também chamada de memória activa ou de trabalho). Existem evidências de que esta capacidade de atenção selectiva dos traços mais importantes e o processamento desta informação para a memória activa aumenta ou melhora com a idade (Hagen, 1967; Maccobi & Hagen, 1965; Smith et al. 1975; Vurpillot, 1968). Assim, com o desenvolvimento, as crianças são mais capazes de seleccionar as informações mais pertinentes ao desempenho da tarefa. No trabalho com crianças seria importante que o professor actuasse de forma a fornecer pistas de quais informações a que os aprendizes devem prestar mais atenção, para que o processo de aprendizagem seja facilitado. O professor pode dar ao aprendiz informações iniciais sobre a habilidade de forma que este saiba o que pode acontecer antes e durante o desempenho da mesma. A atenção seletiva interfere na capacidade central de processamento. Os seres humanos são limitados na capacidade de processar informações, assim, o professor deve analisar a tarefa e escolher as informações mais importantes a serem utilizadas pelo aprendiz, de acordo com o seu estágio de aprendizagem e nível de desenvolvimento.

Para Thomas (1980), as crianças também diferem dos adultos por serem menos eficientes na utilização de processos de controlo (ensaio ou prática, etiquetagem, evocação, agrupamento, codificação) para transferir a informação entre a MCD e a MLD, o que torna a sua velocidade de processamento mais lenta. Tais processos de controlo, ou estratégias, são desenvolvidos pelo ser humano para manipular ou transformar a informação dentro do sistema de memória. São, dessa forma, considerados

como estratégias adquiridas e não como traços permanentes da memória. Uma estratégia pode ser definida como um conjunto de processos de decisão na MLD, relacionadas com quais acções executar a partir das informações disponíveis na MCD (Chi, 1976).

Vários estudos mostram que o tempo de reacção (tempo entre a apresentação do estímulo e o início da resposta) diminui dos 3 anos até a adolescência, o que evidencia diferença na velocidade de processamento (Chi, 1977; Druker & Hagen, 1969; Wickens, 1974). Isto significa que, com o desenvolvimento da criança, a mesma carga de informação pode ser processada em menos tempo ou uma maior carga no mesmo tempo. Esta mudança na velocidade de processamento afecta a capacidade de utilização de informações importantes por parte da criança. O desempenho de habilidades motoras parece estar particularmente relacionado com a capacidade de processar informações rapidamente. Muitas tarefas motoras requerem respostas rápidas aos estímulos ambientais, assim como rápidos ajustamentos ou correcções baseados em resultados de desempenhos anteriores. Assim, com o decorrer do desenvolvimento, a melhoria no desempenho motor da criança, em habilidades desportivas ou não, é influenciada pela maior velocidade com que estímulos e informações de retorno (feedback) podem ser transmitidos através do seu sistema de processamento de informações.

Um factor importante na velocidade de processamento central é a quantidade de informação que envolve os efeitos de pelo menos 3 variáveis: complexidade da informação, tempo utilizável para o processamento e capacidade do sujeito. Pesquisas nesta área têm utilizado dois paradigmas, que são a precisão de IRR (informação de retorno sobre o resultado) e intervalo pós-IRR. Os dados mostram que IRRs mais precisos resultam numa melhor performance em adultos, mas não em crianças (Newell & Kennedy, 1978). Como as pesquisas mantiveram o mesmo intervalo pós-IRR para adultos e crianças, uma maior precisão do IRR para os últimos resultou numa redução da performance, pois um aumento da quantidade de informação corresponde a um processamento mais lento no sistema de memória. Assim, a criança é incapaz de usar toda a informação para aumentar a força de seu padrão de referência, durante a fase de aprendizagem. Gallagher & Thomas (1980) mostraram que aumentando o intervalo pós-IRR de 6 para 12 segundos, não houve diferenças significativas entre a performance de crianças de sete e 11 anos de idade e adultos. Se as crianças têm dificuldade em processar uma quantidade elevada de informações em pouco tempo, devem ser tomados alguns cuidados. No processo ensino-aprendizagem, de modo geral, o professor deve ter o cuidado de fornecer instruções claras e objectivas sobre quais informações, referentes à tarefa, às quais os aprendizes devem prestar atenção. Também seria importante diminuir a incerteza ambiental através da diminuição do número de estímulos e do aumento do tempo de apresentação e da intensidade dos mesmos, facilitando o

trabalho do mecanismo perceptivo (diminuição da quantidade e da complexidade das informações a processar). Seria também importante aumentar o tempo disponível entre a apresentação dos estímulos e o início da resposta, facilitando o trabalho dos mecanismos perceptivo, decisorio e efector. Podemos exemplificar com a tarefa de recepção da bola. Dificilmente uma criança de 5 ou 6 anos irá conseguir agarrar uma bola comum que lhe seja arremessada. Entretanto, se a substituíssemos por uma bola mais leve (plástico) ou mesmo um balão, criaríamos um ambiente mais propício à execução da tarefa, aumentando o tempo disponível para a realização da mesma. A criança, neste contexto, teria mais tempo para perceber (detectar e reconhecer a trajectória da bola, sua velocidade, direcção, ângulo de queda), decidir (escolher o movimento mais adequado aos constrangimentos ambientais), organizar o movimento (de forma hierárquica e sequencial) e detectar e corrigir os erros durante a execução. Outra estratégia seria aumentar o intervalo entre tentativas para que a criança possa mais facilmente aproveitar as informações obtidas através do feedback intrínseco (informações que o próprio executante recebe através dos vários canais sensoriais sobre vários aspectos do próprio movimento) e do feedback extrínseco (informação sobre a resposta que é considerada um suplemento ao feedback intrínseco, geralmente através do IRR or IRP fornecido pelo professor). Tais medidas fariam com que os aprendizes, principalmente os mais jovens, tivessem facilitado o seu processo de aprendizagem. O aumento de complexidade da situação de aprendizagem acompanharia o desenvolvimento dos mesmos.

Um outro factor que também deve ser considerado é que crianças são mais limitadas que adultos na capacidade de MLD (Chi, 1976). O conhecimento básico das crianças na MLD difere do adulto em três formas: falta de agrupamento reconhecível, tamanho do agrupamento e acesso ao agrupamento. Essas deficiências resultam numa incapacidade para reconhecer um estímulo, lentidão em recuperar a informação, e incapacidade para reconhecer a informação na MCD para armazenamento na MLD. Assim, as diferenças de desenvolvimento relacionadas com a atenção podem também estar relacionadas com a experiência. Adolescentes e adultos já aprenderam, através de experiências passadas, quais estímulos são relevantes para uma resposta particular e quais não o são. As crianças são mais limitadas neste aspecto. Por causa disto podem ser consideradas menos precisas e velozes no reconhecimento de padrões (capacidade de reconhecer uma determinada situação).

No processo de aquisição de habilidades, onde uma série de tentativas de prática são realizadas para que ocorra aprendizagem, as estratégias ou processos para processar informações desempenham um papel fundamental (Thomas, 1980). Os vários estímulos ou informações sobre o movimento (feedback intrínseco) devem ser agrupados. O processo de etiquetagem deve ser utilizado com o IRR para que possua um signifi-

cado. Tal informação deve ser combinada (recodificação) com as informações já existentes de modo a que um padrão de referência do movimento correcto comece a ser formado. As informações devem ser evocadas da MLD, combinadas com as novas informações na MCD e enviadas novamente à MLD para uso posterior. Essas estratégias são utilizadas, tentativa a tentativa, de modo a que ajustamentos continuem a ser feitos no padrão de referência (detecção e correcção de erros), até que este tenha sido correctamente formado.

Dessa forma, as diferenças entre crianças e adultos com relação ao nível de desenvolvimento motor, principalmente quanto à capacidade de processar informações, devem ser observadas no processo de aprendizagem de habilidades motoras.

Considerações finais

As modificações que ocorrem como resultado do processo de desenvolvimento motor devem ser compreendidas e consideradas no trabalho com aprendizagem de habilidades motoras em crianças. Sabe-se que a performance motora é considerada dependente da velocidade com que a informação pode ser processada no sistema nervoso central para planejar ou ajustar movimentos subsequentes. Assim, a organização complexa de informações envolvida no desempenho de habilidades motoras, assim como no processo de aprendizagem, diferencia o desempenho de habilidades motoras por parte das crianças, já que elas não possuem a mesma capacidade dos adultos para processar informações.

As limitações encontradas em níveis iniciais de desenvolvimento podem ser diminuídas se o professor utilizar estratégias adequadas. Assim, diminuir a quantidade de estímulos apresentados, aumentar a clareza e intensidade na apresentação dos mesmos, para que sejam mais rapidamente percebidos e dar tempo suficiente ao aprendiz para que possa processar informações importantes ao desempenho, são algumas estratégias que podem facilitar a aprendizagem de habilidades motoras em crianças.

Referências bibliográficas

- ADAMS, J. A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-150.
- BERNSTEIN, N. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon.
- CHI, M. T. H. (1977). Age differences in memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 23, 266-281.

- CHI, M. T. H. (1976). Short-term memory limitations in children: Capacity or processing deficits? *Memory and Cognition*, 4, 559-572.
- CLARK, J. E. (1982). The role of response mechanisms in motor skill development. In: J. A. S. Kelso and J. E. Clark (eds.) *The development of movement control and co-ordination*, New York: John Wiley & Sons, Ltda.
- CONNOLLY, K. (1970). *Mechanisms of motor skill development*. London: Academic Press.
- CONNOLLY, K. (1977). The nature of motor skill development. *Journal of Human Movement Studies*, 3, 128-143.
- DRUKER, J. & HAGEN, J. (1969). Developmental trends in the processing of task relevant and task irrelevant information. *Child Development*, 40, 371-382.
- GALLAGHER, I. D. & THOMAS, J. R. (1980). Effects of varying post-KR intervals upon children's motor performance. *Journal of Motor Behavior*, 12, 41-46.
- HAGEN, J. W. (1967). The effect of distraction on selective attention. *Child Development*, 38, 685-694.
- KEOGH, J. (1977). The study of movement skill development. *Quest*, 28, 76-88.
- MACCOBY, E. E. & HAGEN, J. W. (1965). Effects of distraction upon central versus incidental recall: Developmental trends. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2, 280-289.
- MARTENIUK, R. G. (1976). *Information processing in motor skill*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- NEWELL, K. M. & KENNEDY, J. A. (1978). Knowledge of results and children's motor learning. *Developmental Psychology*, 14, 531-536.
- SCHMIDT, R. A. (1993). *Aprendizagem e performance motora: Dos princípios à prática*. São Paulo: Ed. Movimento.
- SCHMIDT, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- SCHMIDT, R. A. (1988). *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. Champaign, Illinois: Human Kinetic Publishers.
- SMITH, L. B., KEMLER, D. G. & ARONFREED, J. (1975). Developmental trends in voluntary selective attention: Differential effects of source distinctness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 20, 352-362.
- TANI, G. (1989). Significado, detecção e correção do erro de performance no processo ensino-aprendizagem de habilidades motoras. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 3, 4, 50-58.
- THOMAS, J. R. (1980). Acquisition of motor skills: Information processing differences between children and adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51, 158-173.
- VURPILOT, E. (1968). The development of scanning strategies and their relation to visual differentiation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 6, 632-650.
- WICKENS, C. D. (1974). Temporal limits of human information processing: A developmental study. *Psychological Bulletin*, 81, 739-755.