

# AQUISIÇÃO DE HABILIDADES MOTORAS: DO INEXPERIENTE AO HABILIDOSO (\*)

*José Angelo Barela<sup>1</sup>*

O repertório motor do ser humano passa por uma transformação fenomenal ao longo da vida. Estas mudanças ocorrem no número, na complexidade e na qualidade de execução das ações motoras. Tradicionalmente, este processo de transformação tem sido dividido em estágios, por exemplo, de aquisição e de refinamento das habilidades motoras, e as alterações nestes estágios associadas às mudanças cognitivas envolvidas neste fenômeno (p.ex., Gentile, 1972). Sem sombra de dúvida estas formulações influenciaram um grande número de trabalhos, levando a um avanço no entendimento de alguns dos princípios referentes à aquisição e refinamento de habilidades motoras. Apesar deste avanço, entretanto, muito ainda está por ser entendido e formulado sobre uma teoria de aquisição de habilidades motoras. Como alguém torna-se habilidoso? Ou ainda, quais são os mecanismos que propiciam a mudança de uma performance inexperiente para uma performance habilidosa? Neste trabalho, são discutidas algumas possíveis respostas a estas questões. Estas respostas serão discutidas a partir de uma perspectiva desenvolvimental e norteadas pelos princípios da perspectiva dos sistemas dinâmicos.

Antes de iniciar a discussão propriamente dita, gostaria de salientar que todas as habilidades motoras presentes no repertório motor do ser humano, via de regra, passam pelo longo caminho “do inexperiente ao habilidoso”. Geralmente, quando se fala em habilidoso ou performance habilidosa, pensa-se em um belo drible, um grande arremesso, um gesto primoroso da dançarina e assim por diante. Raramente, pensa-se na movimentação cotidiana executada “por pessoas comuns”, tais como digitar um texto, dirigir um automóvel ou, mais simples ainda, andar de um lugar a outro! Pois bem, o andar, presente na maioria de nossas ações locomotoras e utilizado por mim para vir a esta apresentação, deve também ser caracterizado como uma performance habilidosa. Na verdade, a qualidade, estabilidade e desenvoltura de minhas passadas para chegar até esta mesa relembra muito pouco as minhas primeiras passadas. Estas minhas primeiras passadas independentes, como as da maioria dos bebês no final do primeiro ano de vida, foram manifestações de um executante inexperiente, que conseguiu aprimorá-las e, após alguns anos, conseguiu executá-las com desenvoltura, mesmo enfrentando diferentes ambientes. Então, performances habilidosas não são restritas

a apenas algumas pessoas “super-dotadas”, mas estão presentes nas ações dos seres humanos nas mais variadas manifestações motoras.

## Comportamento delineado por restrições

Um dos conceitos principais para o entendimento da aquisição de habilidades motoras é o conceito de restrições. Ações motoras são adquiridas e refinadas dentro de um contexto. Na linguagem dos sistemas dinâmicos, este contexto é composto por diversos fatores que delimitam o comportamento motor emergente. Estes fatores têm sido denominados de restrições e categorizados em três grupos: organismo, ambiente e tarefa (Barela, 1997a; Newell, 1986).

O conceito de restrições é importante porque uma performance habilidosa, uma tarefa motora que é definida por um determinado padrão espaço-temporal de movimentação dos segmentos corporais, tem que estar vinculada à uma determinada pessoa inserida em um determinado ambiente. Um caso que exemplifica, de forma até exagerada, este ponto é o que ocorreu com o atleta americano Michael Jordan. Sem motivação em continuar atuando como jogador de basquete por ter atingido, segundo ele e muitos de nós, um nível de performance tão alto que tornara-se monótono, Jordan decidiu competir em outro esporte, no caso, o beisebol. Muitos, talvez até ele, pensaram: habilidosíssimo no basquete; habilidoso no beisebol. Que decepção! Jordan não passava de um jogador regular no beisebol. Talvez se ele praticasse uma quantia semelhante que ele havia praticado, ao longo dos anos, no basquete, ele pudesse vir a tornar-se o “Jordan” do beisebol. Entretanto, por hora, a saída foi voltar às performances habilidosas no basquete.

A importância do contexto para a performance habilidosa de uma ação motora também pode ser apontada em outros casos menos extremos. Performances habilidosas em um gramado seco, muitas vezes, não são repetidas em um gramado encharcado pelos mesmos jogadores de futebol. Performances com torcida favorável podem ser diferentes se a torcida for contra. Então, a aquisição de uma determinada habilidade motora e seu refinamento são específicos ao contexto no qual este processo ocorre.

## Aquisição de habilidades motoras e estados atrativos

Um segundo princípio no processo de aquisição de habilidades e, posteriormente, refinamento desta habilidade é que esta aquisição deve ser entendida como a busca de estados atrativos do sistema. O executante tem a possibilidade de realizar vários movimentos possíveis, mas pelas influências das restrições, um padrão acaba

<sup>1</sup> Prof. Dr. do Departamento de Educação Física - UNESP/Rio Claro

\* Para realização deste trabalho, o autor foi parcialmente financiado pelo CNPq – Bolsa de Doutorado no Exterior (processo #200952/93.5) – e, atualmente, está sendo financiado pela FAPESP – Programa Jovem Cientista (processo #97/06137-3)

prevalecendo. Na verdade, esta “escolha” apresenta uma grande variabilidade no início da aprendizagem e, então, decai com o fortalecimento e refinamento da habilidade. Como este fato pode ser explicado pela visão dinâmica?

Recentemente, a aquisição de habilidades motoras, principalmente no processo desenvolvimental, tem sido explicada a partir de um relacionamento intrincado entre percepção e ação (Thelen & Smith, 1994; Thelen, 1995; Bertenthal, 1996). Especificamente, aquisição de habilidades motoras é o resultado de um mapeamento dinâmico entre percepção e ação, ou seja, um mapeamento do relacionamento entre as ações realizadas pelo executante e as consequências sensoriais provenientes desta ação. O processo de aquisição motoras, nesta visão, é o resultado da seleção de um determinado ato motor que, de acordo com as informações sensoriais, é o mais indicado para o conjunto de restrições que norteiam a ação (Thelen, 1995). Desta forma, aquisição motora seria, de forma simplificada, um processo de exploração-seleção da ação motora desejada.

### **Crianças habilidosas aos 8 meses de idade**

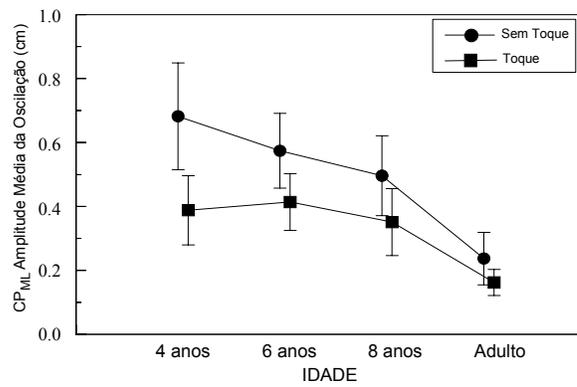
Um trabalho brilhante para exemplificar esta visão de aquisição motora com crianças é o experimento realizado por Goldfield, Kay e Warren (1993). Estes autores examinaram a aquisição de movimentos saltatórios por crianças a partir do sexto mês de vida. Estas crianças foram mantidas suspensas por um suporte elástico e um aparato de tecido que circundava a região pélvica das mesmas. Estas crianças não tiveram qualquer instrução (é claro, eram crianças com 6 meses de idade) para saltar ou realizar outra tarefa. Elas apenas foram colocadas lá! Após um certo período, estas crianças começaram a explorar o que elas poderiam realizar motoricamente e, logo, descobriram o “saltitar”, resultante de aplicação de força com os pés contra o solo. Inicialmente, a produção de força contra o solo era variada, resultando em saltos variados. Interessante que, conforme as crianças tinham mais experiência no suporte elástico, os saltos eram menos variados e mais eficientes. No final do segundo mês de prática, estas crianças estavam saltando com frequência e amplitude que propiciavam o melhor resultado em termos de altura do salto. Elas não apenas aprenderam a utilizar seu corpo para produzir força na quantidade e no tempo correto, mas também aprenderam a tirar o máximo de proveito das propriedades elásticas do suporte. A quantidade de força e sua frequência eram realizadas de forma a obter a melhor resposta motora das propriedades elásticas do suporte. Uma performance habilidosíssima!!!! Mais ainda, executada por crianças de 8 meses de idade que tiveram por volta de 2 meses de prática!!! Estas crianças, então, haviam se tornado habilidosas na realização da tarefa no contexto que estavam realizando.

**Figura 1:** Amplitude média da oscilação do centro de pressão na direção médio-lateral nas condições com e sem toque para crianças de 4, 6 e 8 anos de idade e adultos.

### **Percepção-ação no controle postural: do inexperiente ao habilidoso**

Recentemente, tenho buscado entender como ocorre o desenvolvimento do controle postural (Barela, 1997b; Barela, Jeka & Clark, 1999a, 1999b, 1999c), com o objetivo de entender, de forma geral, como ocorre a aquisição e o refinamento de ações motoras. Com base na literatura sobre o desenvolvimento do controle postural (p.ex., Bertenthal, Rose & Bai 1997; Shumway-Cook & Woollacott, 1985; Sevestrup & Woollacott, 1996) e nos trabalhos por mim desenvolvidos, tenho sugerido que a aquisição e o refinamento do controle postural envolve a identificação de relacionamento coerente entre as informações sensoriais disponíveis e as ações motoras necessárias para alcançar e manter uma posição corporal desejada (Barela, 1997; Barela, Jeka & Clark, 1999a, 1999b, 1999c). Seguindo a mesma sugestão, enfatizaria que um dos processos responsáveis pela mudança de executante inexperiente para um executante habilidoso, em uma determinada tarefa motora, envolve a identificação e refinamento do acoplamento entre informação sensorial e ação motora. A seguir, tentarei sustentar esta minha proposta apresentando os principais resultados obtidos em um estudo experimental sobre o desenvolvimento do controle postural (Barela, 1997b; Barela, Jeka & Clark, 1999b).

Neste experimento, crianças de 4, 6 e 8 anos de idade tinham que manter a posição em pé, o mais estável possível, tocando e não tocando uma superfície rígida com a ponta do dedo indicador. Na situação que o toque foi utilizado, a força máxima que podia ser aplicada na superfície devia ficar abaixo de 1 N (menos de 100 gramas). Esta situação experimental foi denominada de toque leve e a redução de oscilação postural decorrente do suporte mecânico fornecido pela superfície estava ao redor de 4%, quando comparado com a situação sem toque (Holden, Ventura & Lackner, 1994). A Figura 1 mostra a amplitude média de oscilação do centro de pressão na direção médio-lateral para as crianças e adultos com e sem toque na superfície. Analisando os dados apresentados nesta figura, pode-se verificar que: a) sem a utilização do toque leve, ocorre uma diminuição da oscilação corporal com o aumento da idade, sendo que adultos apresentam a melhor performance e b) com a utilização do toque leve, tanto as crianças quanto os adultos reduziram consideravelmente a oscilação corporal. Com relação às diferenças relacionadas à idade, verifica-se que apesar de serem capazes de manter a posição ereta, mesmo crianças com oito anos de idade ainda não conseguem apresentar uma performance tão habilidosa quanto aos adultos. Mais ainda, a performance das crianças melhora conforme a idade aumenta.

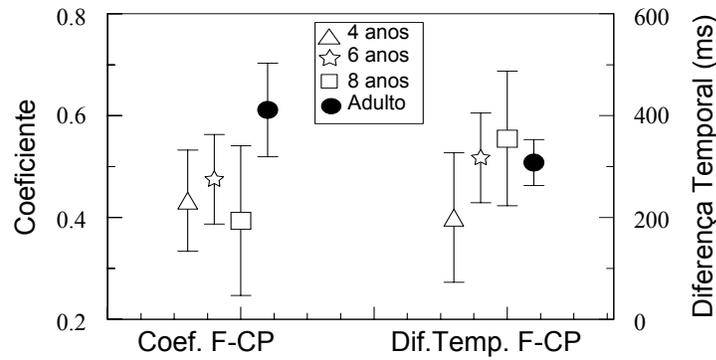


Estas constatações indicam a existência de mudanças desenvolvimentais na performance da manutenção da posição em pé. Uma possível explicação para esta mudança desenvolvimental é que o acoplamento entre informação sensorial e atividade motora está menos desenvolvido nas crianças mais jovens comparadas com crianças mais velhas e menos desenvolvido em crianças, como um todo, do que em adultos.

O segundo aspecto levantado a partir dos dados apresentados na Figura 1 é que o uso do toque leve produz uma redução na oscilação corporal em todos os participantes. Mais ainda, esta redução está bem acima daqueles 4% decorrente do suporte mecânico (Holden, Ventura & Lackner, 1994). Jeka e Lackner (1994; 1995) sugeriram que este tipo de contato da ponta do dedo com uma superfície rígida, fornece informação sensorial sobre as oscilações posturais que são utilizadas para produzir ativação muscular antecipatória dos músculos posturais (Jeka & Lackner, 1995). Então, a partir dos resultados apresentados na Figura 1, parece que mesmo crianças de 4 anos de idade já conseguem utilizar as informações provenientes do toque leve para reduzir oscilação corporal. Entretanto, dois aspectos merecem ser discutidos com relação ao uso do toque leve por crianças para atenuar oscilação corporal. Primeiro, todas as crianças apresentaram praticamente o mesmo desempenho. Nenhuma diferença foi identificada entre as crianças de 4, 6 e 8 anos de idade. Segundo, mesmo utilizando o toque leve para reduzir a

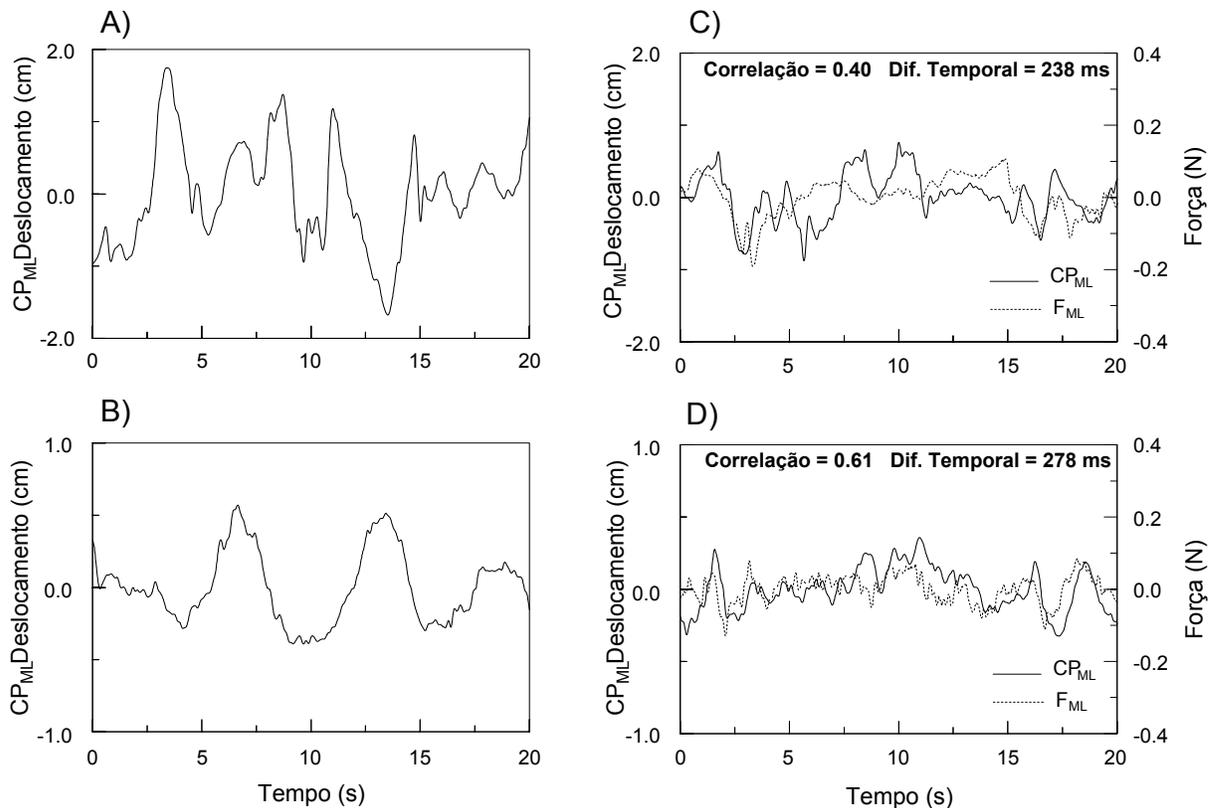
oscilação corporal, as crianças ainda não conseguiram atingir um nível de performance similar ao verificado nos adultos. Elas ainda oscilaram mais do que adultos. A pergunta que surge, então, é “Qual a razão desta diferença?”. Uma possível resposta, eu sugiro, está associada ao uso da informação sensorial.

O relacionamento entre informação sensorial e atividade motora foi examinado na condição em que o toque na superfície foi utilizado, através de análises de correlação cruzada. Utilizando este tipo de análise, Jeka e Lackner (1994; 1995) verificaram que variações da oscilação corporal e da força aplicada no toque leve estavam correlacionadas e que variações na força aplicada ocorriam por volta de 300 ms antes de mudanças correspondentes na oscilação corporal. A Figura 2 apresenta os valores médios do coeficiente e da diferença temporal para as crianças de 4, 6 e 8 anos de idade e adultos. Análise estatística indicou que os coeficientes dos adultos (ao redor de 0.60) são maiores do que os coeficientes das crianças (ao redor de 0.45), que não são diferentes entre elas e que a diferença temporal foi praticamente a mesma entre as crianças e adultos. Então, as diferenças nos coeficientes indicam que o relacionamento entre a informação sensorial e oscilação corporal em crianças é menos desenvolvido do que em adultos. É importante salientar que, pelo menos com relação ao uso da informação sensorial fornecida pelo toque na superfície, o acoplamento entre informação sensorial e ação motora é igual entre as crianças de 4, 6 e 8 anos de idade.



**Figura 2:** Valores médios dos coeficientes e diferenças temporais do relacionamento entre as mudanças da força aplicada na superfície e as oscilações corporais na direção médio-lateral para as crianças de 4, 6 e 8 anos de idade e adultos.

Um exemplo da influencia do toque leve na redução da oscilação corporal e da diferença no relacionamento entre percepção e ação é apresentado na Figura 3. Nas Figuras 3A e 3B são mostrados as oscilações corporais de uma criança de 4 anos de idade e de um adulto, respectivamente, na situação sem toque. Nas Figuras 3C e 3D são apresentadas as trajetórias das oscilações corporais e das variações de força na superfície de toque para a mesma criança e adulto, respectivamente. Como pode ser verificado, as trajetórias do adulto estão mais relacionadas do que as trajetórias da criança. Na verdade, as trajetórias da criança, em alguns momentos, estão relacionadas e, de repente, não estão relacionadas. Isto indica que o acoplamento entre informação sensorial e ação motora não é tão estável na criança quanto no adulto.



**Figura 3:** Oscilação corporal de uma criança de 4 anos (A) e de um adulto (B) na condição sem toque. Oscilação corporal e mudanças no toque na superfície para uma criança de 4 anos (C) e um adulto (D). Nota: Os coeficientes de correlação cruzada e a diferença para o relacionamento entre oscilação corporal e mudanças no toque são apresentados para cada sujeito.

## RESULTADOS

Os resultados apresentados acima, a meu ver, evidenciam que a performance da criança, que ainda não é tão habilidosa quanto a do adulto, apresenta diferenças no acoplamento entre informação sensorial e ação motora. Por outro lado, a performance do adulto é caracterizada por um acoplamento estável. Então, gostaria de sugerir que a aquisição de uma habilidade motora envolve a aquisição de um relacionamento entre informação sensorial e ação motora, envolvida para a realização desta habilidade motora. Mais ainda, que o refinamento desta habilidade motora envolve a estabilização deste acoplamento, como evidenciado no caso do desenvolvimento do controle postural. Questões sobre como ocorre ou quais os fatores afetando a aquisição e o fortalecimento deste acoplamento necessitam ainda ser respondidas experimentalmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARELA, J.A.. Perspectiva dos sistemas dinâmicos: Teoria e aplicação no estudo de desenvolvimento motor. In A.M. Pellegrini (Ed.), **Coletânea de Estudos: Comportamento Motor I** (pp. 11-28). São Paulo: Movimento. 1997
- BARELA, J.A. Development of postural control: The coupling between somatosensory information and body sway. Doctoral Dissertation. University of Maryland, College Park, 176p. 1997b.
- BARELA, J.A., JEKA, & Clark, J.E.. The use of somatosensory information during the acquisition of independent upright stance. **Infant Behavior and Development**, 22(1), 89-104. 1999
- BARELA, J. A., JEKA, & CLARK, J.E. Postural control in children: I. The use of somatosensory information to attenuate body sway. **Experimental Brain Research**. (artigo submetido para publicação). 1999b.
- Barela, J. A., JEKA, & CLARK, J.E. Postural control in children: II. The use of somatosensory information to induce body sway. **Experimental Brain Research**. (artigo submetido para publicação). 1999c.
- BERTENTHAL, B. I. Origins and early development of perception, action, and representation. **Annual Review of Psychology**, 47, 431-459. 1996.
- BERTENTHAL, B. I, ROSE, J.L. & BAI, D.L. Perception-action coupling in the development of visual control of posture. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, 23(6), 1631-1643. 1997.
- GENTILE, A.M. A working model of skill acquisition with application to teaching. **Quest**, 17, 3-23. 1972.
- GOLDFIELD, E. C., KAY, B. A. & WARREN, W.H. Jr. Infant bouncing: The assembly and tuning of action systems. **Child Development**, 64, 1128-1142. 1993.
- HOLDEN, M., VENTURA, J., & LACKNER, J.R. Stabilization of posture by precision contact of the index finger. **Journal of Vestibular Research**, 4, 285-301. 1994.
- JEKA, J.J. & LACKNER, J.R. Fingertip contact influences human postural control. **Experimental Brain Research**, 100, 495-502. 1994.
- JEKA, J.J. & LACKNER, J.R. The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. **Experimental Brain Research**, 103, 267-276. 1995.
- NEWELL, K.M. Constraints on the development of coordination. In M.G. Wade & H.T.A. Whiting (Eds.), **Motor Development in children: Aspects of coordination and control** (pp. 341-360). Boston: Martinus Nijhoff. 1986.
- SHUMWAY-COOK, A. & WOOLLACOTT, M.H. The growth of stability: Postural control from a developmental perspective. **Journal of Motor Behavior**, 17(2), 131-147. 1985.
- SVEISTRUP, H. & WOOLLACOTT, M.H. Longitudinal development of the automatic postural responses in infants. **Journal of Motor Behavior**, 28, 58-70. 1996.
- THELEN, E. Motor development: A new synthesis. **American Psychologist**, 50(2), 79-95. 1995.
- THELEN, E. & SMITH, L.B. **A dynamic systems approach to the development of cognition and action**. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books. 1994.

Endereço para contato:

Departamento de Educação Física - UNESP

Av. 24 A, 1515 Bela Vista - Rio Claro SP 13506-900

E-mail: [jbarela@life.ibrc.unesp.br](mailto:jbarela@life.ibrc.unesp.br)