

## A DINÂMICA DO ESTUDO DO COMPORTAMENTO MOTOR

Edison de Jesus MANOEL

### INTRODUÇÃO

Ao alcançar a caneta para dar início à elaboração do presente artigo, a minha mente está engajada em inúmeras operações, buscando e rebuscando dados na memória, concatenando idéias para tentar estabelecer uma direção lógica e fiel ao tema que nos foi solicitado desenvolver. Entretanto, o resultado desse processamento cognitivo jamais será conhecido se eu não for capaz de realizar movimentos - falar, escrever, digitar - que aos olhos do leitor podem parecer triviais.

A capacidade para realizar movimentos tem sido uma das capacidades humanas mais subestimadas. A prova disso pode ser encontrada no fato de que a criação de uma área multidisciplinar com enfoque no estudo do movimento corporal só se efetivou nos últimos 20 anos.

Movimentos como alcançar, apreender e manipular objetos, locomover-se, manter diferentes posturas corporais, etc. envolvem operações que encerram em si suficiente complexidade para ocupar nossas mentes anos a fio. Vejamos, por exemplo, o caso do xadrez. Essa atividade requer a condução de operações mentais de alto nível resultando em jogadas que antecipam inúmeros eventos à frente. Hoje, encontramos máquinas capazes de realizar essas operações, algumas das quais são tão poderosas em suas computações que podem até derrotar os maiores mestres enxadristas. Entretanto, os avanços tecnológicos são bem mais tímidos quando se trata de ter uma máquina capaz de movimentar as peças do jogo de acordo com as decisões tomadas após as

computações. A especificação espacial e temporal do deslocamento do braço do robô demanda uma enorme capacidade computacional, isso sem falarmos das operações referentes a apreender e soltar a peça no local apropriado. Essa diferença de produção computacional nos dá a dimensão de quanto é preciso caminhar no estudo do comportamento motor (Rosenbaum, 1991).

Quando nos debruçamos sobre o comportamento motor, nossas dúvidas podem tomar a forma das seguintes questões: a) Como realizamos movimentos?; b) Como adquirimos novos movimentos?; c) Como o movimento evoluiu ao longo dos tempos?; d) Qual a função desses movimentos? (cf. Tinbergen, 1963). A busca de respostas para essas questões tem sido a preocupação de diferentes áreas como Psicologia Experimental, Psicologia do Desenvolvimento, Neurologia, Fisiologia, entre outras. Mais recentemente, os pesquisadores com esses interesses são agrupados numa área denominada Comportamento Motor. Essa área tem sido desenvolvida na EEFEUSP desde de 1984 (cf. Manoel, 1999a) e o nosso objetivo no presente artigo é traçar um paralelo entre essa atividade e o que tem acontecido na área no cenário nacional e internacional.

### A NATUREZA DO OBJETO DE ESTUDO

A essa altura é redundante colocar que o objeto de estudo da área é o movimento corporal. Entretanto, é importante ressaltar que

embora os sistemas ósseo e muscular sejam extremamente importantes para que o movimento ocorra, ele resulta da interação de muitos outros sistemas, dos quais destacamos a cognição. O comportamento motor é um sistema complexo, constituído de inúmeros subsistemas cujas interações são fortes, ou seja, a partir delas surgem propriedades que não são encontradas nos subsistemas isolados. Para abordarmos o comportamento motor é justo dizer que ele é mais do que a soma de suas partes. Em termos pragmáticos, isso significa que dada as propriedades das partes e as leis de sua interação não é uma tarefa trivial inferir as propriedades do todo (Simon, 1996).

Sistemas complexos apresentam várias características, entre elas destacamos duas: eles são não-lineares e dinâmicos (Guastello, 1997). As relações entre os seus elementos são não-lineares porque uma mudança num elemento não é acompanhada de mudança proporcional em outro elemento. Além do mais, mudanças num elemento podem gerar flutuações nas interações entre os demais elementos a ponto de uma nova forma ou padrão de interação estabelecer-se (Prigogine & Stengers, 1984). A probabilidade de prever o surgimento de novos padrões a partir dos elementos é muito pequena. Isso nos leva à segunda característica de sistemas complexos, ou seja, a sua dinâmica. Evidentemente, a dinâmica expressa aqui é um pouco diferente daquela tratada pela Física. A dinâmica que nos interessa é aquela que denota as constantes mudanças do sistema ao longo do tempo. A irreversibilidade dessas mudanças coloca a dimensão temporal como uma propriedade essencial desses sistemas (cf. Prigogine, 1961).

De acordo com esse pensamento, podemos perguntar: Como os movimentos são organizados? Quais são os mecanismos subjacentes à execução motora? Questões desse tipo levam à busca de modelos de controle motor nos quais se especula sobre a atuação do sistema nervoso central na integração de informações aferentes e eferentes na produção motora (Schmidt, 1988). Propriedades físicas do corpo e do ambiente no qual o organismo atua também fazem parte do quadro a ser delineado para responder a essa pergunta (Magill, 1995).

Não se pode esquecer da dinâmica. Assim, é preciso considerar como um dado estado

de organização se originou e como ele muda com o tempo (cf. Connolly, 1977). Se na primeira pergunta somos levados a pensar em controle motor, aqui pensamos em aprendizagem e desenvolvimento motor. Tradicionalmente, esses fenômenos são tratados de forma distinta. Entretanto, um exame mais detalhado da natureza de cada processo levanta dúvidas quanto à distinção entre esses processos. Um modo particular de controle motor não é estático; ele é influenciado pela experiência, podendo ser modificado a partir dela. As modificações ocorrem com base em algo que já existe, uma estrutura estável que, por sua vez, foi objeto de outras mudanças. Assim, controle motor, aprendizagem motora e desenvolvimento motor estão intimamente relacionados a ponto de ser difícil distingui-los e perigoso tratá-los de forma isolada. Para efeito de clareza, a aprendizagem motora refere-se ao processo em que uma dada habilidade motora é adquirida com auxílio de prática sistemática, informações externas sobre a habilidade (instrução) e sobre a própria execução ("feedback" extrínseco ou aumentado). A escala de tempo em que esse processo ocorre é de minutos, horas, dias ou semanas. O desenvolvimento motor refere-se às mudanças em classes gerais do comportamento motor (locomoção, estabilidade e manipulação) condicionadas pelo histórico de vida do indivíduo. As mudanças ocorrem numa escala de tempo de meses, anos ou décadas.

A dinâmica do comportamento motor implica que o mesmo se encontra num estado marcado por contrastes: permanente e mutável, consistente e variável, estável e instável (cf. Manoel, 1999b; Manoel & Connolly, 1997). Ao mesmo tempo em que existe a busca da estabilidade comportamental, seja como resultado da prática imediata ou da experiência de forma geral e a médio prazo, trata-se de uma estabilidade temporária, pois o sistema é orientado à busca de novos estados mais complexos (Bertalanffy, 1960). Isso leva à necessidade de instabilidades comportamentais, fonte essencial para a mudança qualitativa na organização do sistema (Manoel, 1993; Manoel & Connolly, 1995; Tani, 1989, 1995a).

A inspeção da produção gráfica de uma criança ao longo do tempo ilustra esse processo (FIGURA 1). Aos 2,5 anos de idade (FIGURA 1a) os traços produzidos pela criança

são pouco diferenciados; ao mesmo tempo, a relação entre eles é fraca. Isso denota não só limitações no domínio cognitivo para representar alguma idéia, mas também dificuldades de elaboração e programação motora. A reprodução gráfica ilustra um estado em que predomina a desordem. Aos quatro anos de idade (FIGURA 1b) há uma maior definição e diversificação dos traços, acompanhado de interações mais fortes entre eles, permitindo inclusive identificar representações gráficas similares às do alfabeto. O estado da criança nessa etapa apresenta evidências de maior ordem em comparação a sua produção

anterior, entretanto, ao se considerar as possibilidades de produção futura, o seu comportamento ainda é imaturo, com características de desordem. Finalmente, aos seis anos de idade a criança apresenta uma reprodução gráfica em que os traços são bem definidos e integrados (FIGURA 1c). O estado apresentado é orientado a ordem, ainda que temporariamente uma vez que sua habilidade gráfica continuará a ser modificada ao longo dos anos. Resumindo, a aquisição de habilidades motoras é um processo contínuo no qual ordem e desordem se complementam.

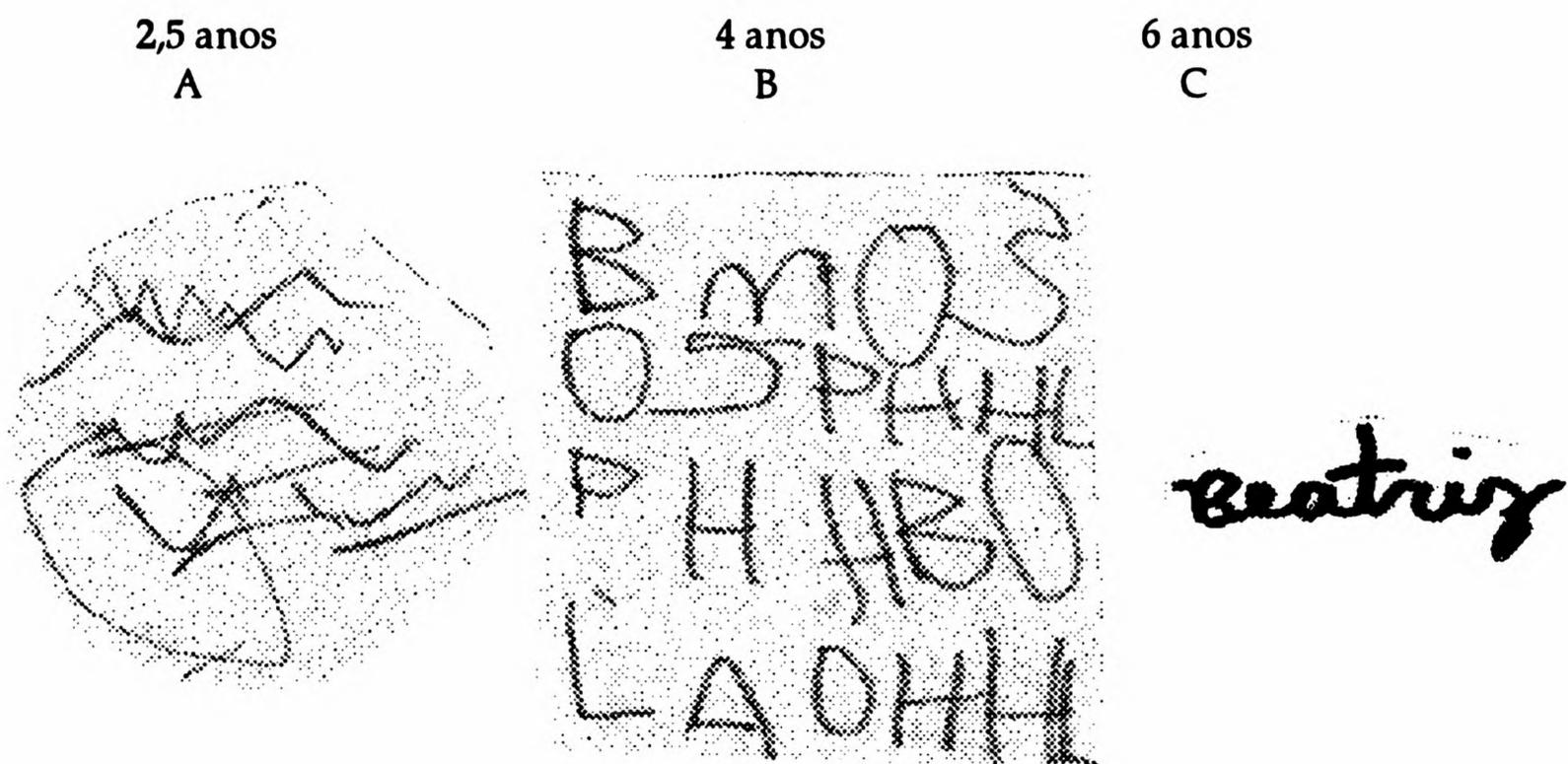


FIGURA 1 - Habilidade gráfica de uma criança aos 2,5 anos, quatro anos e seis anos de idade.

## O DESENVOLVIMENTO DO LABORATÓRIO DE COMPORTAMENTO MOTOR

A constituição de laboratórios de pesquisa na área de Educação Física é relativamente recente. O Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) foi formado a pouco mais de 10 anos. A sua existência pode ser caracterizada em duas fases distintas que serão abordadas a seguir, de forma sucinta, posto que

esse é um tema que já foi objeto de outra publicação (Manoel, 1999 a).

A primeira fase do LACOM vai de 1984 a 1988. Nesse período, o Laboratório não existia oficialmente sendo constituído por um grupo de estudos sob a orientação do Prof.Dr. Go Tani. Inicialmente, esse grupo era composto por alunos de graduação que se interessaram pela área de Comportamento Motor e solicitaram ao Prof. Tani que os guiasse em seus estudos. Mais tarde, o grupo passou a contar com outros docentes da Unidade.

Ao mesmo tempo, estudantes de pós-graduação, oriundos de várias partes do Brasil e até da América do Sul, iniciaram seus programas de mestrado com o enfoque no Comportamento Motor. Nesse processo, foram concluídas várias dissertações de mestrado que investigaram: a) fatores que afetavam a aquisição de habilidades motoras como conhecimento de resultados (Castro, 1988; Chiviakowsky, 1993; Proença, 1989), uso do videotape (Cavariani, 1990; Jesus, 1986), prática mental (Melo, 1993); b) Teoria de Esquema Motor (Junghanel-Pedrinelli, 1989; Passos, 1989); c) Desenvolvimento motor básico e aplicado (Manoel, 1989; Muñoz, 1985; Sanches, 1989).

Como os estudos sobre o desenvolvimento motor e a aprendizagem motora eram relativamente inéditos no Brasil, as dissertações produzidas na primeira fase do LACOM tiveram o mérito de contribuir para a introdução da área em nosso meio. Vale ressaltar que não havia um laboratório fisicamente constituído. A grande maioria dos estudos citados foi conduzida com tarefas da vida diária ou esportivas. Se esse aspecto prejudicou, de alguma forma, a fidedignidade dos estudos, ele também teve o mérito de proporcionar resultados com maior validade ecológica.

A segunda fase do LACOM se inicia a partir de 1988 quando o Laboratório foi oficialmente formado e reconhecido a nível institucional. O espaço físico destinado para sua instalação ainda demoraria a ser disponibilizado, fato que ocorreu em 1991. Graças a financiamentos obtidos junto à Universidade em convênio com Banco Interamericano de Desenvolvimento, foi possível adquirir, nessa época, uma série de equipamentos clássicos da área de Aprendizagem Motora. Isso propiciou a realização de estudos em situações de laboratório relatados em algumas dissertações de mestrado da época. Esses trabalhos foram realizados por alguns dos membros que iniciaram o grupo de estudos em 1984 e enfocaram o envelhecimento e a aprendizagem motora (Santos, 1993), o desenvolvimento do timing antecipatório (Ferraz, 1992) e a estrutura de prática variada e Teoria de Esquema Motor (Freudenheim, 1992).

O conjunto de contribuições da primeira fase e do período inicial da segunda fase do LACOM sedimentaram o terreno para que o laboratório pudesse alçar vôos mais ambiciosos a

partir de 1993. Esse processo que nos traz até os dias atuais tem propiciado a consolidação de linhas de pesquisa sintonizadas com os principais temas de investigação na área. A relação entre o que investigamos e as questões centrais da área de Comportamento Motor será objeto de nossa apreciação a seguir.

## O LACOM E A ÁREA DE ESTUDO COMPORTAMENTO MOTOR

A área de Comportamento Motor congrega campos de longa tradição. Isso faz com que um levantamento histórico sobre as preocupações e investigações pertinentes à ela nos leve pelo tempo ao século XIX, ou até antes (cf. Meijer & Roth, 1988). Por razões de espaço, não vamos repetir aqui um levantamento já realizado das preocupações tradicionais da área para o que remetemos o leitor a outro trabalho (Manoel, 1995a).

Nosso enfoque será sobre os problemas básicos que a área busca explicar. O primeiro refere-se a como explicar as regularidades observadas num comportamento motor habilidoso. Assim, estamos nos referindo às seguintes questões: Como explicar a ordem expressa no comportamento? Afinal, o que é adquirido?

O segundo problema refere-se a como explicar as mudanças que o comportamento passa de um estado em que o indivíduo é imaturo/iniciante/com ausência de habilidade para um estado em que ele é maduro/competente/habilidoso. Em outras palavras, a pergunta formulada é: Como ocorre a aquisição do comportamento habilidoso?

A partir dos anos 70, os dois problemas foram tratados de forma mais integrada dentro da chamada abordagem orientada ao processo. Nesse período, foi proposto um modelo híbrido de controle motor auto-regulatório. Ele envolvia a combinação de dois modelos tradicionais de controle: circuito aberto e circuito fechado (cf. Stelmach, 1976). Valendo-se desses modelos, foi um passo lógico assumir que a aprendizagem (cf. Adams, 1971; Pew, 1966; Schmidt, 1975;) e até o desenvolvimento motor (cf. Connolly, 1970; Keogh, 1977)

caracterizavam-se por mudanças nos modos de controle motor. Essa concepção estabeleceu uma agenda de investigação que revigorou a área de Comportamento Motor nos anos 70 e 80. Entretanto, as inadequações desse modelo para explicar tanto a aprendizagem como o desenvolvimento motor foram apontadas ao final da década de 80 (cf. Meijer & Roth, 1988; Wade & Whiting, 1986).

O ponto de maior controvérsia com relação ao que é adquirido surge a partir da colocação de que o papel das representações mentais na organização motora seria secundário (Kelso, 1982). Na abordagem que veio a ser conhecida como Sistemas Dinâmicos, a ordem no comportamento é atribuída à interação entre restrições orgânicas, ambientais e da tarefa (Newell, 1986). Essa visão tem sido preconizada tanto para tratar da aprendizagem motora (Zanone & Kelso, 1992) quanto para tratar do desenvolvimento motor (Thelen, 1986).

Foge ao escopo do presente ensaio entrar em maior profundidade nessa controvérsia, posto que em vários aspectos ela envolve pressupostos filosóficos até certo ponto irreconciliáveis (Abernethy & Sparrow, 1992). Vários autores têm mostrado a inadequação de modelos de controle motor, nos quais a representação é excluída (por exemplo, Jeannerod, 1994; Requin, 1992; Shaffer, 1992). Em razão disso, começam a surgir posições defendendo uma aproximação das duas visões, buscando-se assim um modelo híbrido, em que pese as diferenças profundas de orientação filosófica (veja por exemplo Summers, 1992).

A contribuição do LACOM a essa discussão tem sido mostrar a relevância do princípio da complementaridade (Bohr, 1958; Pattee, 1982). Manoel (1993), Manoel & Connolly (1997) e Tani (1995) procuraram mostrar que modos de descrição aparentemente incompatíveis, no caso o modo simbólico (informação) e o dinâmico (energia), podem ser tratados em conjunto para abordar um mesmo fenômeno, no caso a organização no comportamento motor. Buscamos embasamento na Teoria Hierárquica de Sistemas Complexos (Nicholis, 1986; Pattee, 1973, 1987) para propor uma alternativa ao conceito tradicional de representação. Nesse caso, propõe-se que o comportamento é organizado a partir de um programa de ação (cf. Connolly,

1977) hierarquicamente estruturado nos níveis macroscópico e microscópico. A macro-estrutura do programa é orientada a ordem e definiria o padrão geral de interação dos elementos do programa. A micro-estrutura do programa seria orientada à desordem e comportaria os elementos do programa. A macro-estrutura condiciona, mas não determina o comportamento individual dos elementos que estão no nível da micro-estrutura. Ao mesmo tempo, em termos da dinâmica do sistema, a macro-estrutura emerge da relação dos elementos. Assim, a macro-estrutura é causa e efeito da micro-estrutura (Tani, 1995a). Uma série de experimentos tem sido realizada oferecendo razoável suporte para esse modelo (Freudenheim, 1999; Manoel, 1993, 1998; Manoel & Connolly, 1995; Tani, Connolly & Manoel, 1998).

A controvérsia representação vs. sistemas dinâmicos acabou por desviar a atenção da área para um problema igualmente importante: Como ocorre a aquisição do comportamento habilidoso? As teorias de Circuito Fechado (Adams, 1971) e de Esquema Motor (Schmidt, 1975) têm como característica principal tratar a aquisição de habilidades motoras como um processo finito, que se encerra quando o objetivo de execução correta da habilidade é alcançado ou quando essa habilidade é estabilizada. Em outras palavras, subjacente à aquisição da habilidade estaria a formação de um estado independente de tempo (cf. Prigogine, 1961, veja também Manoel, 1993; Manoel & Connolly, 1997). Isso caracteriza o chamado modelo de equilíbrio pois a ênfase recai sobre a estabilidade do estado e não em sua capacidade de mudança ou quebra de estabilidade. Atualmente, há um consenso de que fenômenos como os envolvidos na aquisição de habilidades caracterizam-se por quebra de estabilidade. O sistema caminha sempre em direção à maior instabilidade, condição necessária para a emergência de estados mais complexos no sistema (cf. Bertalanffy, 1960; Kauffman, 1991).

Na abordagem dos sistemas dinâmicos encontramos essa preocupação nos trabalhos de Kelso e seus colaboradores (Kelso, 1995; Zanone & Kelso, 1992, 1997; Zanone, Kelso & Jekka, 1993). Entretanto, esses estudos têm focado o grau de estabilidade de um dado sistema no processo de aprendizagem (veja por exemplo, Zanone & Kelso, 1997). A instabilidade é vista apenas como um desafio ao sistema

adquirido e não em relação à formação de um novo padrão.

A aquisição de habilidades motoras envolve não só a estabilização de estruturas, mas a sua adaptação gerando novas estruturas. Choshi & Tani (1983) propõem que a aquisição envolve duas fases: Estabilização e Processo Adaptativo. A primeira fase compreende os estágios já conhecidos tradicionalmente como cognitivo, associativo e autônomo (cf. Fitts & Posner, 1967); a padronização funcional levaria a um estado estável do sistema. A segunda fase difere do modelo de Kelso na medida em que enfoca como o sistema se reorganiza para realizar uma nova habilidade em termos estruturais. O LACOM tem realizado uma série de trabalhos nessa direção investigando fatores que influenciam o processo adaptativo (por exemplo, Tani, 1989) assim como a investigação do processo adaptativo em si (Benda, Côrrea & Tani, 1998; Manoel, 1992; Manoel, 1993; Manoel & Connolly, 1995; Tani, Connolly & Manoel, 1996, 1997). Dentro dessa perspectiva, temos visto a aquisição de habilidades como um processo em que há no sistema um ciclo de instabilidade-estabilidade-instabilidade.

Fatores geralmente tratados como negativos nos modelos tradicionais de aprendizagem, como variabilidade de resposta, ruído, erros de “performance”, “feedback” positivo, ganham nova interpretação. Eles passam a se constituir em variáveis que, quando manipuladas, podem exercer papel crucial na formação de habilidades cada vez mais complexas.

A preocupação com a dinâmica de aquisição do comportamento levou a um novo direcionamento da linha de pesquisa “Análise de padrões fundamentais de movimento” Partiu-se de uma discussão sobre a inadequação do conceito de padrão maduro dos movimentos fundamentais. Basicamente, buscou-se mostrar que deveria haver uma preocupação em se identificar na criança o estado estável de seus movimentos fundamentais (Manoel, 1994). Além disso, esse estado estável seria temporário na medida em que ele anteciperia a aquisição de movimentos mais complexos e específicos (cf. Tani, Manoel, Kokubun & Proença, 1988). A aquisição desses padrões é vista como um processo em que existe co-ação de vários fatores internos e externos (cf. Manoel, 1998). Os estágios tradicionais são interpretados como modos de coordenação condicionados por

programas de ação em conjunto com restrições ambientais e da tarefa (Manoel & Oliveira, 1999). Além disso, temos buscado investigar como padrões fundamentais de movimento são modificados quando a combinação desses padrões é requerida. Embora os modelos de seqüência de desenvolvimento motor estabeleçam a existência de uma fase de combinação de movimentos fundamentais, nós não sabemos nada sobre como esse processo ocorre (Gimenez & Manoel, 1997).

Outras linhas de pesquisa têm focado o papel de fatores que afetam a aquisição de habilidades motoras. A perspectiva adotada no LACOM tem sido conduzir estudos críticos às abordagens tradicionais. Isso foi feito em relação ao estudo do efeito da frequência de CR em relação ao estudo de desenvolvimento (Chiviacowsky & Tani, 1993), aos diferentes regimes de prática variada em comparação à constante (Corrêa, Benda & Tani, 1998a) ou da permanência do efeito da interferência contextual (Meira Junior & Tani, 1999a). Nessa perspectiva, a relação entre o conhecimento e a habilidade motora também tem sido objeto de investigação. Uma linha de investigação tem focado as estratégias de planejamento de uma habilidade manipulativa (Moreira & Manoel, 1998). A preocupação é verificar como indivíduos em diferentes estados de desenvolvimento escolhem planos de ação dado diferentes restrições biomecânicas na conclusão da tarefa. Abordando um aspecto ainda mais macroscópico, Dantas (1997, 1999) tem procurado estabelecer meios de investigação visando verificar até que ponto a habilidade motora resulta de um conhecimento passível de declaração sobre essa atividade.

Com base no pano de fundo que tem orientado as linhas de pesquisa do LACOM, temos conduzido investigações que não se encaixam na pesquisa básica tradicional ou na chamada pesquisa aplicada. Trata-se do que Tani (1992) denominou de pesquisa integrativa, na qual hipóteses originadas em pesquisas básicas são testadas numa situação real de ensino-aprendizagem. A nossa linha de pesquisa denominada “Processo ensino-aprendizagem de habilidades motoras” é “sui generis” pois ela sacrifica a fidedignidade dos estudos em favor da validade ecológica. Vários estudos têm sido realizados envolvendo a investigação de fatores ligados à instrução (Públio, Tani & Manoel,

1995), tipo de prática (Públio & Tani, 1993) e estrutura da prática variada (Meira Junior, 1999b; Ugrinowitsch, 1997) e estabelecimento de metas (Freudenheim & Tani, 1998). As pesquisas desse tipo propiciam um teste da robustez de teorias referentes ao comportamento motor. A nossa preocupação é investir cada vez mais nesse tipo de pesquisa seguindo uma orientação sistêmica, ou seja, buscando verificar o efeito de variações no padrão de interação de variáveis independentes num ambiente complexo. Como as situações de investigação são extraídas da prática da Educação Física, esse tipo de estudo estabelece um vínculo importante com a profissão. A pesquisa de ensino-aprendizagem pode constituir-se numa resposta concreta e eficaz para o problema perene da dicotomia teoria vs. prática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada área de investigação segue seus paradigmas, tem seu "modus operandi". A área de Comportamento Motor tem como característica uma grande preocupação com as questões: o que investigar, como investigar, por que e para que investigar (Manoel, 1995b; Tani, 1995b). A abordagem dessas questões tem sido com o intuito de buscar um equilíbrio para evitar a ênfase exacerbada em uma delas. Como cita Tani (1995b) trata-se de estabelecer prioridades quanto ao eixo temporal na formação do próprio pesquisador.

O estabelecimento do problema de pesquisa sempre ganha atenção especial nas discussões de Comportamento Motor. Isso faz com que a metodologia seja orientada ao problema e não vice-versa, como acontece em outras áreas. Por estar situada num nível de análise intermediário, entre níveis mais microscópicos (biofísico) e macroscópicos (sócio-cultural), a área de Comportamento Motor vê-se obrigada a "olhar para cima e para baixo" com muita frequência. Esse exercício nos leva a pensar em Koestler e sua proposição da relatividade das entidades (hólons) que são parte e todo, ao mesmo tempo (Koestler, 1967).

O grande desafio do LACOM é fazer com que suas pesquisas traduzam essa relatividade, onde o conhecimento seja integrativo para com aqueles gerados nos níveis

imediatamente inferiores e seja válido em referência aos níveis imediatamente superiores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERNETHY, B.; SPARROW, W. The rise and fall of dominant paradigms in motor behavior research. In: SUMMERS, J.J., ed. *Approaches to the study of motor control and learning*. Amsterdam, North Holland, 1992.
- ADAMS, J. A closed loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, v.3, p.111-50, 1971.
- BENDA, R.N.; CÔRREA, U.C.; LUSTOSA DE OLIVEIRA, D.; TANI, G. Variabilidade e processo adaptativo na aprendizagem de tarefa de controle da força de preensão manual. *Percepção e Ação*, 1998. [no prelo].
- BERTALANFFY, L. von Comments on professor Piaget's paper. In: TANNER, J.M.; INHELDER, B., eds. *Discussions on child development*. London, Tavistock, 1960. v.4.
- BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957*. Rio de Janeiro, Contraponto, 1958/1995.
- CASTRO, I.J. *Efeitos da frequência relativa de feedback extrínseco na aprendizagem de uma habilidade motora simples*. São Paulo, 1988. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- CAVARIANI, E. *Efeitos da apresentação de feedback através do video-tape na aprendizagem de uma habilidade motora*. São Paulo, 1990. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- CHIVACOWSKY, S. *Efeitos da frequência do conhecimento de resultados na aprendizagem de uma habilidade motora em crianças*. São Paulo, 1993. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- CHIVACOWSKY, S.; TANI, G. Efeitos da frequência do conhecimento de resultados na aprendizagem de uma habilidade motora em crianças. *Revista Paulista de Educação Física*, v.7, n.1, p.45-57, 1993.
- CHOSHI, K.; TANI, G. Stable system and adaptive system in motor learning. In: JAPANESE ASSOCIATION OF BIOMECHANICS. *The science of movement V*. Tokyo, Kyorin, 1983.
- CONNOLLY, K.J. The nature of motor skill development. *Journal of Human Movement Studies*, v.3, p.128-43, 1977.
- \_\_\_\_\_. Skill development: problems and plans. In: CONNOLLY, K.J., ed. *Mechanisms of motor skill development*. London, Academic Press, 1970.

- CORRÊA, U.C.; BENDA, R.N.; TANI, G. Variabilidade de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora. In: ENCONTRO BRASILEIRO-INTERNACIONAL DE CIÊNCIA COGNITIVA, 3., Campinas, 1998. **Anais**. Campinas, UNICAMP, 1998a. p.24-5.
- \_\_\_\_\_. Variabilidade de prática e processo adaptativo na aprendizagem do arremesso de dardo. In: SEMINÁRIO DE COMPORTAMENTO MOTOR, São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, EEFUSP/LACOM, 1998b. p.32.
- DANTAS, L.E.P.T.B. **Conhecimento no desempenho de habilidades motoras**. São Paulo, EEFUSP, 1999. (Relatório Técnico Laboratório de Comportamento Motor).
- \_\_\_\_\_. Questões para o estudo do conhecimento na habilidade motora. In: ENCONTRO BRASILEIRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA COGNITIVA, 3., Campinas, 1997. **Anais**. Campinas, UNICAMP, 1997.
- FERRAZ, O.L. **Desenvolvimento do timing antecipatório em crianças**. São Paulo, 1992. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- FITTS, P.; POSNER, M. **Human performance**. Belmont, Brook/Cole, 1967.
- FREUDENHEIM, A.M. **Formação de esquema motor em crianças numa tarefa que envolve timing coincidente**. São Paulo, 1992. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- FREUDENHEIM, A.M. **Organização hierárquica de um programa de ação e a estabilização de habilidades motoras**. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo [no prelo].
- FREUDENHEIM, A.M.; TANI, G. Efeitos do estabelecimento de meta na aquisição de uma habilidade de sustentação no meio líquido em crianças. **Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina**, v.13, n.1, p.5-11, 1998.
- GIMENEZ, R.; MANOEL, E.J. Desenvolvimento motor de indivíduos portadores de deficiência mental: A combinação de habilidades motoras correr e arremessar. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4./SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2.; São Paulo, 1997. **Anais**. São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 1997. p.97.
- GUASTELLO, R. An introduction to non-linear dynamics psychology and lifesciences. **Non-linear dynamics Psychology and Lifesciences**, v.1, n.1, p.1-6, 1997.
- JEANNEROD, M. The representing brain: neural correlates to intention and imagery. **Behavioral and Brain Sciences**, v.17, n.2, p.187-245, 1994.
- JESUS, J.F. **O efeito do feedback extrínseco fornecido através do videotape na aprendizagem de uma habilidade motora do vôlei**. São Paulo, 1986. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- JUNGHÄHNEL-PEDRINELLI, V. **Formação de esquema motor em crianças portadoras de Síndrome de Down**. São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- KAUFFMAN, S. Antichaos and adaptation. **Scientific American**, v.265, n.2, p.78-84, 1991.
- KELSO, J.A.S. **Dynamic patterns**. Cambridge, The MIT Press, 1995.
- \_\_\_\_\_. The process approach to the understanding of human motor behavior: an introduction. In: KELSO, J.A.S., ed. **Human motor behavior: an introduction**. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1982.
- KEOGH, J. The study of movement skill development. **Quest**, v.28, p.76-88, 1997.
- KOESTLER, A. **The ghost in the machine**. London, Hutchinson, 1967.
- MAGILL, R. **Motor learning: concepts and applications**. Dubuque, Brown & Benchmark, 1995.
- MANOEL, E.J. **Adaptive control and variability in the development of skilled actions**. Sheffield, 1993. Tese (Doutorado) - University of Sheffield.
- \_\_\_\_\_. Aprendizagem motora: o processo de aquisição de ações habilidosas. In: NETO, A.F.; GOELLNER, S.; BRACHT, V., eds. **As ciências do esporte no Brasil**. Campinas, Editores Associados, 1995a.
- \_\_\_\_\_. **A árvore e a chama: a formação de um laboratório**. São Paulo, 1999a. (Texto comemorativo aos 10 anos do Laboratório de Comportamento). [Digitado]
- \_\_\_\_\_. Aspectos macroscópicos e microscópicos da formação de pesquisadores e o estudo do comportamento motor humano. **Caderno Documentos**, n.1, p.1-9, 1995b.
- \_\_\_\_\_. Controles ótimo e adaptativo na aquisição de habilidades motoras seriadas. **Revista Paulista de Educação Física**, v.6, n.2, p.3-20, 1992.
- \_\_\_\_\_. Desenvolvimento motor: implicações para a educação física escolar I. **Revista Paulista de Educação Física**, v.8, n.1, p.82-97, 1994.
- \_\_\_\_\_. **Desenvolvimento do comportamento motor humano: uma abordagem sistêmica**. São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_. Desenvolvimento motor: padrões em mudança, complexidade crescente. **Revista Paulista de Educação Física**, 1999b. [no prelo].

- \_\_\_\_\_. **Modularização, organização hierárquica e variabilidade na aquisição de habilidades motoras.** São Paulo, 1998. 84p. Tese (Livre Docência)- Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- MANOEL, E.J.; CONNOLLY, K.J. Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, v.19, p.129-47, 1995.
- \_\_\_\_\_. Variability and stability in the development of skilled actions. In: CONNOLLY, K.J.; FORSSBERG, H., eds. *Neurophysiology and neuropsychology of motor development.* London, MacKeith Press/Cambridge University Press, 1997.
- MANOEL, E.J.; OLIVEIRA, J.A. Motor developmental status and task constraint in overarm throwing. 1999. [Artigo submetido à publicação].
- MEIJER, O.; ROTH, K., eds. **Complex movement behaviour: the motor-action controversy.** Amsterdam, North Holland, 1988.
- MEIRA JUNIOR, C. **Interferência contextual e a aprendizagem de uma habilidade motora do voleibol: efeito duradouro, temporário ou não existente?** São Paulo, 1999b. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo. [no prelo].
- MEIRA JUNIOR, C.; TANI, G. Contextual interference in motor skill acquisition: lasting, temporary or non-existent effect? 1999. [Artigo submetido à publicação]
- MELO, J.M.C. **Efeitos da prática mental em tarefas motoras de diferentes envolvimento cognitivos.** São Paulo, 1993. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- MOREIRA, C.R.P.; MANOEL, E.J. Planejamento de uma habilidade manipulativa em indivíduos portadores de síndrome de Down: dados preliminares. *Boletim do Laboratório de Comportamento Motor*, v.5, n.3, p.2-6, 1998.
- MUÑOZ, L.A.M. **Desenvolvimento motor e suas implicações na educação física infantil.** São Paulo, 1985. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- NEWELL, K. Constraints on the development of coordination. In: WADE, M.; WHITING, H.T.A., eds. **Motor development in children: aspects of control and coordination.** Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986.
- NICHOLIS, J.S. **Dynamics of hierarchical systems: an evolutionary approach.** Berlin, Springer Verlag, 1986.
- PASSOS, S.C.E. **Efeitos da variabilidade de prática na aprendizagem de uma habilidade motora.** São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- PATTEE, H., ed. **Hierarchy theory.** New York, George Braziller, 1973.
- PATTEE, H. Instabilities and information in biological self-organization. In: YATES, F., ed. **The self-organizing systems: the emergence of order.** New York, Plenum Press, 1987.
- \_\_\_\_\_. The need for complementarity in models of cognitive behavior: a response to Fowler and Turvey. In: WEIMER, W.; PALERMO, D., eds. **Cognition and the symbolic processes.** Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1982. v.2.
- PEW, R. Acquisition of hierarchically control over the temporal organization of a skill. *Journal of Experimental Psychology*, v.71, p.764-71, 1966.
- PRIGOGINE, I. **Introduction to thermodynamics of irreversible processes.** New York, Interscience, 1961.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Order out of chaos.** New York, Bantam Books, 1984.
- PROENÇA, J.E. **Efeitos da variação temporal do conhecimento de resultado na aprendizagem de uma habilidade motora discreta.** São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- PÚBLIO, N.; TANI, G. Aprendizagem de habilidades motoras seriadas da ginástica olímpica. *Revista Paulista de Educação Física*, v.7, n.1, p.58-68, 1993.
- PÚBLIO, N.; TANI, G.; MANOEL, E.J. Efeitos da demonstração e instrução verbal na aprendizagem de habilidades motoras da ginástica olímpica. *Revista Paulista de Educação Física*, v.8, n.2, p.112-26, 1995.
- REQUIN, J. From action representation to movement control. In: STELMACH, G.E.; REQUIN, J., eds. **Tutorial in motor behavior II.** Amsterdam, North Holland, 1992.
- ROSENBAUM, D. **Human motor control.** New York, Academic Press, 1991.
- SANCHES, A.B. **Estágios de desenvolvimento motor em estudantes universitários na habilidade básica arremessar.** São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, S. **Tempo de reação, tempo de movimento e aquisição de timing antecipatório em idosos.** São Paulo, 1993. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- SCHMIDT, R.A. **Motor control and learning: a behavioral emphasis.** Champaign, Human Kinetics, 1988.
- \_\_\_\_\_. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, v.82, p.225-60, 1975.
- SHAFFER, L. Motor programming and control. In: STELMACH, G.E.; REQUIN, J., eds. **Tutorial in motor behavior II.** Amsterdam, North Holland, 1992.

- SIMON, H.A. **Sciences of the artificial**. 3.ed. Cambridge, The MIT Press, 1996.
- STELMACH, G.E., eds. **Motor control: issues and trends**. New York, Academic Press, 1976.
- SUMMERS, J.J. Movement behaviour: a field in crisis? In: J. J. SUMMERS, J.J., ed. **Approaches to the study of motor control and learning**. Amsterdam, North Holland, 1992.
- TANI, G. Comentário 1. **Caderno Documentos**, n.1, p.10-4, 1995b.
- \_\_\_\_\_. Contribuições da aprendizagem motora para a educação física: uma análise crítica. **Revista Paulista de Educação Física**, v.6, n.2, p.65-72, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Organização hierárquica do comportamento motor humano**. São Paulo, Departamento de Pedagogia do Movimento do Corpo Humano/Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 1995a. (Relatório final de atividades de Pós-Doutoramento).
- \_\_\_\_\_. **Variabilidade de resposta e o processo adaptativo da aquisição de habilidades motoras**. São Paulo, 1989. 78p. Tese (Livre Docência) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- TANI, G.; CONNOLLY, K.J.; MANOEL, E.J. Pattern formation and hierarchical organization in the acquisition of motor skills. In: ENCONTRO BRASILEIRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA COGNITIVA, 3., São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, Unicamp, 1998. p.65.
- \_\_\_\_\_. Sistema antecipatório e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora seriada de rastreamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 20., São Paulo, 1996. **Anais**. São Paulo, Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, 1996. p.91.
- \_\_\_\_\_. Sistema antecipatório e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora seriada de rastreamento em função da idade. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, 6., Rio Claro, 1997. **Anais**. Rio Claro, Departamento de Educação Física, UNESP, 1997. p.46.
- TANI, G.; MANOEL, E.J.; KOKUBUN, E.; PROENÇA, J.E. **Educação física escolar: fundamentos de uma abordagem desenvolvimentista**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1988.
- THELEN, E. Development of coordinated movement: implications for early human development. In: WADE, M.; WHITING, H.T.A., eds. **Motor development in children: aspects of control and coordination**. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986.
- TINBERGEN, N. On aims and methods of ethology. **Zeitschrift fur Tierpsychologie**, v.20, p.410-33, 1863.
- UGRINOWITSCH, H. **Interferência contextual: manipulação de programa e parâmetro na aprendizagem da habilidade saque do voleibol**. São Paulo, 1997. 92p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- WADE, M.G.; WHITING, H.T.A., eds. **Motor development in children: aspects of coordination and control**. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986.
- ZANONE, P.; KELSO, J.A.S. Coordination dynamics of learning and transfer: collective and component level. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v.23, n.5, p.1454-80, 1997.
- \_\_\_\_\_. Learning and transfer as dynamical paradigms for behavioral changes. In: STELMACH, G.E.; REQUIN, J., eds. **Tutorial in motor behavior II**. Amsterdam, North Holland, 1992.
- ZANONE, P.; KELSO, J.A.S.; JEKKA, J. Concepts and methods for a dynamical approach to behavioral coordination and change. In: SAVELSBERGH, G.J.P., ed. **The development of coordination in infancy**. Amsterdam, North Holland, 1993.

ENDEREÇO: Edison de Jesus Manoel

EEFEUSP

Av. Prof. Mello Moraes, 65

05508-900 - São Paulo - SP - BRASIL