

PERCEPÇÃO E AÇÃO: DIREÇÕES TEÓRICAS E EXPERIMENTAIS ATUAIS.

Eliane Mauerberg de Castro
Universidade Estadual Paulista – Rio Claro

Resumo: O objetivo deste capítulo é demonstrar como conceitos ecológicos e de sistemas dinâmicos servem aos assuntos da psicofísica da ação e percepção em experimentos envolvendo o comportamento motor sob restrições do ambiente, do organismo e da tarefa. Estes experimentos permitem-nos demonstrar características quantitativas e qualitativas do fenômeno ação e percepção. Para tanto, eu incluí resultados de alguns de nossos estudos conduzidos no Laboratório de Ação e Percepção da UNESP de Rio Claro. Estes estudos abordam a percepção espacial em idosos, em deficientes mentais e em deficientes visuais, e a relação entre percepção de esforço e habilidades da vida diária e performance de atletas. Por último eu discuto a cooperação entre os sistemas perceptual háptico e de controle postural para o estabelecimento de um novo paradigma experimental, o paradigma da âncora. Nossos resultados são diagnósticos, descritivos ou comparativos e exploram a relação mútua entre ambiente, organismo e metas de tarefas psicofísicas.

Palavras-chaves: Percepção-ação, percepção espacial, percepção háptica, paradigma de ancoragem.

PERCEPTION AND ACTION: RECENT THEORETICAL AND EXPERIMENTAL DIRECTIONS.

Abstract: The purpose of this study is to demonstrate how ecological and dynamical systems concepts are used to explain psychophysical issues of action and perception during experiments in motor behavior under task and environment constraints. These experiments allow us to demonstrate quantitative and qualitative characteristics of the action-perception phenomenon. Therefore, I included the results of several studies conducted in my lab, the Laboratory of Action and Perception at UNESP in Rio Claro. These studies concern spatial perception in older people, in individuals with mental retardation and blindness, and the relationship between perception of exertion and daily living activities, and athletic performances. Lastly, I discussed the cooperation between haptic and postural control systems in order to establish a new experimental paradigm, the anchor paradigm. Our results are diagnostic, descriptive or comparative, and exploit the mutual relationship among environment, organism, and psychophysical task goals.

Key-words: Perception-action, spatial perception, haptics, anchor paradigm.

Se a psicofísica enquanto ciência das medidas comportamentais pode fazer inferências sobre os mecanismos dos sistemas perceptivos através de predições e mesmo modelagem do comportamento dirigido a uma tarefa, então a ação e a percepção não podem ser entendidas como processos separados. Tampouco percepção e ação podem ser entendidas como processos independentes do que acontece no ambiente onde um organismo vive. O ser humano age, se movimenta e mantém um estado de constan-

te contato com a energia estruturada vinda do ambiente e do próprio organismo. O movimento é um bom exemplo deste contato. Enquanto resultado da coordenação e controle, o movimento reflete, através dos segmentos e do próprio corpo, uma parametrização da ação segundo as possibilidades de uma dada tarefa num dado contexto ambiental. Para os psicólogos da abordagem ecológica, a função reguladora da percepção organiza a ação que, por sua vez, depende da interação animal-ambiente.

Nos anos 60, Gibson (1966), iniciou uma abordagem nova sobre a questão da relação ecológica entre comportamento e ambiente. Gibson estabele-

leceu que o ponto de partida para uma abordagem ecológica deveria ser baseado no conceito de que um animal e seu ambiente não são logicamente separáveis. Um nicho ecológico implicaria em um animal e uma espécie implicaria em um ecônico. Hoje, estes são conceitos consagrados.

No campo da percepção, nas últimas décadas, vimos inúmeras mudanças de paradigmas e emergência de novas teorias, particularmente no campo das medidas por conta do avanço das tecnologias e interação com disciplinas como a matemática e a física. O aumento e a diversidade nas publicações e o aparecimento de novas revistas científicas mais especializadas como o *Ecological Psychology*, causaram um inevitável hibridismo e interdisciplinaridade de áreas de conhecimento com um interesse comum, o fenômeno ação-percepção. Um exemplo de interdisciplinaridade é a convergência entre as áreas que estudam o movimento humano e as áreas ligadas às neurociências. Outro exemplo é a abordagem dos sistemas dinâmicos. Nela, a aplicação de ferramentas formais e analíticas da dinâmica não-linear à coordenação do movimento, permite a construção de modelos que capturam estabilidade e perda de estabilidade do sistema de ação. O termo dinâmica usado neste contexto não se refere à cinética ou termodinâmica, mas sim, refere-se aos padrões de organizações espacial, temporal e funcional. Esta abordagem não está preocupada com a identificação de variáveis perceptuais ação-específica, mas está preocupada com a maneira como as organizações dinâmicas podem ser afetadas pela presença da informação que demanda padrões de comportamentos específicos. Em síntese, com diferentes níveis de complexidade e aplicabilidade, os assuntos da ação e percepção emergiram não só na área da psicologia, mas na cinesiologia, biologia, medicina, neurociências, bioengenharia, ciências computacionais, educação, terapias do movimento e exercício, ergonomia, entre outras (Mauerberg-de Castro, 2001a).

O objetivo deste capítulo é demonstrar como conceitos ecológicos e de sistemas dinâmicos servem aos assuntos da psicofísica da ação e percepção em experimentos envolvendo o comportamento motor sob restrições do ambiente, do organismo e da tarefa.

Integrando parâmetros psicofísicos, biomecânicos e fisiológicos para entender o fenômeno ação-percepção

Nos últimos anos nossa equipe no laboratório da Ação e Percepção iniciou vários estudos tentando combinar medidas psicofísicas com medidas biomecânicas e fisiológicas com o propósito de quantificar sistemas de ação sob restrições de tarefas perceptivas. No laboratório, nós desenvolvemos pesquisas básicas e aplicadas com o objetivo de entender o fenômeno da ação e percepção em indivíduos com condições neurológicas normais e indivíduos com deficiências. Nossos interesses específicos incluem descrições da topologia do comportamento motor, mudanças no desenvolvimento ao longo do ciclo vital, estilos perceptivos durante orientação ativa, impacto de restrições biológicas, da tarefa e do ambiente no controle motor e efeitos da intervenção com atividades motoras sobre a reabilitação de grupos especiais. A seguir apresentarei algumas categorias de comportamentos motores de indivíduos com desenvolvimento normal e atrasado durante situações de orientação e mobilidade, habilidades da vida diária, e execução de exercícios físicos sob esforço máximo e sub-máximo.

A percepção espacial

Tarefas de orientação espacial geralmente envolvem a forma como o ser humano representa, direta ou indiretamente, a geometria do espaço. Os pesquisadores desta temática estão interessados em diferenças marcadas pelo curso do desenvolvimento infantil normal (Rieser, Ashmead, & Talor, 1990; Rieser & Rider, 1991) ou atrasado (Rieser, Guth, & Weatherford, 1987). Outros estão direcionados para o conjunto de restrições impostas por condições artificiais tais como as do espaço virtual (Wilson, Foreman, Gillett, & Stanton, 1997), de simuladores (Riccio, 1992) ou ainda alterações congênicas ou adquiridas no sistema visual.

Muitos estudos sobre orientação utilizam a locomoção sem o uso da visão para testar a coerência e a importância de sistemas perceptivos que complementam a função visual (Farrell & Thomson, 1999; Fukusima, Loomis, & Da Silva, 1997; Rieser, et al., 1990; Rieser & Rider, 1991). Outro argumento é que, para deslocamentos curtos, a visão não é fundamental na tarefa uma vez que a ação em si exclui formas de atualização da posição e da direção, e depende mais do conhecimento prévio sobre onde

se deseja ir (Philbeck, Klatzky, Behrmann, Loomis, & Goodridge, 2001).

A locomoção guiada é um bom exemplo para demonstrar como o ser humano escala suas ações na dependência da estrutura do ambiente em sintonia com as mudanças corporais e as decorrentes da capacidade de aprendizagem pelo status do desenvolvimento. Por exemplo, em um estudo recente (Mauerberg-deCastro, et al., 2001), nós observamos que a produção de distância em tarefas de orientação por adultos com deficiência mental é realizada de forma similar à de adultos normais. Entretanto, o grupo com deficiência mental tende a cometer graves erros de orientação desviando-se da rota esperada. Para Foreman, Orenças, Nicholas, Morton e Gell (1989), crianças com deficiências físicas demonstram maiores dificuldades no conhecimento da estrutura espacial (desenhar mapas, encontrar objetos perdidos, e apontar na direção de uma área da escola) do que crianças sem deficiência física. Nós atribuímos estas dificuldades espaciais à falta de oportunidades de mobilidade e exploração do ambiente durante o processo de desenvolvimento, e à associação com problemas posturais típicos desta população (instabilidade na marcha, rigidez de passadas nas fases de amortecimento durante a locomoção, entre outros). É possível que dificuldades posturais exerçam influência importantes sobre funções de orientação e que a produção de distância seja preservada por conta de uma quantificação de esforço e tempo percorrido na atividade. Ou seja, embora o indivíduo com deficiência mental perca-se na rota, sua noção de duração de percurso aliada à sensação de trabalho realizado podem justificar a performance similar a de seus pares não-deficientes. Do ponto de vista diagnóstico, tais achados são importantes tanto quanto outras medidas clínicas. Após um treinamento com navegação no espaço usando atividades físicas e psicomotoras, indivíduos com deficiência visual melhoraram sua acurácia em manutenção de rotas (Mauerberg-deCastro, de Paula, Tavares, & Moraes, no prelo).

De fato, a orientação no espaço é uma habilidade tão importante que problemas em acurácia podem estar associados com distúrbios de funcionamento diversos e, particularmente com mudanças no desenvolvimento como durante o envelhecimento. Por exemplo, indivíduos idosos e indivíduos jovens de-

monstram que tarefas de orientação espacial podem ser executadas com níveis de acurácia diferentes. Ou seja, durante a manutenção de rotas em tarefas de orientação com uma e duas mudanças de direção (linha reta e triângulo, respectivamente), os idosos apresentam mais dificuldade (aumento do erro relativo de desvio angular) do que os jovens quando a informação visão é retirada (uso da informação háptica) (Figura 1b). Entretanto, na produção de distância, os desempenhos são parecidos em qualquer condição da tarefa, com um leve declínio na tarefa triângulo a partir das distâncias de 10m. Estes resultados demonstram que, comparados com seus pares jovens, idosos são mais dependentes da informação visual quando realizam a orientação espacial ativa.

No cotidiano os sistemas de orientação capturam dicas relevantes do ambiente para busca de um ponto de origem. Mantemos indícios familiares relevantes próximos ao ponto de saída ou chegada. Na ausência deles temos que confiar numa memória contínua sobre a variação do movimento mais recente. Quando rotas se tornam complexas é possível que qualquer representação mental do espaço percorrido tenha origem na sensibilidade háptica (parada, virada e reinício do gesto como na mudança de direção), ou no próprio esforço comparando-se a sensação de desenvolvimento de fadiga ou energia gasta entre o início, meio e proximidade da chegada.

A construção do espaço tridimensional depende da mobilidade e sua funcionalidade ao longo do processo de desenvolvimento (Goldfield, 1995; Wilson, et al., 1997). A internalização das propriedades do espaço depende das jornadas locomotoras, além disso, depende dos mecanismos posturais concomitantes com os gestos, sejam eles manipulatórios ou locomotores. Embora a motricidade ocular e a disparidade binocular tenham também suas participações nas representações tridimensionais, elas não são isoladas e nem justificam o que o cérebro “vê”.

Manter a rota significa alterar continuamente, ou neutralizar continuamente as restrições que interferem na mecânica do gesto. Por exemplo, modulações no gesto continuado dependem de interações complexas entre sistemas piramidais e extrapiramidais no cérebro. Retificações são feitas sempre que interferências assumem um grau com-

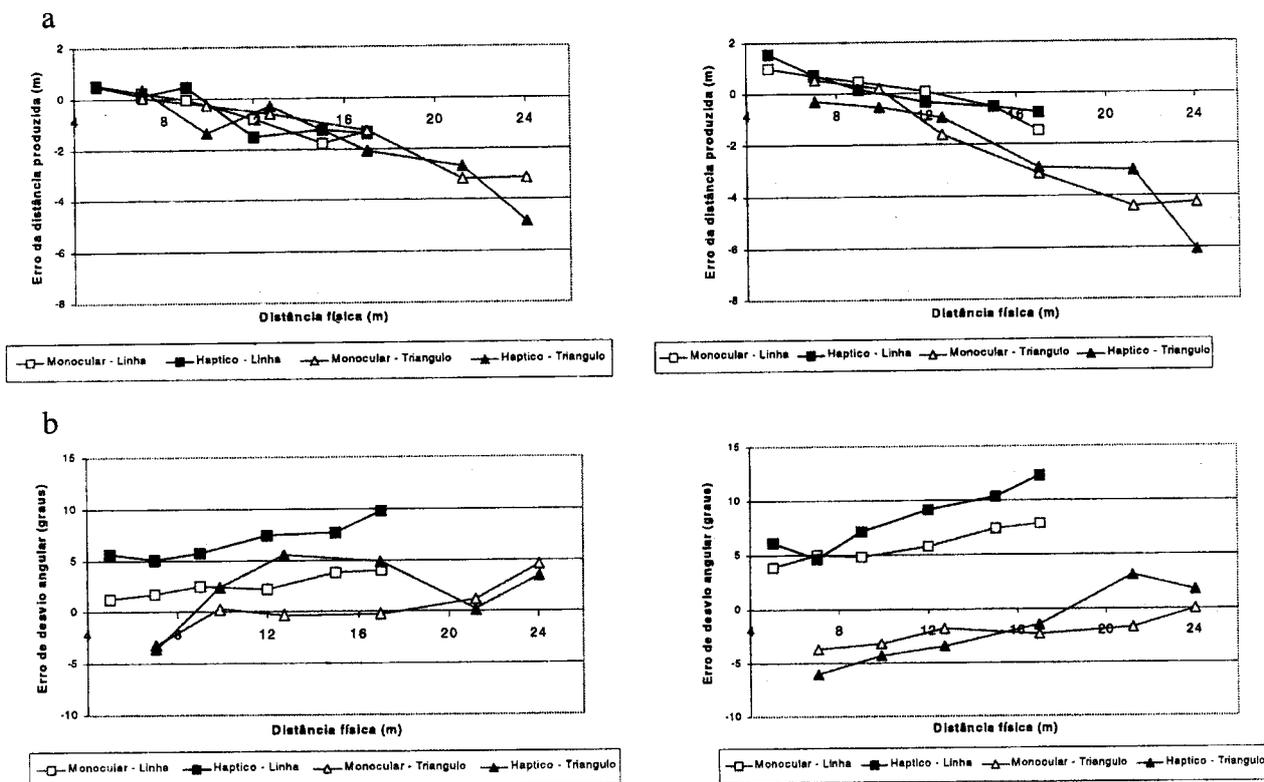


Figura 1. Valores do erro relativo de produção de distância (a) e de desvio angular (b) em tarefas de retornar andando a um alvo em rota com 1 (linha reta) e 2 mudanças de direção (triângulo) sob visão monocular e sem visão (condição háptica) por participantes idosos (lado direito) e indivíduos jovens (lado esquerdo).

prometedor na tarefa. Enquanto a locomoção livre pode demandar poucas imposições conscientes na manutenção de direção e precisão no chegar, demandas de tarefas como localizar o ponto de partida, ou uma rua num bairro movimentado exigem certamente um grau de precisão maior para que redundâncias e incertezas não atrapalhem a eficiência na tarefa (Mauerberg-deCastro, et al., 2001).

Percepção, ação e esforço no dia-a-dia

Ações diárias como transportar ou levantar objetos de dimensões e pesos diferentes implicam em inúmeras experiências entre o corpo em movimento, forças gravitacionais, atrito e propriedades físicas dos objetos. Esta interação à qual estamos acostumados é o resultado de uma série de contrações musculares que garantem níveis posturais variados concomitantes com tarefas específicas. Essa rotina de forças nos dá experiências que permitem perceber se uma cadeira é mais pesada do que uma mesa ou vice-versa. Ou seja, nós, seres humanos

podemos realizar medidas bastante “calibradas” em torno das forças resultantes de ações que realizamos no nosso dia-a-dia (Moraes, Mauerberg-deCastro, & Schuller, 2000).

Esforço e força subjetiva podem ser considerados contínuos perceptivos clássicos estudados em psicofísica. Com o advento da lei psicofísica de potência, vários trabalhos foram desenvolvidos para a obtenção de um índice de sensibilidade (expoente) para força (Cooper, Grimby, Jones, & Edwards, 1979) e esforço (Borg, 1962, Cooper, Grimby, Jones, & Edwards, 1979).

No esporte, estudos da percepção de força e esforço têm sua justificativa fundamentada na otimização das reservas energéticas e estado da arquitetura muscular num dado momento (i.e., hipertrofia, presença de lesões esportivas, ou estado nutricional) onde atletas de alto nível buscam melhoras mínimas de performance em função de seus limites fisiológicos estarem perto da fadiga. A aplicação de uma força um pouco mais intensa do que a necessária pode significar erro e conseqüentemente

uma queda de performance. Daí, a necessidade do atleta ajustar precisamente seus parâmetros em relação aos estímulos do ambiente para garantir a adaptação que se resume em melhora e precisão da performance atlética.

Da mesma forma que o esforço tem um impacto sobre o desempenho em tarefas psicofísicas envolvendo a ação sob limites fisiológicos de alta intensidade, a percepção de força também tem sua dependência com a capacidade musculoesquelética. Embora indivíduos neurologicamente normais tenham sua capacidade de julgar resistências contra seus corpos e segmentos, o estado de hipertrofia pode alienar a acurácia de julgamentos de força.

Moraes e cols. (2000) avaliaram a consistência no julgamento de força em indivíduos atletas e não-atletas em diferentes tarefas psicofísicas de estimação e produção de magnitude. Neste estudo, a preocupação central era verificar se tarefas psicofísicas de julgamento de força, relacionadas com diferentes estruturas musculares, podiam promover diferentes níveis de acurácia (demonstradas através do expoente psicofísico da função de potência proposta por Stevens, 1975) e estabilidade na percepção de força. Testes de produção de força em dinamômetro manual, estimação de força com membros inferiores (leg-press) e membros superiores (exercício supino) foram aplicados em ambos os grupos.

Os resultados neste estudo apontaram para diferenças significativas entre os grupos testados e também entre o tipo de movimento realizado. Expoentes psicofísicos obtidos da performance na tarefa supino (1,54 e 1,09, respectivamente para os grupos de atletas e não-atletas) e “leg-press” (1,89 e 1,17, respectivamente para os grupos de atletas e não-atle-

tas) foram significativamente maiores do que os expoentes para dinamômetro (0,58 e 0,68, respectivamente para os grupos de atletas e não-atletas) embora a variabilidade nas duas primeiras tarefas tenha sido superior à variabilidade na tarefa com dinamômetro. O desempenho na tarefa de produção de força em dinamômetro mostrou expoentes bastante baixos para ambos os grupos. Este estudo demonstrou que a experiência atlética contribui para um comportamento diferencial na tarefa de percepção de força, embora os sujeitos atletas tenham tido dificuldades em lidar com os estímulos menores no dinamômetro. Este efeito deveu-se provavelmente ao desenho do dinamômetro que limitou manipulações finas de preensão.

Na Figura 2, representando a tarefa com o dinamômetro, podemos notar através do desvio padrão que a maioria dos sujeitos variaram praticamente na mesma proporção entre as três séries de tentativas e entre os estímulos. Os sujeitos atletas diminuíram o erro relativo médio a partir do estímulo de 40% (uma resistência no dinamômetro determinada como estímulo-padrão que variou de acordo com a capacidade de produção de força de cada sujeito) e mantiveram julgamentos constantes deste estímulo em diante. Os sujeitos não-atletas também diminuíram o erro relativo no estímulo de 40% mas, por outro lado, eles não mantiveram seus julgamentos constantes e, no final da escala, exibiram um aumento. Esta diminuição do erro relativo em torno do estímulo de 40% indica uma certa influência do padrão sobre o julgamento perceptivo dos sujeitos. Os sujeitos tenderam a ajustar melhor suas respostas quando a tarefa usava estímulos próximos ao padrão.

Estas tendências de julgamento mais acurado

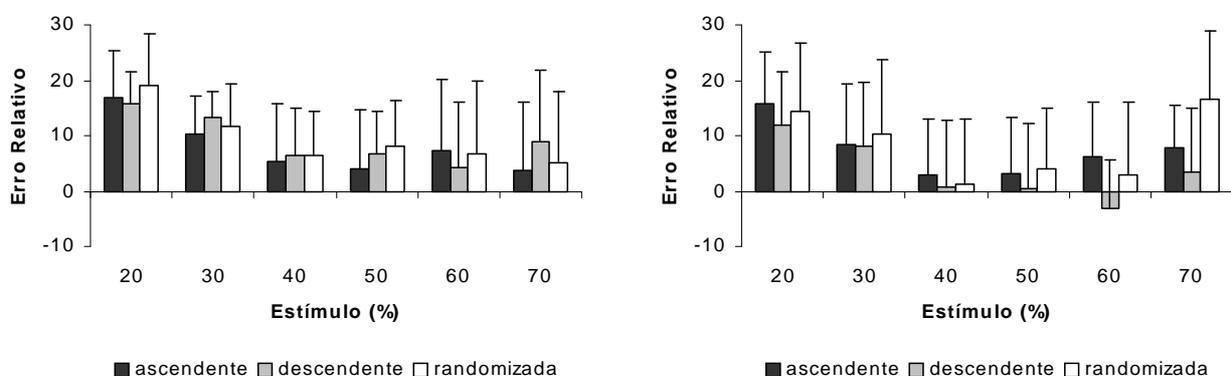


Figura 2 Erro relativo médio para os grupos de atletas (a) e não atletas (b) na tarefa com dinamômetro

entre indivíduos com histórico no esporte foram também ilustradas no trabalho de Schuller (2000). Combinando medidas de percepção de distância percorrida após corridas em velocidade moderada e rápida com e sem privação visual, com medidas de capacidade cardiorespiratória, ela demonstrou que a experiência atlética é um fator diferencial na melhora do julgamento de esforços dispendidos sob a égide de processos perceptivos. Particularmente, o estudo demonstrou que, durante a execução de corrida independentemente da sua intensidade de velocidade ou privação visual, os julgamentos de distância por homens e mulheres ativos são mais acurados do que o de seus pares sedentários (Figura 3). Entre homens e mulheres sedentários existe uma diferença em favor dos homens.

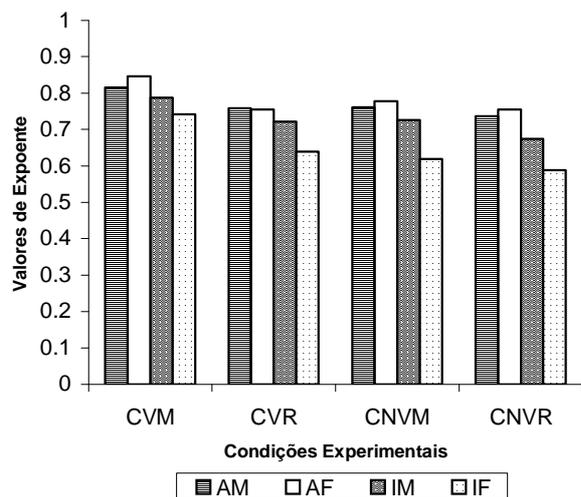


Figura 3. Valores médios dos expoentes obtidos para os grupos atletas dos sexos masculino (AM) e feminino (AF), e grupos sedentários dos sexos masculino (IM) e feminino (IF), nas condições corrida moderada com visão (CVM), corrida rápida com visão (CVR), corrida moderada sem visão (CNVM) e corrida rápida sem visão (CNVR).

Neste estudo, a atividade física foi considerada uma explicação importante para os diferentes níveis de acuidade em julgamentos de esforço durante a corrida executada por atletas e indivíduos sedentários. Ou seja, estar fisicamente ativo pode ser uma condição importante na acurácia dos julgamentos de distância durante deslocamentos como a corrida.

É importante salientar que ser sedentário não

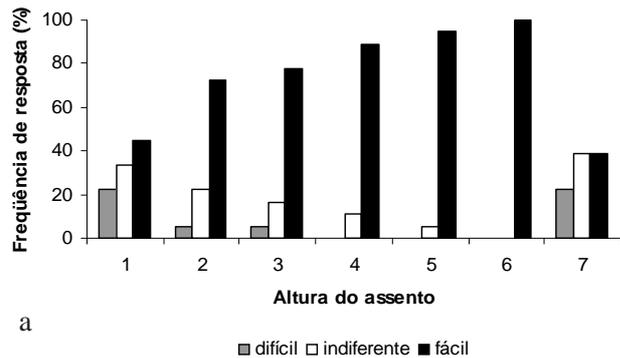
significa estar incapacitado de julgar acuradamente distâncias. Porém, quando o julgar distâncias implica em ações com esforços máximos e sub-máximos, ou ainda, restrições como a da visão, então a condição física pode interagir com a performance do julgamento de distâncias.

As diferenças entre condições físicas podem ainda ser melhor ilustradas em grupos de faixas etárias de contraste, como entre jovens e idosos. A meta de tal comparação é avaliar, numa tarefa psicofísica, o relacionamento simultâneo entre variáveis motoras e perceptivas. A escolha de tarefas familiares pode ser uma estratégia interessante pois pode justificar a evolução ou deterioração de habilidades fundamentais e da vida diária. Estas habilidades são de interesse clínico pois indicam estados funcionais e de saúde neurológica.

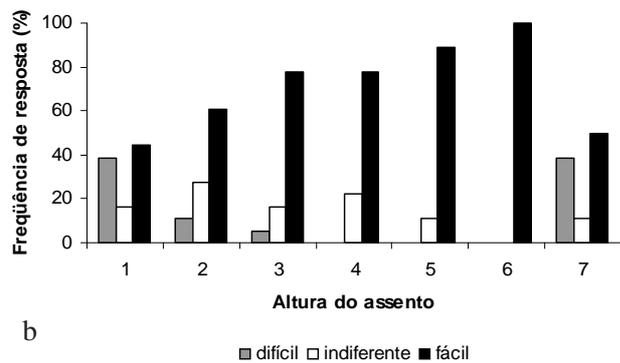
Por exemplo, Moraes (1999), ao avaliar a percepção de idosos e jovens sobre diferentes alturas de assentos, observou que, entre idosos, os parâmetros de execução da tarefa (biomecânicos) (Figura 4b) não correspondem aos julgamentos de percepção de dificuldade ou facilidade das diferentes alturas. Na Figura 4 estão ilustrados os resultados da percepção de dificuldade no ato de sentar em sete assentos de alturas diferentes, sendo o assento 1 o mais baixo, assento 4 a altura que forma um ângulo de 90° na articulação do joelho, e assento 7 a altura mais alta, todas proporcionais ao comprimento de perna de cada sujeito. Na coluna da direita, estão ilustrados parâmetros cinemáticos de deslocamento e velocidade angulares do segmento da coxa durante o ato de sentar no assento 1 de um sujeito idoso e um jovem. A linha suave e pendular do sujeito jovem mostra que o movimento foi executado com facilidade e relativa rapidez. O sujeito idoso exibiu um linha irregular no gráfico demonstrando que o movimento foi executado com instabilidade e de maneira lenta e controlada. Esta performance é resultado provável da fraqueza muscular no ato de sentar. Entretanto, a percepção de dificuldade da tarefa não é muito diferente da dos jovens, apesar do dobro destes acharem o assento “difícil” em comparação com os idosos. Embora o percentual de idosos não reconheça a tarefa como sendo tão fácil quanto os assentos mais altos, o percentual de reconhecimento da tarefa como “difí-

“cil” é menor do que o de “indiferente” e “fácil.” Ou seja, os idosos não discriminaram as diferentes alturas de assentos como obstáculos ao conforto ou facilidade/dificuldade na execução do sentar, porém suas

variáveis cinemáticas revelaram instabilidade crescente no movimento, especialmente para as alturas mais baixas.



a



b

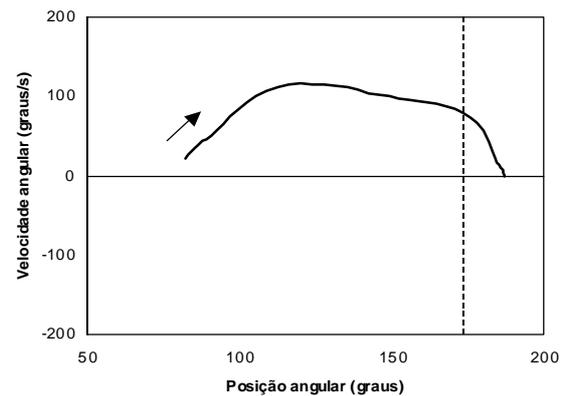
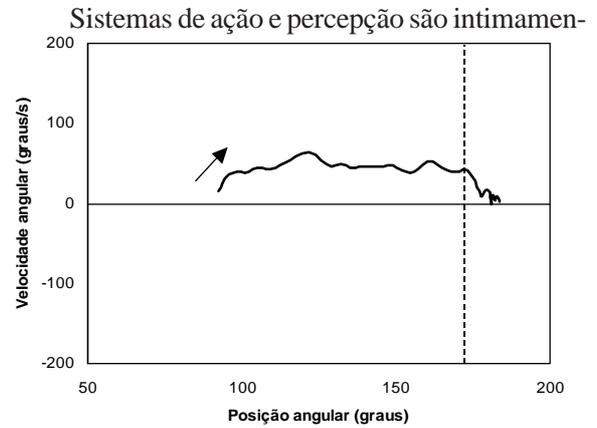


Figura 4. Percepção de dificuldade/facilidade para sentar e levantar em sete alturas de assentos (coluna esquerda) para indivíduos idosos (a) e indivíduos jovens (b) e um exemplo de parâmetros cinemáticos do segmento da coxa durante o ato de sentar na altura do assento 1 (coluna direita). A linha pontilhada indica o momento que o participante tocou o assento.

te relacionados. Entretanto, o modo linear da percepção – capturado via discriminação verbal – pode não necessariamente seguir o modo não-linear dos ajustes motores. Neste estudo, a situação é inversa. O sistema de ação do idoso adapta-se às demandas da tarefa, mas olhando-se para os parâmetros desta tarefa, estes não parecem afetar os níveis de percepção. Demandas motoras mudaram com as demandas da tarefa e o resultado desta relação criou um novo contexto para a percepção – ou seja, de não mudança (Moraes, 1999). Estes fatos denunciam uma falta

de coerência entre percepção e ação com o avanço da idade. Tal resultado tem uma imediata implicação prática. Ou seja, se os idosos dissociam suas percepções sobre a complexidade de tarefas rotineiras da performance em si, o risco de exporem-se a acidentes torna-se alto. Se a execução é pobre e instável e, ainda, se a percepção de perigo na tarefa está empobrecida, é provável que o idoso não a evite e exponha-se ao risco de quedas.

Entender os mecanismos intrínsecos que levam o ser humano a evoluir ou falhar é meta central

de quem estuda ação e percepção. Os resultados destes estudos não só proporcionam um argumento diagnóstico, mas permitem descrever os detalhes desta cooperação dinâmica delineada pelas restrições do ambiente, possibilidades da tarefa e estado atual e emergente do organismo (Moraes & Mauerberg-de Castro, 2002; Mauerberg-de Castro & Moraes, 2002). Esta cooperação tem sido analisada em diversos paradigmas experimentais, especialmente aqueles que perturbam ou desafiam o sistema.

Cooperação entre sistemas de ação-percepção: um novo paradigma

Em 2001, interessados na contribuição da exploração através da percepção háptica (o resultado de esforços coordenativos entre habilidades cinestésicas e táticas) em habilidades não intencionais, nós iniciamos a sondagem de um novo paradigma experimental da ação e percepção, o paradigma da âncora. Baseado na suposição de que, usando a percepção háptica, um indivíduo pode fazer contatos diretos com o mundo através de elementos não-biológicos, o paradigma propõe uma idéia de como sistemas biológicos podem construir mecanismos dinâmicos a partir de “coisas” não-biológicas para detectar informação com o objetivo de manter ou mudar o estado atual do sistema (Mauerberg-deCastro, 2002).

Segundo Burton (1993), organismos podem detectar informações usando ferramentas de diferentes texturas e dimensões. Quando anexas ao organismo, ferramentas podem adicionar uma quantidade significativa de detalhes que auxiliam nas ações exploratórias. O uso de bengalas por indivíduos cegos ou idosos é um exemplo típico. A bengala auxilia a pessoa cega a se orientar no espaço com relação ao status da superfície não disponível ao sistema visual. O idoso usa bengalas para facilitar a manutenção da postura ereta durante a locomoção. Este uso é necessário por causa da deterioração do equilíbrio e da força muscular. Quando as pessoas usam ferramentas para detectar informações, elas dependem do controle fino do movimento assim como do controle postural para dar andamento a uma tarefa exploratória. Embora vários sistemas como o visual, vestibular, proprioceptivo e háptico, tomem parte na

organização postural, o papel do sistema háptico não é bem conhecido em estudos sobre o controle postural porque este sistema é tradicionalmente estudado em relação à detecção de informação durante atos exploratórios.

O experimento com um sistema âncora é relativamente simples. A tarefa do sujeito é, manter duas cargas laterais ao corpo, presas a um cabo flexível e seguras pelas mãos, em contato com o chão durante uma tarefa que desafie o equilíbrio (i.e., apoiar-se num só pé sem o uso da visão por vários segundos). O sujeito é instruído a não levantar as cargas do chão embora possa puxar levemente os cabos para buscar, através de uma ancoragem, maior estabilidade. Em nossa tarefa manipulamos as cargas que variaram de 125g a 1000g cada. Por 30s os sujeitos, ancorando-se em diferentes cargas, tentaram manter o controle do equilíbrio. As cargas foram contrastadas com uma condição controle, CN (sem carga, ou seja, sem âncora). Os resultados encontrados com 13 participantes mostram fortes indícios de eficiência de ancoragem mesmo em condições onde as cargas eram mínimas (125g). A Figura 5 resume os valores médios do desvio padrão de “janelas de dados” (DPJD) – técnica de redução de dados discutida em Riley, Stoffregen, Grocki e Turvey (1999) – da variável cinemática deslocamento angular nos planos transversal, coronal e sagital do segmento corporal cabeça-T1.

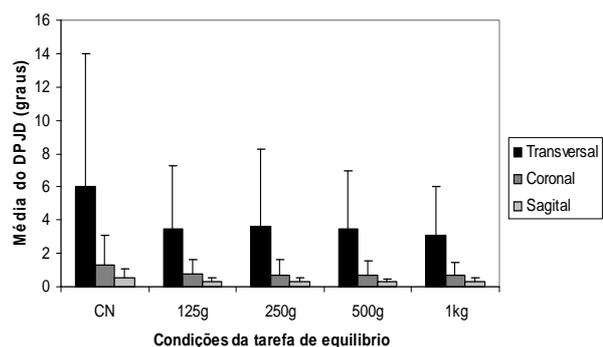


Figura 5. Valores médios do DPJD (graus) do segmento corporal cabeça-T1 nos planos transversal, coronal e sagital de 13 participantes na condição CN e condições âncoras (125 g, 250 g, 500 g e 1 Kg).

A ANOVA para medidas repetidas com fator intra-grupos (segmentos e planos de movimento) e fator entre-grupos (tentativas e condições âncora)

mostraram efeitos significativos para planos e segmentos, e igualmente para as condições. A condição controle (sem o sistema âncora, CN) diferiu de todas as demais condições âncora.

Essencialmente o resultado da manipulação do sistema âncora revela uma manutenção do equilíbrio com níveis de oscilação significativamente menores, como no exemplo dos valores de DPJD do sujeito DFC, o qual realiza, na condição CN e depois na condição âncora 125g, três tentativas da tarefa de equilíbrio (Figura 6). A redução da oscilação

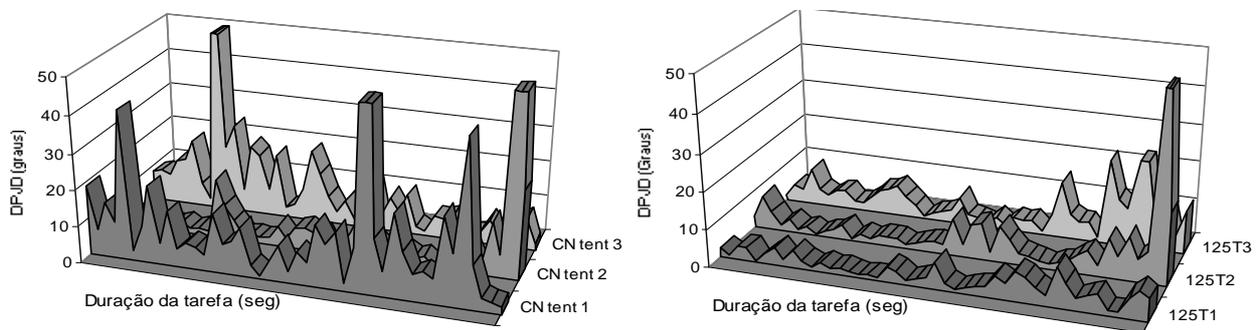


Figura 6. Ilustrando o DPJD (graus) da variável deslocamento angular do segmento corporal cabeça-T1 no plano transversal (sujeito DFC) durante a tarefa de equilíbrio corporal de 30 segundos. Condição sem âncora (CN) (a) e âncora 125g (b).

organismos podem detectar informação mediada por ferramentas não-rígidas, a relação mútua entre ambiente e organismo pode ser ilustrada no uso de extensões não-biológicas como veículo de informação. Estas extensões devem ser vistas como um subsistema – embora não-biológico, também não-estático – que acomoda a dinâmica exploratória háptica feita pelo organismo. Assim, as metas de um indivíduo que usa um mecanismo tipo âncora incluem, além da eliminação de possíveis perturbações intrínsecas que afetam o estado de equilíbrio, a ampliação de ações exploratórias sobre o status de uma superfície (Mauerberg-deCastro, 2002).

Considerações Finais

A emergência de novos paradigmas teóricos, particularmente da psicologia ecológica e teorias dos sistemas dinâmicos, inspiraram nas últimas décadas novos rumos na experimentação psicofísica. Parti-

cularmente nas áreas da ação e percepção reunindo métodos derivados das ciências físicas, fisiológicas e psicológicas. Nossos estudos no Laboratório da Ação e Percepção em Rio Claro, ilustram as convergências interdisciplinares que contribuem para o entendimento de mecanismos perceptuais associados a movimentos no esporte, habilidades motoras fundamentais e habilidades da vida diária. Os mecanismos perceptuais de nosso interesse são noções espaciais (orientação e julgamentos de distância), de esforço, e que mantém relações com a cinemática do corpo no espaço e seus segmentos corporais. Finalmente, a cooperação entre os sistemas perceptual háptico e de controle postural parece ser descrita através de um novo paradigma experimental, o paradigma da âncora. Este paradigma comprova que organismos podem detectar informação mediada por ferramentas não-rígidas, as quais são usadas como apêndices dos segmentos corporais. Nossos resultados são diagnósticos, descritivos ou comparativos e explo-

Nossos resultados sugerem que, uma vez que

ram a relação mútua entre ambiente, organismo e metas de tarefas psicofísicas.

Referências Bibliográficas

- Borg, G. (1962). Physical performance and perceived exertion. *Studia Psychologica et Paedagogica*, 11, 1-64.
- Burton, G. (1993). Non-neural extensions of haptic sensitivity. *Ecological Psychology*, 5, 105-124.
- Cooper, D.F., Grimby, G., Jones, D.A., & Edwards, R.H. (1979). Perception of effort in isometric and dynamic muscular contraction. *European Journal of Applied Physiology*, 41, 173-80.
- Farrell, M.J., & Thomson, J.A. (1999). On-line updating of spatial information during locomotion without vision. *Journal of Motor Behavior*, 31, 39-53.
- Foreman, N., Orenças, C., Nicholas, E., Morton, P., & Gell, M. (1989). Spatial awareness in 7- to 11-year-old physically handicapped children in mainstream schools. *European Journal of Special Needs Education*, 4, 171-178.
- Fukushima, S.S., Loomis, J.M. & Da Silva, J.A. (1997). Visual perception of egocentric distance as assessed by triangulation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 86-100.
- Gibson, J.J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Houghton Mifflin: Boston.
- Goldfield, E.C. (1995). *Emergent forms*. New York: Oxford University Press.
- Mauerberg-deCastro, E. (2001). Abordagens teóricas do comportamento motor. Conceitos dinâmicos aplicados aos processos adaptativos e à diversidade do movimento. Em M.G. Guedes (Org.), *Aprendizagem Motora* (pp. 105-125). Lisboa: Editora Universitária.
- Mauerberg-deCastro, E. (2002). *Acoplamento de formação durante a manutenção do equilíbrio corporal: Estudo do paradigma da âncora*. Relatório de pesquisa de pós-doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.
- Mauerberg-deCastro, E., dePaula, A., Tavares, C.P., & Moraes, R. (no prelo). Orientação espacial em adultos com deficiência visual. efeitos de um treinamento de navegação. *Psicologia: Reflexão e Crítica*.
- Mauerberg-deCastro, E., & Moraes, R. (2002). Parâmetros psicofísicos e biomecânicos da percepção háptica durante a locomoção em crianças. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 15, 103-112.
- Mauerberg-deCastro, E., Moraes, R., Paioli, C., Campos, C., Paula, A.I., & Palla, A.C. (2001). Efeitos da restrição visual e da complexidade de rotas em tarefas de orientação espacial em adultos portadores de deficiência mental. *Revista Motriz*, 7, 7-16.
- Moraes, R. (1999). *Efeitos do envelhecimento nas habilidades de andar para frente, andar para trás, sentar e levantar*. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade Estadual Paulista.
- Moraes, R., & Mauerberg-deCastro, E. (2002). Andar para frente e para trás em indivíduos idosos. *Revista Paulista de Educação Física*, 15(2), 169-185.
- Moraes, R., Mauerberg-deCastro, E., & Schuller, J. (2000). Efeito da experiência atlética e de diferentes grupos musculares na percepção de força. *Revista Motriz*, 6, 17-26.
- Philbeck, J.W., Klatzky, R.L., Behrmann, M., Loomis, J.M., & Goodridge, J. (2001). Active control of locomotion facilities nonvisual navigation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 141-153.
- Riccio, G.E. (1992). Information in movement variability about the qualitative dynamics of posture and orientation. K.M. Newell & D.M. Corcos (Orgs.), *Variability and Motor Control* (pp. 53-68). Champaign: Human Kinetics.
- Rieser, J.J., Ashmead, D.H., & Talor, C.R. (1990). Visual perception and the guidance of locomotion without vision to previously seen targets. *Perception*, 19, 675-689.

- Rieser, J.J., Guth, D.A., & Weatherford, D.L. (1987). Mentally retarded and nonretarded adults' sensitivity to spatial structure. *American Journal of Mental Deficiency, 91*, 379-391.
- Rieser, J.J., & Rider, E.A. (1991). Young children's spatial orientation with respect to multiple targets when walking without vision. *Developmental Psychology, 27*, 97-107.
- Riley, M.A., Stoffregen, T.A., Grocki, M.J., & Turvey, M.T. (1999). Postural stabilization for the control of touching. *Human Movement Science, 18*, 795-817.
- Schuller, J. (2000). *A percepção de distância em perspectiva dinâmica: Restrições do organismo, ambiente e tarefa*. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade Estadual Paulista.
- Stevens, S.S. (1975). *Psychophysics: introduction to its perceptual, neural and social prospects*. New York: Wiley.
- Wilson, P.N., Foreman, N., Gillett, R., & Stanton, D. (1997). Active versus passive processing of spatial information in a computer-simulated environment. *Ecological Psychology, 9*, 207-222.

Agradecimentos:

A todos os membros (atuais e passados) do Laboratório da Ação e Percepção, UNESP de Rio Claro que contribuíram como autores e co-autores de estudos. A Dra. Esther Thelen do Laboratory of Motor Development da Indiana University. A CAPES durante auxílio de pós-doutoramento (#BEX0086/01-0). Ao Dr. José Aparecido Da Silva pela orientação nos anos do doutorado e atualmente como colega inspirando e motivando nosso trabalho em Rio Claro.