

Efeitos da Restrição Visual e da Complexidade de Rotas em Tarefas de Orientação Espacial em Adultos Portadores de Deficiência Mental

Eliane Mauerberg-deCastro

Renato de Moraes

Carolina Paioli

Cícero Campos

Adriana Inês de Paula

Ana Claudia Palla

Universidade Estadual Paulista

Resumo—O objetivo deste estudo foi verificar se a deficiência mental pode ser um fator de restrição na percepção do espaço durante tarefas de orientação em perspectiva dinâmica. Quatorze indivíduos portadores de deficiência mental (DM) e dez indivíduos normais foram solicitados a retornar para um ponto de partida após se deslocar andando em linha reta e ao longo de dois lados de um triângulo. Distâncias variaram em comprimento de 5 a 24 metros. Condições monocular (MO) e háptica (HA) foram testadas. Uma função psicofísica de potência foi usada para determinar o melhor ajuste da reta psicofísica representativa das distâncias real e produzida. Erros relativos da distância produzida (ERDP) e de desvio angular (ERDA) foram analisados. Os resultados psicofísicos mostraram uma tendência perceptiva em direção à subconstância (picos abaixo de 1.0) para ambos os grupos, ambas condições e tarefas. O grupo DM mostrou desvios angulares maiores nas duas tarefas. Diferenças significativas foram encontradas entre os grupos para o expoente e ERDA. Diferenças significativas também foram encontradas entre as tarefas para as variáveis ERDA e ERDP. Nós concluímos que indivíduos portadores de DM são menos acurados em tarefas de orientação do que indivíduos normais, particularmente para manutenção da rota, e que seu desempenho é mais afetado pela complexidade da tarefa.

Palavras chaves: orientação espacial; deficiência mental; psicofísica do espaço

Abstract—“Effects of visual constraints and route complexity on space orientation tasks by adults with mental retardation.” The purpose of this study was to verify whether or not mental retardation can be a constraint in the perception of space during tasks of dynamic orientation by individuals with mental retardation. Two different groups—fourteen individuals with mental retardation (MR), and ten normal individuals (NN)—were requested to return to the departure point after walking in a straight line (L) and along two sides of a squared triangle (T). Distances varied in length from 5 to 24 meters. Monocular (MN) and haptic (HP) modes were tested. A power function was used to determine a fit between curves representing physical and produced (behavioral) distances. Also, relative errors of produced distance (REPD) and angle deviation (READ) were analyzed. In both experiments results showed underconstancy (psychophysical exponent below 1.0) for both groups in both conditions. The MR group showed larger angle deviations in both task trajectories. Significant differences between groups were found for the psychophysical exponent and READ. Also, significant differences between tasks were found for READ and REPD. We concluded that individuals with MR are less accurate in orientation tasks than normal individuals and that task complexity affects their performance.

Key words: spacial orientation; mental retardation; psychophysics of space

Introdução

Nos seres humanos, a função de orientação no espaço é desenvolvida a partir de interrelacionamentos do corpo com o ambiente ao longo de requerimentos de tarefas para as quais a espécie foi preparada (Goldfield, 1995). A postura e os movimentos de posicionamento do corpo e suas partes no espaço

dependem da orientação das forças vetoriais em relação à Terra (i.e., aceleração gravitacional). O sistema de orientação espacial é uma parte significativa no controle do equilíbrio e movimentos do corpo (Guedry, 1996).

Adicionalmente, a exploração através da mobilidade depende da orientação do indivíduo em relação a eventos e dimensões do espaço. A combinação entre experiência prévia, eventos

passados e presentes, e a estrutura geográfica do ambiente permitem ao indivíduo determinar sua localização atual—por causa das diferentes possibilidades de parametrização do espaço (i.e., estimativa de distâncias, determinação de rotas, etc.). Medir dimensões do ambiente são requerimentos comuns em tarefas psicofísicas (DaSilva, 1984; 1985). Por exemplo, orientar-se num mapa, buscar um novo caminho para retornar para casa, ou calibrar a extensão e força do movimento do braço num arremesso de uma prova olímpica são comportamentos que exigem referências nas magnitudes de uma dimensão qualquer (i.e., esforço, distância, etc.).

Orientar-se no espaço é uma função adaptativa que se manifesta já nos primeiros dias de vida da criança pequena (Rieser, 1990; Rieser & Rider, 1991). Na verdade, alguma forma organizada de orientação já pode ser reconhecida nos primeiros meses da vida fetal por causa da estruturação fisiológica do sistema vestibular. Os ganhos posturais e as locomoções aperfeiçoam o desempenho na orientação e discriminação de direção (Rieser, 1990; Matthews, Liu, Geesaman & Qian, 1999). As crianças podem aprender rápido sobre o tempo de colisão entre seus corpos e os objetos que as cercam ou que viajam em direção a elas, de modo que seus movimentos podem ser mais ou menos suaves ou mais ou menos bruscos.

Além disso, do ponto de vista cognitivo, a aquisição da linguagem permite a sofisticação dos conceitos sobre espaço (Fahle & Daum, 1997). Quando se desloca, o ser humano desenvolve uma representação cognitiva sobre o espaço suficientemente acurada que permite, quando vínculos ambientais e do SNC são solicitados, uma monitorização consciente da ação concorrente com a coordenação motora, gerando as chamadas noções de orientação.

A cooperação de sistemas perceptivo-motores delinea, qualitativamente, comportamentos de navegação sob formas complexas de coordenadas relacionais (Gibson, 1969; Riccio, 1992; Gielen & vanBolhuis, 1998). A orientação durante a ação é, sem dúvida, uma função que garante desde a estabilidade de comportamentos básicos adaptativos até a fluência de conceitos abstratos ligados à linguagem—por exemplo, o conhecimento matemático e o conhecimento das magnitudes dimensionais dos fenômenos associados à percepção.

Assim, como a orientação no espaço se aperfeiçoa com o desenvolvimento, ela também pode sofrer alterações funcionais por causa de situações de atraso ou degeneração (Rieser, Guth & Weatherford, 1987; Foreman, Orenca, Nicholas, Morton & Gell, 1989). Indivíduos com atraso cognitivo que, em geral, apresentam problemas de coordenação motora, podem ter comprometidas as noções de estruturação do espaço. Deteriorações como postura atípica, habilidades básicas limitadas ou instáveis, mobilidade comprometida, todas apontam possíveis comprometimentos nas funções de orientação.

O impacto de restrições biológicas, tais como as do curso do desenvolvimento e as decorrentes de uma deficiência, precisa ser estudado em detalhes para melhor entender a diversidade adaptativa das funções de orientação. Dada a heterogeneidade comportamental nas populações especiais (e.g., indivíduos portadores de deficiências), muitos pesquisadores desistem deste tipo de pesquisa justificando a decisão no alto risco da contaminação com fatores não controlá-

veis, principalmente aqueles devidos à motivação e compreensão da tarefa.

Muitos detalhes da capacidade adaptativa dos sistemas de orientação e suas relações com os mecanismos da percepção-ação podem ser desvendados a partir da análise das fontes de restrições. Por exemplo, estratégias e níveis de acurácia do sistema de orientação podem ser estudados a partir do controle da complexidade das tarefas ou da manipulação das condições visuais ou outro sistema de percepção.

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar o impacto do atraso cognitivo em funções de orientação no espaço em indivíduos portadores de deficiência mental. Ainda, avaliar o impacto da complexidade de rotas espaciais e condições visuais (i.e., monocular e háptica¹) impostas nas tarefas psicofísicas sobre a função de orientação.

Método

Participantes

Quatorze indivíduos adultos portadores de deficiência mental moderada com idade média de 32.2 anos (± 5.2) foram convidados para participar deste estudo. Um grupo jovem não portador de deficiências, formado por 10 jovens (NJ) de idade média de 21.6 anos (± 4.17), foi constituído para finalidades de comparação.

Estímulos

Duas tarefas de orientação foram estruturadas sobre uma área grande, sem delimitações quaisquer (i.e., campo de futebol).

1) Deslocamento em linha reta. Aleatoriamente seis distâncias entre os dois pontos foram percorridas: 5.00, 7.00, 9.00, 12.00, 15.00 e 17.00 metros.

2) Deslocamento em linha compondo um triângulo com dois lados iguais formando um ângulo reto. As dimensões dos lados do triângulo em cada tentativa foram: 5.00, 7.00, 9.00, 12.00, 15.00 e 17.00 metros (hipotenusas iguais a: 7.07, 9.09, 12.73, 16.97, 21.21 e 24.04 metros, respectivamente).

Procedimento

A tarefa psicofísica de produção de magnitude (DaSilva, 1985; Loomis, DaSilva, Philbeck & Fukusima, 1996) foi construído neste estudo a partir de deslocamentos (i.e., andar) feitos pelo participante. Magnitudes de distâncias foram pré-estabelecidas e percorridas pelos indivíduos através do andar na cadência preferida. Os trajetos (i.e., rotas) foram em linha reta e em formato triangular (i.e., triângulo retângulo). O trajeto de ida foi visualmente monitorado sob a condição monocular (MO), o olho não-dominante foi vendado. Após

¹ A sensibilidade háptica é o resultado de esforços coordenativos entre funções cinestésicas e tatauais.

percorrido o trajeto, o participante foi instruído a retornar para o ponto que o mesmo julgou ser o início do deslocamento. O mesmo procedimento foi feito de olhos vendados para caracterizar a condição de percepção háptica (HA). Neste último caso, o participante foi auxiliado pelo experimentador durante o deslocamento ao logo da reta e depois instruído a voltar sozinho ao ponto de partida. A Figura 1 representa o procedimento e os detalhes para o cálculo do ângulo produzido na tarefa em linha reta.

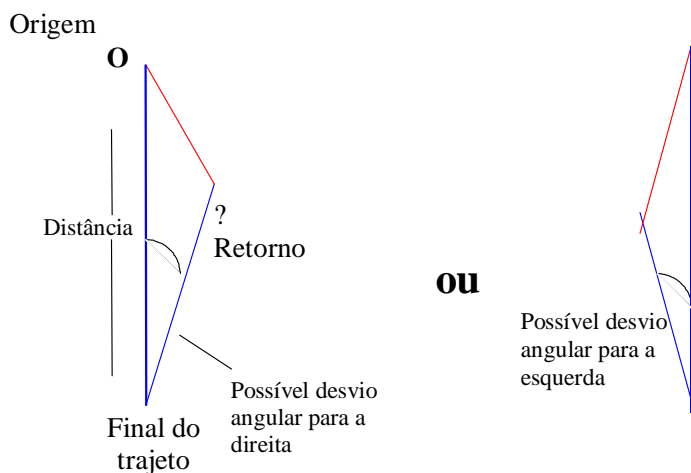


Figura 1. Método de cálculo do deslocamento produzido em linha reta.

Na área do triângulo, o participante deslocou-se pelos dois primeiros lados (i.e., catetos) e, retornou pela hipotenusa (sem referências visuais na área teste) para a origem do trajeto no triângulo. Este procedimento foi realizado nas condições MO e HA. Nesta última condição, o participante foi conduzido pelo experimentador ao longo dos dois lados e voltou sozinho ao ponto de partida pela hipotenusa. A Figura 2 representa o procedimento, na tarefa em triângulo, e os detalhes para o cálculo. A diferença entre o triângulo teste e o triângulo produzido permitiu a obtenção da variável erro relativo do desvio angular (ERDA).

Medidas das distâncias produzidas foram comparadas com a distância real e o erro relativo da distância produzida (ERDP) foi então calculado e submetido à análise estatística. Os valores das distâncias produzidas também foram computados para cálculo da função psicofísica.

Procedimento de análise dos dados

Para o cálculo do expoente da função psicofísica de potência (n) e constante escalar (k) foi utilizado o método dos quadrados mínimos. O coeficiente de determinação (r²) também foi calculado. O expoente psicofísico foi submetido a uma ANOVA multifatorial. O ERDA e o ERDP foram submetidos a uma ANOVA multifatorial com medidas repetidas para níveis de significância em 0,05.

Esquema de cálculo e medida do triângulo-teste versus o triângulo formado pelo sujeito

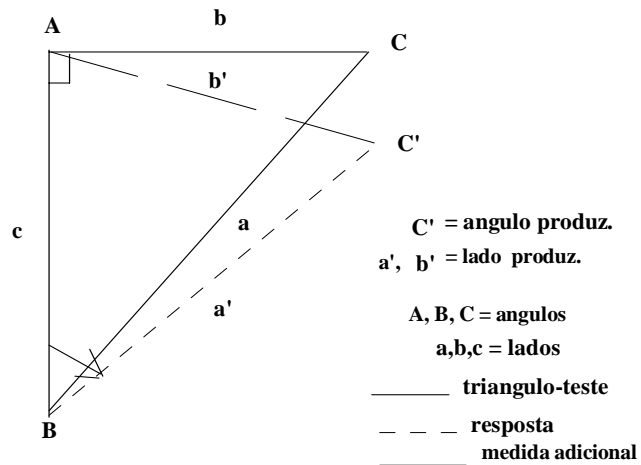


Figura 2. Método de cálculo do deslocamento produzido em triângulo.

Resultados

Os resultados da análise psicofísica incluem as duas tarefas de orientação e as condições visuais. O parâmetro psicofísico expoente (n), o erro relativo da distância produzida (ERDP) e erro relativo do desvio angular (ERDA) foram submetidos à análise estatística com o objetivo de detectar possíveis diferenças nas funções de orientação decorrente dos atrasos cognitivos.

Parâmetros psicofísicos das tarefas de orientação

A Tabela 1 mostra os resultados do expoente (n) para os grupos NJ e DM nas duas condições visuais durante a tarefa de orientação em linha reta. Os valores de k e r² foram muito próximos entre si em ambas as condições, MO e HA, indicando uma regularidade nos julgamentos para estes parâmetros. O valor do r² permite observar a correlação entre o estímulo e a resposta. Os desvios-padrão da variável K foram altos para o grupo DM em relação ao grupo NJ, indicando que a produção de distância inicial variou mais de indivíduo para indivíduo.

Em relação à variável expoente o grupo NJ apresentou valores muito semelhantes entre as duas condições. Já o grupo DM exibiu um expoente relativamente baixo comparado com o grupo NJ. Esta tendência indica uma subconstância perceptiva mais acentuada para o grupo DM.

O fenômeno da subconstância significa que, mesmo que o indivíduo superestime as primeiras distâncias iniciais no contínuo, o conjunto global das respostas ao longo da escala testada tende a desacelerar a inclinação da reta psicofísica. Isto decorre da diminuição gradual da proporção de magnitude julgada para cada distância em relação à anterior. Isto diminui a inclinação da reta psicofísica e, conseqüentemente gera

Tabela 1. Valores da média e do desvio-padrão (em itálico) do expoente (n), constante escalar (K) e coeficiente de determinação (r^2) para os grupos NJ e DM na tarefa de linha reta nas duas condições visuais, MO e HA.

Grupos	Monocular			Háptico		
	n	K	r^2	n	K	r^2
NJ	0.8193	1.4934	0.9455	0.8266	1.4919	0.9267
	<i>0.0705</i>	<i>0.2367</i>	<i>0.0373</i>	<i>0.0981</i>	<i>0.3459</i>	<i>0.0616</i>
DM	0.6975	2.6608	0.6962	0.6050	3.9770	0.7560
	<i>0.2292</i>	<i>1.0724</i>	<i>0.3056</i>	<i>0.1598</i>	<i>2.2429</i>	<i>0.2018</i>

expoentes inferiores a 1.0. Ao contrário, na superconstância, a cada distância, o indivíduo aumenta a proporção de magnitude de seus julgamentos o que leva a reta a acelerar seu pico e o expoente elevar seu valor acima de 1.0. É interessante observar que, à medida que o valor do expoente diminui, o valor da constante escalar aumenta e vice-versa (Moraes, 1999).

A Figura 3 ilustra, em coordenadas log-log, o comportamento da reta representando a produção de distância ao longo das distâncias teste. Esta figura permite comparar o ajuste e a inclinação da reta representativa do expoente—derivado dos julgamentos dos participantes—em relação à uma reta hipotética de expoente igual a 1.0.

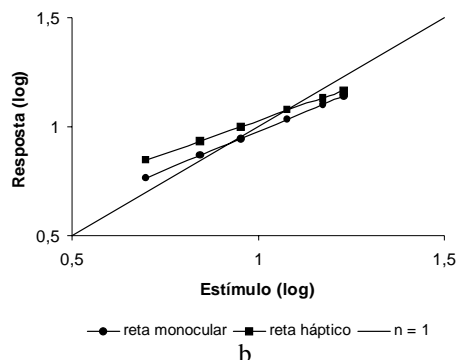
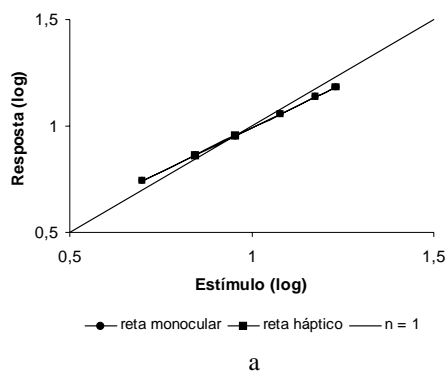


Figura 3. Representação da reta psicofísica das distâncias percorridas em relação às distâncias física (coordenadas log-log) na tarefa linha reta e nas duas condições visuais para a. grupo NJ; b. grupo DM.

Observe que, para o grupo NJ, as linhas de ajuste das duas condições, MO e HA, estão sobrepostas com uma leve tendência à desaceleração aproximadamente nas distâncias de 9 e 12 metros. O grupo DM apresenta um comportamento semelhante na condição monocular, porém superestima a maioria das distâncias, exceto 15 e 17 metros. Ambas as linhas seguem em paralelo o que pode ser confirmado pelos semelhantes, 0.70 e 0.60, respectivamente contra os expoentes 0.81 e 0.83 do grupo NJ.

A Tabela 2 mostra os resultados dos grupos em estudo nas duas condições visuais na tarefa de orientação em rota triangular. O grupo NJ apresentou pouca variação entre os expoentes das duas condições. O valor de r^2 próximo de 1.0 demonstra consistência nos julgamentos ao longo da escala de distâncias.

O grupo DM exibiu altos valores da k e um r^2 drasticamente inferior ao do grupo NJ. O valor do expoente aponta para uma clara tendência à subconstância, particularmente na condição HA. Os altos desvios-padrão para as variáveis psicofísicas e o r^2 baixo indicam uma heterogeneidade no grupo e inconsistência nas respostas. Para este grupo, em relação à tarefa anterior, o parâmetro r^2 expressa uma consistência menor na tarefa triângulo em ambas as condições. Isto não é surpresa pois a tarefa tem um nível de complexidade maior do que a de linha reta. Andar em uma linha reta exige apenas uma mudança de direção, ou seja, quando o indivíduo se vira para voltar. Na tarefa em rota triangular, existem duas mudanças de direção. Ainda, é difícil determinar se indivíduo normais calculam a área do triângulo e definem seus lados para então iniciar o julgamento. No caso dos portadores de DM estes cálculos matemáticos estão fora de questão dado o atraso cognitivo (nenhum dos indivíduos era alfabetizado), portanto, distâncias e direções percebidas podem ser resultado da orientação num nível inconsciente ou subjetivo.

É possível que o nível de compreensão e inteligência de cada indivíduo tenham contribuído para os resultados acima. É muito difícil quantificar o impacto de tais restrições.

A figura 4 ilustra, em coordenadas log-log, o desenvolvimento da reta representativa da produção de distância ao longo das distâncias teste para a tarefa triângulo. Da mesma forma que na tarefa anterior, a inclinação da reta demonstra uma tendência à subconstância. O grupo DM, embora julgue as distâncias iniciais com ajustes acima do real (superestimação), exibe, na totalidade, uma subconstância, ou seja, expoentes mais baixos que o grupo NJ (e.g., 0.53 contra os 0.87—condição HA).

Tabela 2. Valores da média e do desvio-padrão (em itálico) do expoente (n), constante escalar (K) e coeficiente de determinação (r²) para os grupos NJ e DM na tarefa de triângulo nas duas condições visuais, MO e HA.

Grupos	Monocular			Háptico		
	n	K	r ²	n	K	r ²
NJ	<i>0.8670</i>	<i>1.3219</i>	<i>0.9547</i>	<i>0.8732</i>	<i>1.3210</i>	<i>0.9179</i>
	<i>0.0904</i>	<i>0.3127</i>	<i>0.0263</i>	<i>0.1425</i>	<i>0.4505</i>	<i>0.0478</i>
DM	<i>0.6317</i>	<i>2.3747</i>	<i>0.8520</i>	<i>0.5047</i>	<i>3.5738</i>	<i>0.6607</i>
	<i>0.1110</i>	<i>0.8789</i>	<i>0.1050</i>	<i>0.2374</i>	<i>2.1725</i>	<i>0.2885</i>

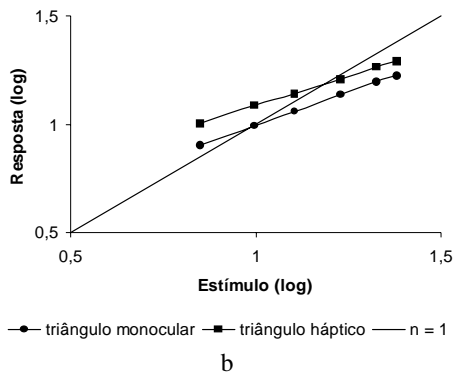
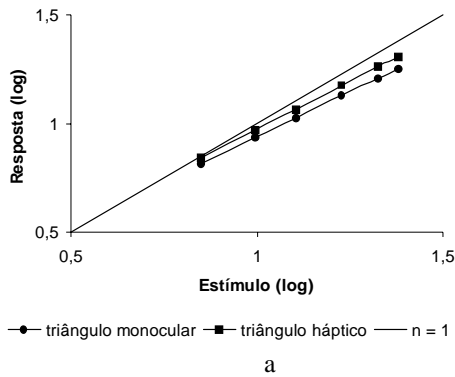


Figura 4. Representação da reta psicofísica das distâncias percorridas em relação às distâncias física (coordenadas log-log) na tarefa triângulo nas duas condições visuais para a. grupo NJ; b. grupo DM.

AANOVA 3-way (2 grupos x 2 tarefas x 2 condições) realizada com os valores do expoente psicofísico revelaram diferenças estatísticas significativas para os grupos (F1,96 = 46.09, p < 0.00), porém, não para tarefas ou condições visuais. Nenhuma interação ocorreu entre as variáveis. Estes resultados indicam que o expoente não é sensível às modificações pela restrição da tarefa ou visual adotadas neste estudo. O grupo DM apresentou inconsistência em suas respostas, o que aumentou a variabilidade e as diferenças comparativas com o grupo NJ.

Erro relativo da distância produzida e do desvio angular nas tarefas de orientação

O ERDP é o resultado da diferença entre a distância produzida e a distância real. Valores de ERDA iguais a zero indicam que uma distância foi percorrida com exatidão. Valores positivos indicam que uma distância foi produzida além daquela pré-determinada. Valores negativos indicam o inverso. Nesta fase da análise dos resultados foram analisados os erros relativos das distâncias produzidas (ERDP) e dos desvios angulares (ERDA) de cada grupo nas tarefas de orientação.

As médias e desvios-padrão do ERDA de cada grupo na tarefa de orientação em linha reta estão representados na Tabela 3. Inclui ainda, a variável ERDP para uma comparação de performances.

Tanto para ERDA como para ERDP, a média tende a aumentar gradualmente com a distância. Para a tarefa de orientação em triângulo, ao longo das distâncias teste, várias médias em ambas tarefas parecem sofrer inversões nos valores. A Figura 5 permite visualizar o relacionamento entre as variáveis e apontar para estas discrepâncias ao longo da escala.

Tabela 3. Valores da média (M) e desvio-padrão (dp) do erro relativo de desvio angular (ERDA) e erro relativo da distância produzida (ERDP) para o grupo NJ na tarefa de triângulo nas duas condições teste ao longo das distâncias (D).

D	Linha Reta								Triângulo								
	Monocular				Háptico				Monocular				Háptico				
	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP			
M	dp	M	dp	M	dp	M	dp	M	dp	M	dp	M	dp	M	dp		
5	1.18	<i>2.03</i>	0.62	<i>0.62</i>	3.90	<i>4.03</i>	0.51	<i>0.66</i>	7.07	-2.11	<i>4.99</i>	0.02	<i>0.38</i>	-2.95	<i>4.56</i>	0.02	<i>0.87</i>
7	1.36	<i>1.67</i>	0.14	<i>0.50</i>	2.86	<i>2.69</i>	0.25	<i>0.90</i>	9.9	1.21	<i>5.89</i>	-0.27	<i>0.86</i>	2.30	<i>5.72</i>	-1.32	<i>1.25</i>
9	2.25	<i>2.10</i>	-0.16	<i>1.00</i>	5.00	<i>6.24</i>	0.39	<i>0.72</i>	12.73	0.58	<i>4.27</i>	-0.59	<i>2.23</i>	5.86	<i>7.64</i>	-0.02	<i>2.56</i>
12	1.94	<i>1.70</i>	-0.99	<i>1.14</i>	5.93	<i>3.33</i>	-1.54	<i>1.01</i>	16.97	0.26	<i>3.65</i>	-1.28	<i>1.68</i>	3.67	<i>6.17</i>	-1.93	<i>2.45</i>
15	3.07	<i>1.88</i>	-1.89	<i>1.60</i>	5.97	<i>3.71</i>	-1.12	<i>1.82</i>	21.21	2.69	<i>4.89</i>	-3.19	<i>2.06</i>	1.00	<i>7.80</i>	-2.68	<i>3.47</i>
17	3.03	<i>1.58</i>	-1.36	<i>2.40</i>	6.87	<i>5.24</i>	-1.32	<i>2.55</i>	24.04	6.64	<i>11.5</i>	-3.16	<i>2.61</i>	3.99	<i>7.93</i>	-5.08	<i>3.14</i>

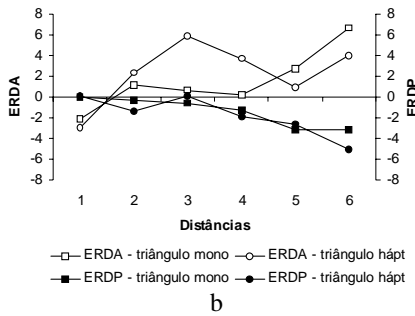
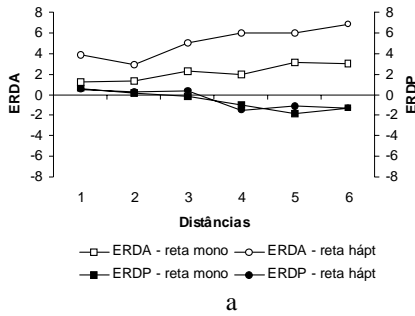


Figura 5. Média do erro relativo de desvio angular (ERDA) e erro relativo da distância produzida (ERDP) para o grupo NJ em ambas as tarefas de orientação em a. linha reta e b. triângulo.

Os resultados na tarefa de orientação em linha reta indicam pouca oscilação ao longo do contínuo sendo que a variável ERDP mantém-se com erros relativos inferior a 5 metros. Convém lembrar que valores negativos para esta variável significam que os indivíduos tendem a subestimar a magnitude da distância, ou seja encerram o deslocamento antes do ponto final (distância teste). O ERDA apresenta desvios não maiores do que 10°. Valores negativos indicam, nesta tarefa, desvios para a esquerda. Na Figura 5b, embora o ERDA varie um pouco mais, novamente os erros não passam de 10°.

O grupo DM apresenta um comportamento semelhante ao grupo NJ na variável ERDA. Nas tarefas em linha reta, condi-

ção MO, os erros chegam a valores são inferiores a 7°. O ERDA aumenta na condição HA na tarefa em linha reta para valores de até 19°. A direção do erro sempre ocorre para a direita do deslocamento (valores positivos). Entretanto, na tarefa do triângulo, tanto na condição MO como na HA os erros bastante altos—houveram erros de até 44°—, e ocorreram sempre para a esquerda do trajeto de retorno. Vale observar que o desvio-padrão do ERDA aponta para uma variabilidade alta ao longo das tarefas (Tabela 4). No caso da produção de distância, as médias e os desvios-padrão do ERDP foram semelhantes aos do grupo NJ. Na Figura 6 estão ilustrados os desempenhos do grupo DM.

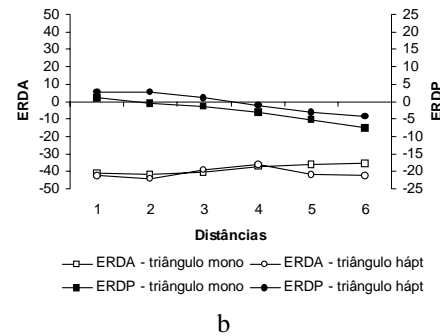
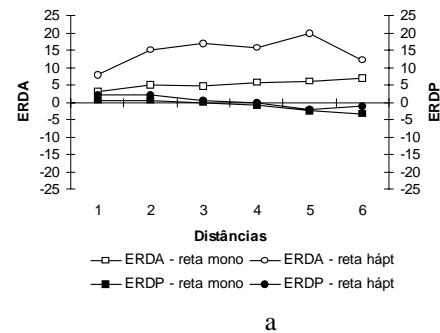


Figura 6. Média do erro relativo de desvio angular (ERDA) e erro relativo da distância produzida (ERDP) para o grupo DM em ambas as tarefas de orientação em a. linha reta e b. triângulo.

Tabela 4. Valores da média (M) e desvio-padrão (dp) do erro relativo de desvio angular (ERDA) e erro relativo da distância produzida (ERDP) para o grupo DM na tarefa de triângulo nas duas condições teste ao longo das distâncias (D).

D	Linha Retta								Triângulo								
	Monocular				Háptico				Monocular				Háptico				
	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP	ERDA	ERDP			
5	3.15	3.46	0.64	0.97	7.90	8.65	2.12	1.91	7.07	-40.81	15.12	1.18	1.79	-42.43	23.71	2.86	2.06
7	5.04	4.64	0.56	1.51	15.07	12.78	2.01	3.96	9.9	-41.65	14.33	-0.40	2.29	-44.49	17.78	2.62	3.37
9	4.82	3.95	-0.02	1.16	16.73	12.77	0.36	2.41	12.73	-40.24	10.05	-1.42	2.29	-39.25	23.55	1.20	3.91
12	5.73	5.11	0.96	2.25	15.62	8.16	-0.07	3.34	16.97	-37.06	9.99	-3.06	3.10	-36.20	20.16	-1.13	3.71
15	6.07	3.97	-2.42	2.00	19.68	23.28	-2.11	3.73	21.21	-35.90	12.97	-5.39	3.77	-41.76	22.34	-2.92	4.94
17	6.86	4.46	-3.51	2.59	11.96	10.64	-1.28	5.01	24.04	-35.10	11.36	-7.35	2.80	-42.32	26.02	-4.38	4.74

Uma ANOVA 3-way (2 grupos x 2 tarefas x 2 condições) para medidas repetidas (i.e., distâncias) foi realizada com a variável ERDP. Os resultados indicaram diferenças estatisticamente significativas apenas para tarefa ($F_{1,78} = 6.35, p < 0.014$). Um interação significativa foi observada entre grupo e condição visual ($F_{1,78} = 4.85, p < 0.031$) (Figura 7). Enquanto o grupo NJ, para ambas condições visuais, sobrepõem seus julgamentos iniciais em torno de um erro relativo igual a zero, o grupo DM exibe, nas distâncias iniciais, um ERDP maior na direção positiva (indicando a superestimação) e, nas distâncias terminais, um ERDP maior na direção negativa. Os julgamentos em ambas as condições visuais correm em paralelo na escala da distância porém magnitudes diferentes (observe o distanciamento entre as linhas na figura 7).

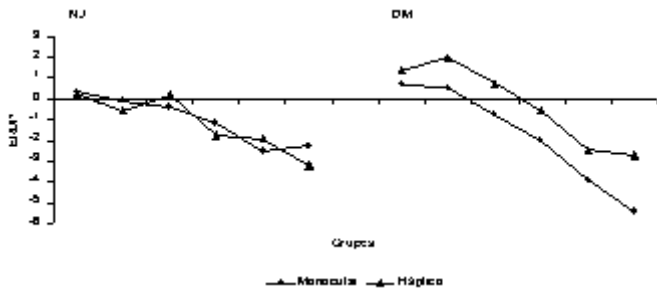


Figura 7. Valores médios da variável ERDP ao longo das distâncias testadas para ambos os grupos nas condições MO e HA.

O ERDA foi resultado da diferença entre o ângulo produzido e o ângulo da rota (e.g., ângulo real da tarefa em linha reta é zero ou 360°; ângulo da tarefa do triângulo é 45°). Valores de ERDA iguais a zero indicam que a rota foi mantida com exatidão. Valores positivos indicam um desvio para a direita e valores negativos, desvios para a esquerda (i.e., ângulos inferiores à 45°).

Uma ANOVA 3-way (2 grupos x 2 tarefas x 2 condições) para medidas repetidas (i.e., distâncias) foi realizada com a variável ERDP. Os resultados indicaram diferenças estatisticamente significativas apenas para tarefa ($F_{1,78} = 6.35, p < 0.014$). Um interação significativa foi observada entre grupo e condição visual ($F_{1,78} = 4.85, p < 0.031$) (Figura 7). Enquanto o grupo NJ, para ambas condições visuais, sobrepõem seus julgamentos iniciais em torno de um erro relativo igual a zero, o grupo DM exibe, nas distâncias iniciais, um ERDP maior na direção positiva (indicando a superestimação) e, nas distâncias terminais, um ERDP maior na direção negativa. Os julgamentos em ambas as condições visuais correm em paralelo na escala da distância porém magnitudes diferentes (observe o distanciamento entre as linhas na figura 7).

O ERDA foi resultado da diferença entre o ângulo produzido e o ângulo da rota (e.g., ângulo real da reta é zero ou 360°; ângulo do triângulo é 45°). Valores de ERDA iguais a zero indicam que a rota foi mantida exatamente. Valores positivos indicam um desvio para a direita e valores negativos, desvios para a esquerda (i.e., ângulos inferiores à 45°).

Uma ANOVA 3-way (2 grupos x 2 tarefas x 2 condições) para medidas repetidas (i.e., distâncias) foi realizada com a variável ERDA. Os resultados das comparações entre grupos as diferenças foram estatisticamente significativas ($F_{1,79} = 89.69, p < 0.000$), assim como para a variável tarefa ($F_{1,79} = 188.47, p < 0.000$). Interações significativas foram encontradas entre grupos e tarefa ($F_{1,79} = 164.54, p < 0.000$) (Figura 8) e marginal entre condição visual e tarefa ($F_{1,115} = 3.52, p < 0.064$) (Figura 9). No primeiro caso, a interação se justifica pela tendência do grupo DM apresentar um erro relativo superior na tarefa triângulo. No segundo caso, a representação gráfica não é tão clara sobre a tendência nas tarefas dependente da condição visual exceto por conta do distanciamento entre as linhas representando as tarefas.

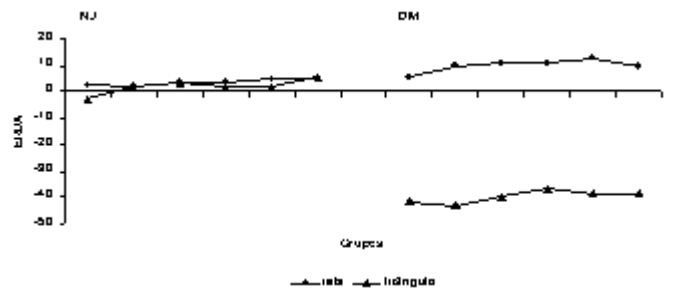


Figura 8. Valores médios da variável ERDA ao longo das distâncias testadas para ambos os grupos nas tarefas linha reta e triângulo.

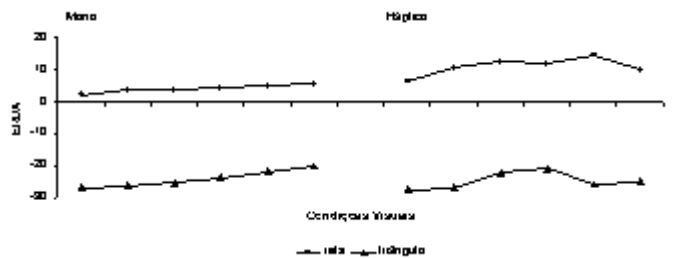


Figura 9. Valores médios da variável ERDA ao longo das distâncias testadas para ambas as condições visuais nas tarefas linha reta e triângulo.

Testes de correlação foram realizados entre as duas variáveis, ERDA e ERDP, com todas as possíveis combinações entre grupos, tarefas e condições visuais e na totalidade das comparações não foram obtidos nem índices de correlação moderada. A ausência de correlação entre as variáveis demonstra que o sistema de orientação dependente de direção não tem, nas tarefas deste estudo, relação direta com a produção de distância. Quando comparada com a tarefa de orientação em linha reta, a complexidade da tarefa de orientação em triângulo tem sua própria dinâmica e não reside no incremento das distâncias. Ainda, para o grupo DM, as condições MO e

HA interferem de maneira diferenciada, sendo que, a informa

Durante o processo de orientação ativa os principais elementos pertinentes à tarefa são a direção tomada pelo indivíduo, a distância progressivamente mais longa durante o trajeto percorrido, as mudanças de direção e, finalmente o retorno. Vários fatores intrínsecos e extrínsecos tomam parte neste processo. Fatores intrínsecos são a própria dinâmica interna imposta pela cooperação de sistemas e subsistemas biológicos, ou seja, que pertencem ao indivíduo (Mauerberg-deCastro & Angulo-Kinzler, 2001). O nível cognitivo, seja ele dado pelo status do desenvolvimento ou pela situação adaptativa atual, é um fator intrínseco e ao mesmo tempo uma restrição (Mauerberg-deCastro & Angulo-Kinzler, 2000).

O uso da cognição enquanto uma função para a construção de mapas espaciais internos acaba sendo uma espécie de interface entre os fatores intrínsecos e extrínsecos nas tarefas de orientação (Böök & Garling, 1981). Por exemplo, o layout do ambiente durante a tarefa de orientação só tem relevância na arquitetura mental enquanto conceito se, de um lado, existem pré-requisitos pela experiência passada (garantidas pela mobilidade). De outro lado, o requerimento da tarefa acopla com a restrição ambiental de momento (surgimento de um obstáculo inesperado no curso da rota) (Patla, Prentice, Robinson & Neufeld, 1991). Quando o indivíduo inicia sua jornada pelo ambiente ele parte com algumas referências cognitivas do espaço a ser percorrido. Estas referências podem ser o conhecimento prévio do local—dado por oportunidades de exploração espontânea ou induzida por terceiros—transferência de experiências—locais com propriedades geográficas semelhantes—e exploração ativa concomitante com a realização da tarefa num ambiente novo—neste caso dicas no ambiente são cruciais.

As dificuldades de indivíduos portadores de DM compreenderem a estrutura e os significados do espaço e suas relações se estende às habilidades de orientação em perspectiva dinâmica. Na prática, estes indivíduos resolvem as demandas de orientação com relativa eficiência e, somente quando a tarefa evolui complexidade ou adição de restrições, o desempenho empobrece. A piora no desempenho é, em geral, drástica e resulta de falhas adaptativas. É possível que a funcionalidade de seu sistema de orientação seja eficiente para as demandas que são impostas na sua rotina. Porém a inabilidade de responder adaptativamente com novidades pode ser decorrente de falhas adaptativas (não tão evidentes) nas próprias funções de rotina. Por exemplo, no estudo clássico de Leibowitz (1961) crianças normais e adultos portadores de deficiência mental (idade mental de 21.3 anos) resolvem tarefas de bissecção de distância sem distinção. Para ele, este tipo de tarefa de percepção do espaço não é afetada pelo nível intelectual.

Por outro lado, quando a complexidade é uma demanda crescente em tarefas de percepção do espaço, o nível cognitivo torna-se uma variável a ser considerada. Rieser, Guth e Weatherford (1987) observaram que indivíduos portadores de retardo mental tendem a não usar dicas visuais para se orientar, tal como fazem seus pares não-portadores de retardo. Indivíduos portadores de retardo mental usam melhor dicas proprioceptivas para se orientarem. Porém, estas dicas não

ajudam na acurácia quando novas direções são acrescentadas nas rotas.

Nossos resultados corroboram estas afirmações em função do pior desempenho na tarefa de orientação no triângulo comparado com a tarefa em linha reta. A restrição visual MO e HA tiveram o mesmo tipo de impacto na deterioração da acurácia, quando comparada com o grupo NJ. A visão monocular tipicamente é utilizada em experimentos de percepção visual com o objetivo de reduzir redundâncias visuais periféricas e auxiliar nos julgamentos de distância. Os erros elevados nas duas condições indicam que o grupo DM estaria utilizando da sensibilidade háptica para achar o caminho—embora sem sucesso por causa dos altos desvios.

A magnitude das distâncias também teve um papel importante no julgamento sobre o percurso. Em geral, o grupo NJ e o grupo DM tiveram a mesma tendência de desacelerar a magnitude das distâncias produzidas nas porções terminais gerando expoente abaixo de 1.0. Este era um estilo perceptivo esperado.

Em geral, o aumento das distâncias gera uma compressão gradual dos julgamentos. DaSilva, Santos e Silva (1983) demonstraram que quanto maior a amplitude da distância, menor o valor do expoente. Para estes autores, o fato de se testar em ambientes abertos também gera uma tendência negativamente acelerada sobre os expoentes.

O desvio angular da trajetória de retorno foi outra variável sensível à restrição cognitiva. A alta variabilidade do grupo DM não—necessariamente progressiva com o aumento da distância—demonstrou que, uma vez que os indivíduos iniciavam o retorno, a direção inicial foi mantida até o final. Ou seja, erros de desvio na rota cometidos no início não foram corrigidos. Assim, os desvios de direção não são influenciados pelo incremento na taxa de movimento (i.é, andar por mais tempo)—esperada pelo conta do incremento nas distâncias.

Distâncias curtas ou longas exigem o mesmo requerimento de manutenção do curso ao longo da trajetória. Entretanto, esperávamos que longas trajetórias pudessem levar o indivíduo a se perder e aumentassem o risco de ampliar seus desvios. Porém isto não ocorreu. Se problemas de equilíbrio, freqüentemente notados em portadores de DM, interferiram no desempenho eles ocorreram já no início do percurso. Assim, relativamente, o desvio angular torna-se invariável, embora alto. Raramente notamos (através das filmagens) que os participantes portadores de DM corrigiam suas trajetórias uma vez iniciadas. É possível que a falta de dicas no ambiente (pelo menos sob nosso controle) não estimularam nenhuma correção por parte dos participantes portadores de DM.

É possível que participantes do grupo DM exibiram diferentes estratégias de manutenção da direção entre os percursos em linha reta e os percursos com viradas. No primeiro caso, os desvios pareceram decorrentes de problemas posturais onde a direção pela direita foi incidente. No segundo caso, a mudança de direção durante o percurso pelo lado do triângulo causou confusão e, ao mesmo tempo, atraiu os indivíduos para o centro de áreas do triângulo (i.é, mais perto dos lados já percorridos), causando mudanças à esquerda da direção correta. A possibilidade de que a condição de uma deficiência mental leva os indivíduos a terem menos oportuni-

dades de exploração ou qualidade inferior na exploração não pode ser descartada. Assim, concluímos que a presença de atrasos cognitivos causados pela deficiência mental são fatores diferenciais na orientação espacial desde funções simples como deslocar-se em linhas retas como em rotas mais complexas com duas mudanças de direções.

Considerações Finais

Na vida cotidiana 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 última variação do gesto. Por exemplo, se temos a consciência de que nenhum desvio foi feito numa trajetória em linha reta, só temos que nos preocupar com o indício ambiental localizado na chegada (se usando a visão). Quando somos privados da visão e os indícios não estão claros em torno da chegada, utilizamos uma memória de esforço realizado (ou contamos os passos) (Schuller, 2000). Quando as rotas se tornam complexas como no caso do triângulo, 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. Neste último caso, a quantidade de esforço feito é mais viável de informar sobre a produção de distância.

Ao mesmo tempo que o nível de inteligência, complexidade da tarefa, restrição visual e componentes da tarefa (distância e direção) são aspectos variáveis na função de orientação, a experiência direta com tarefas de orientação também é um fator interveniente. Como já foi mencionado antes, a construção do espaço tridimensional depende da mobilidade e sua funcionalidade ao longo do processo de desenvolvimento (Wilson, Foreman, Gillett & Stanton, 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 comprometedor 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.

É importante saber que as funções de orientação são passíveis de evolução mesmo na presença de deficiências e que estilos perceptivos diferentes existem e são, frequentemente

resultado de fatores facilmente mensuráveis, tais como complexidade na rota ou quantas oportunidades são dadas a um indivíduo para exercitar com qualidade a sua mobilidade. Pais, educadores e terapeutas devem estar alertas em torno destas implicações e suas variantes.

Referências

- Böök, A. & Gärling, T. (1981). Maintenance of orientation during locomotion in unfamiliar environments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 995-1006.
- DaSilva, J.A. (1984). *Fatores cognitivos na percepção de tamanho e distância: Teste de um modelo integrativo*. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.
- DaSilva, J.A. (1985). Scales for perceived egocentric distance in a large open field: Comparison of three psychophysical methods. *American Journal of Psychology*, 98, 119-144.
- DaSilva, J.A., Santos, R.A. & Silva, C.B. (1983). Análise psicofísica do espaço visual. Teoria e pesquisa: Tributo a S. S. Stevens. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 35, 3-53.
- Fahle, M. & Daum, I. (1997). Visual learning and memory as function of age. *Neuropsychologia*, 35, 1583-1589.
- Foreman, N., Orenas, 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.K. (1988). *O tamanho familiar é um indício para percepção de tamanho e distância?* Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.
- Gibson, E.J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Gielen, C.C.A.M. & vanBohulis, B.M. (1998). Task-dependent reduction of the number of degrees of freedom in sensorimotor systems. *Brain Research Reviews*, 28, 136-142.
- Goldfield, E.C. (1995). *Emergent forms*. New York: Oxford.
- Guedry, F.E. (1996). Spatial orientation perception and reflexive eye movements—A perspective, an overview, and some clinical implications. *Brain Research Bulletin*, 40, 505-512.
- Kermouan, R. & Campos, J.J. (1988). Locomotor experience: A facilitator of spatial cognitive development. *Child Development*, 59, 908-917.
- Leibowitz, H. (1961). Apparent visual size as a function of distance for mentally deficient subjects. *American Journal of Psychology*, 74, 98-100.
- Loomis, J.M., DaSilva, J.A., Philbeck, J.W. & Fukushima, S.S. (1996). Visual perception of location and distance. *Current Directions in Psychological Science*, 5, 72-77.
- Matthews, N.; Liu, Z.; Geesaman, B.J. & Qian, N. (1999). Perceptual learning on orientation and direction discrimination. *Vision Research*, 39, 3692-3701.
- Mauerberg-deCastro, E., & Angulo-Kinzler, R. (2000). Locomotor patterns of individuals with Down syndrome:

- Effects of environmental and task constraints. In: D. Elliot, R. Chua & D. Weeks (Eds.) *Perceptual-motor behavior in Down syndrome* (pp. 71-98). Urbana-Champaign: Human Kinetics.
- Mauerberg-deCastro, E. & Angulo-Kinzler, R. (2001). Vantagens e limitações das ferramentas usadas para investigar padrões de comportamento motor segundo a abordagem dos sistemas dinâmicos. In: L.A. Teixeira (Ed.). *Avanços em comportamento motor*.
- Moraes, R. (1999). *Efeitos do envelhecimento nas habilidades de andar para frente, andar para trás, sentar e levantar*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, São Paulo.
- Patla, A.E.; Prentice, S.; Robinson, C. & Neufeld, J. (1991). Visual control of locomotion. Strategies for changing direction and for going over obstacles. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception of Performance*, 17, 603-604.
- Riccio, G.E. (1992). Information in movement variability about the qualitative dynamics of posture and orientation. In: K.M. Newell and D.M. Corcos (Eds.). *Variability and Motor Control* (pp. 150-167). Human Kinetics: Champaign.
- Rieser, J.J. (1990). Development of perceptual-motor control while walking without vision: The calibration of perception and action. In: H. Bloch and B.I. Bertenthal (Eds.). *Sensory-Motor Organizations and Development in Infancy and Early Childhood* (pp. 379-108). Netherlands: Kluwer.
- Rieser, J.J.; Ashmead, D.H.; Taylor, C.R. (1990). Visual Perception and the guidances 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.
- Schuller, J. (2000). *A percepção de distância em perspectiva dinâmica: Restrições do organismo, ambiente e tarefa*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, São Paulo.
- 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.
- Endereço:
Eliane Mauerberg-deCastro
Laboratório da Ação e Percepção
Departamento de Educação Física
UNESP
Av 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro 13506-900 SP
e-mail: mauerber@rc.unesp.br
http://tender.igce.unesp.br/ib/e_fisica/aplab.html

Nota do Autor

Somos imensamente gratos a todos os voluntários que participaram deste estudo e a Soraia M. Cardoso durante a coleta de dados. Especialmente ao CNPq por conceder bolsas e auxílio na modalidade projeto integrado.