

## PERCEPÇÃO VISUAL E TATUAL-CINESTÉSICA DE COMPRIMENTO, ÁREA E VOLUME EM OBSERVADORES NORMAIS E CEGOS<sup>1</sup>

Paula Mariza Mestriner Zedu, Angela Maria Yano,  
Fátima Faleiros Sousa e José Aparecido da Silva  
*Universidade de São Paulo  
Campus de Ribeirão Preto*

**RESUMO** - Grupos independentes de observadores estimaram visual e tatal-cinestesticamente, através do método de estimação de magnitude numérica, comprimentos de linhas, áreas irregulares e volumes de cubos. Foram empregados três grupos experimentais: Visão, Tato Induzido (sujeitos vendados que julgaram os estímulos através do tato-cinestesia) e Tato Natural (cegos congênitos ou adquiridos). Parâmetros da função de potência foram calculados para cada sujeito em cada grupo experimental. Os resultados mostraram que há uma diferença significativa entre os julgamentos de comprimento, área e volume quando estes são realizados visualmente. Houve uma diminuição sistemática dos expoentes em função do aumento das dimensões espaciais (uni, bi e tridimensional) a serem julgadas. Este padrão de resultados sugere que para estimativas visuais parece haver três canais de transdução sensorial: um para comprimento, outro para área e um outro para volume visual. Para os julgamentos tatauais-cinestésicos os dados mostraram que não há diferenças entre as estimativas de estímulos unidimensionais e bidimensionais, mas ambas são diferentes das estimativas de estímulos tridimensionais. Este padrão de resultados sugere que para julgamentos tatauais-cinestésicos há provavelmente dois canais de transdução sensorial: um para estímulos unidimensionais e bidimensionais, e um outro para estímulos tridimensionais.

**Palavras-chave:** percepção visual, percepção tatal-cinestésica, psicofísica, lei de Stevens, canais visuais.

---

<sup>1</sup> Pesquisa subvencionada pelo CNPq (Processo n° 80.0134/86-7). A preparação do manuscrito foi apoiada pelo CNPq (Processo n° 30.0567-85). Agradecemos ao Dr. Antonio José Plo Ghilardi pelas valiosas sugestões e colaboração na montagem dos estímulos, e aos revisores pelos comentários acerca do manuscrito. Correspondência pode ser endereçada a José Aparecido da Silva, Departamento de Psicologia e Educação, Universidade de São Paulo, 14.049 Ribeirão Preto, SP, Brasil.

## VISUAL AND HAPTIC PERCEPTION OF LINE LENGTH, AREA AND VOLUME BY SIGHTED AND BLIND OBSERVERS

**ABSTRACT** - Separated groups of observers made, using visual or haptic perception, numerical magnitude estimates of line lengths, irregular areas and volume of cubes. Three experimental groups were used: Visual (sighted), Induced Touch (Mndfolded, sighted observers) and Natural Touch (blind observers). Power functions parameters were calculated for each observer in each experimental group. The results showed that there is a significant difference between the judgments of length, area and volume when these are visually estimated. Thus, for visual estimates there is a systematic decrease of the exponents as a function of increasing the spatial dimensions (one-,two-, and three-dimensional) of the stimuli to be estimated. This pattern of results suggests that for visual estimates there seems to be three different perceptual transducer channels: one for length, one for area, and another for volume. For the haptic estimates the data showed that there is a nonsignificant difference between the one-dimensional and two-dimensional estimates, but both are different from the three-dimensional estimates. This pattern of results suggests that for haptic estimates probably there are two different perceptual transducer channels: one for one-dimensional and two-dimensional stimuli, and another for three-dimensional stimuli.

**Key-words:** visual perception, haptic perception, psychophysics, Stevens law, sensory transducers.

A relação entre a magnitude da sensação e a intensidade física do estímulo pode ser descrita por uma função de potência. Esta função, em sua forma mais simples, pode ser expressa, pela equação  $R : k.E^n$ , onde R é a magnitude da resposta,  $k$  é uma constante escalar que depende da unidade de medida, E é a magnitude física do estímulo e n é o expoente da função (Stevens, 1975). O expoente é o parâmetro mais importante, pois seu valor reflete um índice de sensibilidade do atributo sensorial e/ou perceptual que está sendo estudado. Quando R é projetado em função de E em coordenadas lineares obtemos diferentes curvas. A curva é positivamente acelerada quando o expoente é maior que 1,0 e negativamente acelerada quando o expoente é menor que 1,0. Quando o expoente é igual a 1,0, a relação é uma linha reta porque a equação se reduz à afirmação de que a magnitude da resposta é diretamente proporcional à intensidade do estímulo. Quando colocada em coordenadas logarítmicas, estas curvas se tomam linhas retas, com suas inclinações indicando a taxa de sensibilidade do atributo sensorial e/ou perceptual. Portanto, o tamanho do expoente é diretamente relacionado à sensibilidade (Gescheider, 1988). Para uma revisão dos valores dos expoentes para diferentes dimensões espaciais ver Da Silva (1985) e Da Silva e Macedo (1983).

Poucos estudos têm investigado e comparado a resolução espacial dos atributos de comprimento, área e volume entre os sentidos visual e tátil-cinestésico. Por

exemplo, Teghtsoonian e Teghtsoonian (1965,1970a), usando o método de estimação de magnitude, encontraram uma grande similaridade entre os julgamentos visuais e tatauais-cinestésicos. Do mesmo modo, Loomis (1979), após analisar várias tarefas discriminativas, concluiu que a sensibilidade tátil é tão acurada quanto a da visão. Também Heller (1989) comparando grupos de sujeitos com visão normal, cegos congênitos e cegos recentes, não encontrou diferenças entre o tato e a visão. Tomados em conjunto, os dados de Stevens e Stone (1959) e os de Hoff (1971) sugerem que os julgamentos de comprimentos visuais são diferentes daqueles tatauais-cinestésicos. Também Katz (em Krueger, 1989) sugere que o tato é superior à visão para julgamentos de comprimentos, mas apenas quando amplitudes pequenas de estímulos estão envolvidas. Estas diferenças podem ser derivadas da estratégia de exploração do estímulo, visto que esta pode ser mais global ou apenas focalizar diferentes partes do objeto (Davidson, 1972).

Entretanto, quando os dois sentidos são experimentalmente colocados em conflito, tal como fizeram Rock e Victor (1964), os dados parecem mostrar que a visão é o sentido dominante, independente do fato de que as estimativas tatauais da magnitude absoluta do objeto tenham sido bastante acuradas. De outro lado, Loomis, Klatzky e Lederman (1991) mostraram que em situações experimentais em que a estimulação visual é simulada igual àquela do tato, o desempenho de reconhecimento, mensurado pela acurácia e pela latência de resposta, é virtualmente o mesmo, tanto para visão quanto para o tato. Todavia, em nenhum destes estudos os observadores foram solicitados para estimarem a magnitude absoluta de objetos variando em suas dimensões físicas. Os observadores foram solicitados a atender apenas às formas dos diferentes objetos representados bi- ou tridimensionalmente.

De acordo com Loomis (1987) e Durlach, Delhorne, Wong, Ko, Rabinowitz e Hollerbach (1989) há necessidade de se encontrar modelos explicativos que possam permitir um melhor entendimento tanto do processo de reconhecimento de objetos quanto da comunicação tatauai entre surdos-cegos e, além disso, também possam facilitar a produção de interfaces homem-máquina para teleoperadores. Para tanto torna-se necessário determinar quais dimensões espaciais são relevantes para a questão do reconhecimento, para a mensuração das habilidades de resolução de diferenças entre as dimensões, e para a construção de um modelo de como estas diferentes dimensões espaciais são combinadas e utilizadas para selecionarem uma resposta de reconhecimento específica. Todavia, estamos longe de alcançar estes propósitos porque pouco conhecemos sobre a similaridade entre os sentidos visual e tactual-cinestésico. Por exemplo, a maioria dos estudos usou apenas tarefas de discriminação e/ou reconhecimento perceptual para comparar a resolução espacial entre os sentidos visual e tactual-cinestésico (ver, por exemplo, Lederman, Klatzky, Chataway e Summers, 1990; Klatzky, Lederman e Matula, 1991). Até onde conhecemos, não há estudos que investigaram e/ou compararam sistematicamente as resoluções espaciais para comprimento (estímulos unidimensionais), área (estímulos bidimensionais) e volume (estímulos tridimensionais) em observadores cegos e normais, empregando tarefas de estimação de magnitude de estímulos supraliminares. Os experimentos que descreveremos constituem uma tentativa preliminar de preencher esta lacuna.

O Experimento 1 teve como objetivo verificar os valores dos expoentes da

função de potência e, portanto, um índice de sensibilidade, para os julgamentos visual e tactual-cinestésico de comprimento. O Experimento 2 investigou este índice de sensibilidade para julgamentos de áreas e o Experimento 3 investigou este índice para os julgamentos de volume. Portanto, tomados em conjunto, estes experimentos tiveram como objetivo principal comparar o índice de sensibilidade (expoente da função de potência) para as dimensões uni-, bi- e tri-dimensional entre observadores com visão normal, cegos congênitos e cegos.

## **EXPERIMENTO 1: JULGAMENTOS DE COMPRIMENTO**

### **MÉTODO**

#### **Observadores**

Cento e oitenta observadores foram distribuídos em nove grupos independentes de 20 sujeitos. Cento e vinte sujeitos apresentavam visão normal ou corrigida por lentes, na faixa etária de 17 a 39 anos e nível universitário. Os 60 sujeitos restantes eram portadores de cegueira congênita ou adquirida, na faixa etária de 16 a 58 anos de idade e nível de escolaridade variado. Todos os observadores eram ingênuos quanto ao propósito do experimento.

#### **Material e procedimento**

Os estímulos foram compostos a partir de lâminas de material radiográfico. Cada lâmina foi recortada nas dimensões de 5 x 5 cm e 0,19 mm de espessura. Elas foram coladas uma na outra até a obtenção das espessuras utilizadas no experimento. Após coladas, elas foram lixadas em suas bordas e pintadas de preto para impedir que os observadores estimassem as espessuras contando o número de lâminas. Também, o fato das lâminas manterem uma temperatura constante independente do número de lâminas usadas para constituir uma dada espessura, impedia que os observadores utilizassem a variável temperatura, que para outros objetos varia em função da espessura, como um indício tactual para fazerem as estimativas. Assim, foram utilizadas 13 espessuras de estímulos, que combinados formaram as seguintes amplitudes:

Amplitude I: 0,19; 0,40; 0,85; 1,25; 1,75; 2,10 e 2,55 mm;

Amplitude II: 0,19; 0,85; 1,25; 2,10; 5,0; 10,0 e 20,0 mm e

Amplitude III: 0,19; 1,75; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0 e 80,0 mm.

Para posicionar estes estímulos foram utilizados dois pequenos aparelhos de metal (tipo amorça) que podiam ser abertos ou fechados manualmente para a fixação dos diferentes estímulos. Os estímulos eram fixados e elevados nestes pequenos aparelhos de modo que apenas suas dimensões físicas podiam ser exploradas pelos observadores.

O experimento constou de três condições experimentais denominadas: Visão (V), Tato Induzido (TI) e Tato Natural (TN). Na primeira condição, os observadores

julgaram visualmente os estímulos. Na segunda e terceira condições os julgamentos foram efetuados tato-cinestésicamente; sendo que o grupo TI foi composto de sujeitos com visão normal, mas que utilizaram uma venda nos olhos que impedia a visualização dos estímulos e o grupo TN foi composto de sujeitos cegos. Os julgamentos táteis-cinestésicos foram feitos usando a distância (amplitude entre os dedos) entre o polegar e o indicador e, sem movimento dos dedos.

As lâminas foram apresentadas frontalmente, uma de cada vez, e durante os julgamentos os sujeitos mantinham o queixo apoiado e fixo num suporte de madeira para manter constante a distância visual de apresentação dos estímulos. Os julgamentos dos estímulos foram realizados através do método de estimação de magnitude numérica. O estímulo intermediário em cada amplitude foi tomado como padrão e a ele foi atribuído o valor 10. Cada estímulo foi julgado verbalmente duas vezes em diferentes ordens aleatórias e estas estimativas foram registradas por um experimentador posicionado ao lado do observador. As instruções dadas foram verbais e solicitavam que o observador fizesse um julgamento aparente e não objetivo e/ou físico (ver Da Silva e Dos Santos, 1984, para uma descrição dos diferentes tipos de instruções). Para os sujeitos dos grupos TI e TN, o experimentador conduzia a mão dominante até ao estímulo alvo. Para garantir um pleno entendimento das instruções, foi dada para todos os grupos experimentais uma breve sessão de prática, na qual foram apresentados os seguintes estímulos: 0,19; 1,25; 2,55; 5,0; 10,0; 50,0 e 80,0 mm e com o estímulo intermediário tomado como padrão e atribuído o valor 10.

Durante a mudança de estímulos, aos observadores do grupo V era solicitado que fechassem os olhos e abaixassem a cabeça para impedir a visualização dos estímulos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para cada observador de cada grupo experimental foram calculados o expoente ( $n$ ), a constante escalar ( $k$ ) e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ). A média dos expoentes, dos desvios padrão e dos coeficientes de determinação para cada condição experimental em função das diferentes amplitudes de estímulos estão apresentadas na Tabela 1. Os expoentes médios foram: 1,16, 0,99 e 0,92 para o grupo V; 0,72, 0,83 e 0,83 para o grupo TI e 0,75, 0,73 e 0,63 para o grupo TN, respectivamente para as amplitudes I, II e III.

Uma análise de variância (3 x 3; grupos x amplitudes) aplicada aos expoentes individuais indicou diferenças significativas entre os grupos V, TI e TN,  $F(2,171) = 31,73$ ,  $p < 0,01$ . A interação entre grupos e amplitudes foi significativa,  $F(4,171) = 3,42$ ,  $p = 0,01$ . O efeito da amplitude não foi significativo,  $F(2,171) = 2,00$ ,  $p = 0,136$ . Devido ao fato de que a interação foi significativa, efetuou-se uma análise de variância para cada grupo separadamente para verificar em qual deles a amplitude dos estímulos seria significativa. Esta análise revelou que apenas para grupo V a amplitude foi significativa,  $F(2,57) = 8,12$ ,  $p = 0,0008$ . Comparações subseqüentes realizadas com o Teste Tukey ( $p < 0,05$ ) para verificar os efeitos dos grupos e das amplitudes separadamente, revelaram diferenças significativas entre o grupo V quando comparado com os grupos TI e TN, mas estes últimos não diferiram entre si. Entretanto, podemos observar na Tabela 1 que tomando a média dos valores dos expoentes das três am-

**Tabela 1** - Expoente Médio (n), Desvio padrão (DP) e Coeficiente de Determinação (r<sup>2</sup>) da função de potência para julgamentos de comprimento realizados pelos diferentes grupos experimentais para cada faixa de amplitude de estímulos.

Grupos	Amplitudes	Parâmetros		
		n	DP	r <sup>2</sup>
Visão	III	1,16	0,20	0,94
		0,99(1,02)	0,14	0,97
		0,92	0,23	0,97
Tato Induzido	III	0,72	0,32	0,92
		0,83(0,79)	0,21	0,97
		0,83	0,21	0,98
Tato Natural	III	0,75	0,31	0,85
		0,73(0,70)	0,21	0,91
		0,63	0,15	0,95

Os valores entre parênteses são os expoentes médios das três faixas de amplitude de estímulos.

plitudes dentro de cada grupo, os expoentes diminuem sistematicamente em função da falta da experiência visual. Dentro do grupo V, comparações a posterior mostraram uma diferença significativa entre a amplitude I quando comparada com as amplitudes II e III, mas não houve diferenças entre estas duas últimas. Dentro dos grupos TI e TN não foram demonstradas diferenças significativas entre as diferentes amplitudes. Todavia, devemos notar que para o grupo TN houve uma diminuição sistemática dos valores dos expoentes com o aumento da amplitude dos estímulos, embora esta diferença, como notamos, não tenha atingido um nível de significância.

Considerando os valores absolutos dos expoentes, podemos afirmar que os dados obtidos com o grupo Visual e com o grupo TN mostrando uma redução sistemática dos valores dos expoentes para comprimentos com o aumento da amplitude de estímulos, são concordantes com aqueles obtidos por Baird (1970), Teghtsoonian e Teghtsoonian (1970b; 1978), Da Silva (1983; 1985) e Collins e Gescheider (1989). Também o valor do expoente obtido com a menor amplitude para os julgamentos visuais é bastante similar àqueles registrados por Masin (1980) que empregou comprimentos de linhas muito pequenos que variaram de 50 a 400 microns. Os expoentes obtidos por Masin variaram entre 1,13 a 1,22. De outro lado, os dados obtidos com o grupo TI contrariam esta tendência comumente observada em estimativas visuais de diferentes dimensões espaciais. Porém, tendo em vista que os observadores do grupo TI tinham uma experiência bimodal (eram observadores com visão normal vendados), ou seja, tanto da visão quanto do tato, eles provavelmente fizeram seus julgamentos visando um compromisso entre estes dois sistemas. Esta hipótese pode ser corroborada pelo fato de que o expoente médio, independente da amplitude dos estímulos, parece diminuir sistematicamente com a falta da experiência visual (n = 1,02 para o grupo V; 0,79 para o grupo TI e 0,70 para o grupo TN). Podemos observar também na Tabela 1, que os valores dos desvbs padrões para este grupo são de

mesma ordem absoluta que aqueles obtidos para o grupo TN e ambos são maiores que aqueles obtidos com o grupo V. Do mesmo modo os valores dos  $r^2$  são menores para os grupos TI e TN do que para o grupo V. Este padrão de resultados mostra que com o sistema visual em funcionamento os observadores são mais confiáveis e menos variáveis em suas estimativas numéricas.

## **EXPERIMENTO 2: JULGAMENTOS DE ÁREAS**

### **MÉTODO**

#### **Observadores**

Sessenta observadores foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos independentes de 20 sujeitos. Quarenta sujeitos apresentavam visão normal ou corrigida por lentes, faixa etária de 17 a 30 anos e nível universitário. Os vinte sujeitos restantes apresentavam cegueira congênita ou adquirida, faixa etária de 11 a 69 anos e nível de escolaridade variado. Todos os observadores eram ingênuos quanto ao propósito do experimento.

#### **Material e procedimento**

Foram utilizadas as seguintes áreas irregulares recortadas em madeira de 0,6 cm de espessura: 6,11; 12,30; 26,66; 55,43; 68,86; 97,37; 244,72 e 434,57 cm<sup>2</sup>. Estas áreas foram fixadas num orifício central de um tablado de madeira de 35 x 35 cm e que também as mantinha numa distância constante a partir do observador. Estas áreas irregulares foram feitas recortando, em madeira, do mapa do Brasil (escala de 1: 6.000.000) os estados do Amazonas, Santa Catarina, São Paulo, Paraná, Sergipe, Minas Gerais, Mato Grosso e Rio de Janeiro. Após recortadas estas áreas foram lixadas e pintadas de cor marrom. Elas não tinham qualquer relevo e sua textura era lisa. As áreas físicas foram estimadas usando proporcionalmente a escala geográfica em que os estados foram desenhados no mapa do Brasil. Do mesmo modo que no Experimento 1, este também constou de três condições experimentais: Visão (V), Tato Induzido (TI) e Tato Natural (TN). O procedimento utilizado foi o mesmo daquele do Experimento 1, com a utilização de idêntica sessão de prática. A ordem de apresentação das áreas foi aleatória e os sujeitos estimaram verbalmente duas vezes cada uma delas. Os sujeitos dos grupos TI e TN experimentavam os estímulos com a mão dominante, enquanto aqueles do grupo V podiam estimá-los apenas visualmente.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para cada observador dentro de cada grupo experimental foram calculados o expoente ( $n$ ), a constante escalar ( $k$ ) e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) da função de potência. Estes valores médios estão apresentados na Tabela 2. Os expoentes médios foram 0,81, 0,83 e 0,79 para os grupos V, TI e TN, respectivamente. Uma

análise de variância aplicada aos expoentes individuais revelou que os grupos experimentais não foram diferentes entre si,  $F(2,57) = 0,22$ ,  $p = 0,80$ . A média dos expoentes, tomando juntos os três grupos experimentais, foi 0,81. Todavia, considerando-se os valores absolutos dos expoentes, pode-se constatar que o expoente médio para o grupo TN foi ligeiramente menor e que a variabilidade indicada pelo desvio padrão aumentou sistematicamente com a ausência do sistema visual. Estes expoentes médios para julgamentos de área são concordantes com aqueles comumente registrados na literatura. Ver, por exemplo, Baird (1970), Da Silva, Dos Santos e Da Silva (1983), Foley, Cross e O'Reilly (1990), que encontraram valores entre 0,60 a 0,90 para esta dimensão espacial, quando os julgamentos são realizados visualmente. Devido à ausência de estudos que investigaram o valor do expoente da função de potência para julgamentos de área feitos tato-cinesteticamente, não podemos fazer uma comparação mais direta dentro deste atributo sensorial e/ou perceptual.

**Tabela 2** - Expoente Médio (n), Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) da função de potência para julgamentos de área irregular realizados pelos diferentes grupos experimentais.

Grupos	Parâmetros		
	n	DP	$r^2$
Visão	0,81	0,12	0,96
Tato Induzido	0,83(0,81)	0,15	0,95
Tato Natural	0,79	0,23	0,95

O valor entre parênteses é o expoente médio dos três grupos experimentais.

### EXPERIMENTO 3: JULGAMENTOS DE VOLUME

#### MÉTODO

##### Observadores

Trinta observadores foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos independentes de 10 sujeitos. Desta amostra, 20 observadores apresentavam visão normal, faixa etária de 17 a 34 anos e nível universitário e 10 observadores apresentavam cegueira congênita ou adquirida, faixa etária de 22 a 63 anos e nível de escolaridade variado.

##### Material e procedimento

Foram utilizados 7 cubos de madeira cujas dimensões foram: 15,03; 43,24; 137,39; 411,83; 961,50; 3825,69 e 9050,93 cm<sup>3</sup>. A mesma sessão de prática usando os mesmos estímulos dos Experimentos 1 e 2 também foi utilizada para garantir um pleno entendimento das instruções. Também foram utilizadas as mesmas condições experimentais precedentes, com os grupos Visão (V), Tato Induzido (TI) e Tato Natu-

ral (TN) e o método de estimação de magnitude numérica com o valor intermediário na série de estímulos tomado como padrão e atribuído o valor 10. Os diferentes volumes foram julgados verbalmente duas vezes em diferentes ordens aleatórias e as estimativas registradas pelo experimentador. Ao observador foi permitido explorar livremente os estímulos com sua mão dominante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como nos experimentos anteriores, foram calculados o expoente ( $n$ ), a constante escalar ( $k$ ) e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para cada observador de cada grupo experimental. Os valores médios destes parâmetros, juntamente com os desvios padrões e coeficientes de determinação, estão sumariados na Tabela 3. Os expoentes médios foram: 0,51; 0,63 e 0,54 para as condições experimentais V, TI e TN, respectivamente. O expoente médio tomando juntas todas as condições experimentais foi 0,56. Este valor médio está dentro do intervalo (0,50-0,80) de expoentes usualmente encontrado para julgamentos visuais de volume (ver, Baird, 1970; Da Silva, Dos Santos e Da Silva, 1983).

**Tabela 3** - Expoente Médio ( $n$ ), Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) da função de potência para julgamentos de volume realizados pelos diferentes grupos experimentais.

Grupos	Parâmetros		
	$n$	DP	$r^2$
Visão	0,51	0,15	0,96
Tato Induzido	0,63 (0,56)	0,15	0,97
Tato Natural	0,54	0,16	0,95

Uma análise de variância aplicada aos expoentes individuais revelou que os valores médios dos expoentes para os três grupos experimentais não foram diferentes entre si,  $F(2,27) = 1,54$ ,  $p = 0,23$ . O expoente médio obtido para o grupo V foi, como esperado, menor que aqueles obtidos para os julgamentos de comprimento e área. Tal como mencionamos para julgamentos de área, não existem experimentos que registraram valores de expoentes para julgamentos de volume feitos tato-cinestesticamente. Todavia, devemos considerar que a experiência bimodal dos sujeitos nos grupos tato-cinestésicos pode ter conduzido as estimativas a gerarem expoentes similares àqueles do grupo Visual.

## COMPARAÇÕES ENTRE OS JULGAMENTOS DE COMPRIMENTO, ÁREA E VOLUME

Considerando que os expoentes da função de potência para julgamentos de comprimento foram obtidos de três faixas diferentes de amplitudes de estímulos, comparamos separadamente os expoentes de cada uma destas amplitudes com aqueles derivados dos julgamentos de área e volume.

### Amplitude I

Uma análise de variância aplicada aos expoentes individuais de cada grupo de observadores, revelou uma diferença significativa entre as dimensões espaciais,  $F(2,141) = 25,74$ ,  $p < 0,001$ . Esta análise mostrou também uma diferença significativa entre os grupos experimentais,  $F(2,141) = 4,70$ ,  $p = 0,01$ . Também a interação entre as dimensões espaciais e os grupos experimentais se revelou significativa,  $F(4,141) = 7,52$ ,  $p < 0,001$ . Devido a esta interação significativa, análises de variância foram efetuadas para cada grupo experimental separadamente. Assim, para o grupo Visual esta análise mostrou uma diferença significativa entre as diferentes dimensões espaciais,  $F(2,47) = 57,90$ ,  $p < 0,001$ . Diferenças significativas também foram encontradas para os grupos Tato Induzido e Tato Natural, respectivamente  $F(2,47) = 2,72$ ,  $p = 0,074$  e  $F(2,47) = 4,26$ ,  $p = 0,019$ . Comparações *a posteriori* realizadas com o teste Tukey ( $p < 0,05$ ) revelaram que para o grupo V as três dimensões espaciais são diferentes entre si. Para o grupo TI estas comparações não se revelaram significativas e para o grupo TN estas comparações mostraram uma diferença apenas entre os julgamentos de área e volume.

### Amplitude II

Similarmente ao que ocorreu com os julgamentos realizados na amplitude 1, uma análise de variância aplicada aos expoentes individuais obtidos na amplitude II revelou uma diferença significativa entre as dimensões espaciais,  $F(2,141) = 35,27$ ,  $p < 0,01$ . O efeito do grupo experimental também foi significativo,  $F(2,141) = 3,32$ ,  $p = 0,037$ , bem como a interação entre esta variável e as dimensões espaciais,  $F(4,141) = 3,45$ ,  $p = 0,01$ . Novamente, devido a esta interação significativa, análises de variância foram realizadas separadamente para cada grupo experimental. Para o grupo V esta análise mostrou uma diferença significativa entre as dimensões espaciais,  $F(2,47) = 47,46$ ,  $p < 0,001$ . O mesmo padrão de resultados ocorreu para os grupos TI e TN, respectivamente,  $F(2,47) = 6,89$ ,  $p = 0,002$  e  $F(2,47) = 5,60$ ,  $p = 0,006$ . Comparações subseqüentes realizadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) mostraram que de fato para o grupo V as três dimensões espaciais são diferentes entre si. Para os grupos TI e TN houve diferenças apenas entre os julgamentos de área e volume.

### Amplitude III

Os julgamentos realizados na amplitude III foram submetidos a uma análise similar àquelas realizadas para os julgamentos obtidos nas Amplitudes I e II. Esta análise de variância revelou diferenças significativas entre as dimensões espaciais  $F(2,141) = 27,60$ ,  $p < 0,001$  e entre os grupos experimentais  $F(2,141) = 5,12$ ,  $p = 0,007$ . Também a interação entre estas duas variáveis foi significativa,  $F(4,141) = 3,62$ ,  $p = 0,007$ . Novamente devido a esta interação significativa, efetuamos análises de variância separadamente para cada grupo experimental. Para o grupo V esta análise revelou um efeito significativo da dimensão espacial,  $F(2,47) = 21,44$ ,  $p = 7,09 \cdot 10^{-6}$  mesmo ocorreu para os grupos TI e TN, respectivamente,  $F(2,47) = 6,85$ ,  $p = 0,002$  e  $F(2,47) = 7,09$ ,  $p = 0,002$ . Comparações *a posteriori* realizadas com o teste Tukey

( $p < 0,05$ ) evidenciaram que para o grupo V há diferenças entre os julgamentos de área e volume, e entre comprimento e volume, mas não entre os julgamentos de comprimento e área. Para o grupo TI não houve diferenças entre os julgamentos de comprimento e área, mas ambas foram diferentes da dimensão espacial volume. Para o grupo TN não houve diferença entre os julgamentos de comprimento e área, mas houve diferença entre os julgamentos de área e volume.

## **DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos evidenciam que há uma diferença significativa entre os expoentes obtidos dos julgamentos de comprimento, área e volume quando estes são realizados visualmente. Portanto, para julgamentos visuais há uma diminuição sistemática dos expoentes (índice de sensibilidade) quando se aumenta o número de dimensões espaciais (uni, bi e tridimensional). Este efeito foi inicialmente observado por Teghtsoonian (1965) e extensamente analisado por Da Silva, Dos Santos e Da Silva (1983). Este padrão de resultados sugere que para estimativas visuais parece haver três canais de transdução sensorial independentes: um para comprimento, um para área e um outro para volume visual. De outro lado, os dados mostram que para julgamentos tato-cinestésicos não há diferenças entre as estimativas de estímulos unidimensionais e bidimensionais (comprimento e área), mas ambas são diferentes das estimativas para estímulos tridimensionais (volume). Portanto, estes dados sugerem a possibilidade de que possa haver dois canais de transdução sensorial para julgamentos tato-cinestésicos: um para julgamentos unidimensionais e bidimensionais, e um outro para julgamentos tridimensionais. Em outras palavras, os dados sugerem que diferentes componentes de processamento de informação visual e/ou tato-cinestésico são segregados em canais ou transdutores perceptuais e/ou sensoriais paralelos e independentes (Livingstone e Hubel, 1987, 1988). Devemos, porém, salientar que os sujeitos do grupo TN apresentavam diferenças maiores quanto ao tipo de cegueira (congenita ou adquirida), faixa etária e ainda quanto ao nível de escolaridade. Qualquer uma destas variáveis pode ter conduzido a uma maior variabilidade nos julgamentos e este fato pode ser facilmente constatado pelos valores dos desvios padrões e coeficientes de determinação. Além disso, vários sujeitos tanto daquele grupo quanto do grupo Tato Induzido (TI) apresentavam tanto a experiência visual quanto a tato-cinestésica; portanto, tinham na situação experimental uma experiência bimodal. Este fator pode ter influenciado para que os julgamentos tato-cinestésicos de comprimento e área não fossem diferentes entre si e também para a não diferenciação entre os grupos V, TI e TN nos julgamentos de área e volume. Em função destas considerações faz-se necessário realizar experimentos adicionais para verificar melhor a hipótese de que há apenas dois canais de transdução para julgamentos tato-cinestésicos. Acreditamos que com cegos congênitos poder-se-á encontrar, tal como para julgamentos visuais, três canais de transdução, embora incerteza e variabilidade possam ser ainda maiores com observadores cegos do que com visão. De fato, provavelmente devido à incerteza, em situações experimentalmente induzidas de conflito entre os dois sentidos (ver, por exemplo, Rock e Victor, 1964), a visão torna-se mais fortemente dominante, ainda que o sentido do tato-cinestesia mantenha sua acurácia em estimativas absolutas. Em outras palavras, para estimativas absolutas

de objetos variando em suas dimensões físicas, o sentido do tato-cinestesia provavelmente tem o mesmo poder de resolução espacial que o sentido da visão.

Em resumo, podemos concluir que: (1) há uma diminuição sistemática nos valores dos expoentes da função de potência com o aumento das dimensões espaciais (uni, bi e tridimensional). Esta diminuição é mais saliente nos julgamentos realizados visualmente do que nos julgamentos táteis-cinestésicos. (2) Para os julgamentos visuais parece haver três canais de transdução sensorial enquanto que para os julgamentos táteis-cinestésicos parece haver apenas dois canais, sendo um para julgamentos uni e bidimensionais e outro para julgamentos tridimensionais. Todavia, devido ao fato de que os grupos Tato Induzido e Tato Natural tiveram tanto a experiência visual quanto a tátil, pode-se supor também a possibilidade de que haja para este atributo sensorial e/ou perceptual três canais visuais, tal como na visão, e portanto, tato-cinestesia e visão teriam o mesmo poder de resolução espacial. (3) Experimentos adicionais, usando cegos congênitos, tornam-se necessários para confirmar ou não a segunda conclusão.

### REFERÊNCIAS

- Baird, J. C (1970). *Psychophysical analysis of visual space*. New York: Pergamon Press.
- Collins, A. A., & Gescheider, G. A. (1989). The measurement of loudness in individual children and adults by absolute magnitude estimation and cross-modality matching. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 2012-2021.
- Da Silva, J. A. (1983). Ratio estimation of distance in a large open field. *Scandinavian Journal of Psychology*, 34, 343-345.
- Da Silva, 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.
- Da Silva, J. A., Dos Santos, R. A., & Da Silva, C. B. (1983). Análise psicofísica do espaço visual - teoria e pesquisa: Tributo a S. S. Stevens. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 35, 3-53.
- Da Silva, J. A., & Macedo, L. (1983). Efeitos de algumas variáveis experimentais sobre a invariância das escalas perceptivas. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 39, 48-70.
- Davidson, P. W. (1972). Haptic judgments of curvature by blind and sighted humans. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 43-55.
- Durlach, N. I., Delhome, L. A., Wong, A., Ko, W. Y., Rabinowitz, W. M., & Hollerbach, J. (1989). Manual discrimination and identification of length by the finger-span method. *Perception & Psychophysics*, 46, 29-38.

- Foley, H. J., Cross, D. V., & O'Reilly, J. A. (1990). Pervasiveness and magnitude of context effects: Evidence for the relativity of absolute magnitude estimation. *Perception & Psychophysics*, *48*, 551-558.
- Gescheider, G. A. (1988). Psychophysical scaling. *Annual Review of Psychology*, *39*, 169-200.
- Heller, M. A. (1989). Picture and pattern perception in the sighted and the blind: the advantage of the late blind. *Perception*, *18*, 379-389.
- Hoff, P. A. (1971). Scales of selected aspects of kinesthesia. *Perception & Psychophysics*, *18*, 118-120.
- Katz, D. (1989). Studies on touch transparency. Em L. E. Krueger (Org.). *The world of touch*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 145-149.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., & Matula, D. E. (1991). Imagined haptic explorations in judgments of object properties. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *17*, 314-322.
- Lederman, S. J., Klatzky, R. L., Chataway, C., & Summers, C. D. (1990). Visual mediation and the haptic recognition of two-dimensional pictures of common objects. *Perception & Psychophysics*, *47*, 54-64.
- Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, *7*, 3416-3468.
- Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1988). Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, *240*, 740-749.
- Loomis, J. M. (1987). Aplicaciones de los conocimientos sobre percepción en el diseño de displays. Em J. A. Da Silva (Org.). *Percepción y Psicofísica*. Bogotá: Editorial ABC. Pp. 285-296.
- Loomis, J. M. (1979). An investigation of tactile hyperacuity. *Sensory Processes*, *3*, 289-302.
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., & Lederman, S. J. (1991). Similarity of tactual and visual picture recognition with limited field of view. *Perception*, *20*, 167-177.
- Loomis, J. M., & Lederman, S. J. (1986). Tactual perception. Em K. Boff, L. Kauffman, & J. Thomas (Orgs.), *Handbook of Perception and Human Performance*. New York-Wiley. Pp. 1-41.
- Masin, S. C. (1980). Scaling very, very short visual extents. *Perceptual and Motor Skills*, *51*, 279-282.
- Rock, I., & Victor, J. (1964). Vision and touch: An experimentally created conflict between the two senses. *Science*, *143*, 594-596.
- Stevens, S. S. (1975). *Psychophysics: Introduction to its perceptual, neural and social prospects*. New York: Wiley.
- Stevens, S. S., & Stone, G. (1959). Finger span: ratio scale, category scale and JND scale. *Journal of Experimental Psychology*, *57*, 91-95.

- Teghtsoonian, M. (1965). The judgment of size. *American Journal of Psychology*, 78, 392-402.
- Teghtsoonian, M., & Teghtsoonian, R. (1965). Seen and felt length. *Psychonomic Science*, 3, 455-466.
- Teghtsoonian, R., & Teghtsoonian, M. (1970a). Two varieties of perceived length. *Perception & Psychophysics*, 8, 389-392.
- Teghtsoonian, R., & Teghtsoonian, M. (1970b). Scaling apparent distance in a natural outdoor setting. *Psychonomic Science*, 21, 215-216.
- Teghtsoonian, R., & Teghtsoonian, M. (1978). Range and regression effects in magnitude scaling. *Perception & Psychophysics*, 24, 305-314.

---

Recebido em 25.11.91

Aceito em 17.02.92