

# PSICOFÍSICA DA MEMÓRIA: EQUIVALÊNCIA FUNCIONAL ENTRE JULGAMENTOS MNEMÔNICOS E PERCEPTUAIS<sup>1</sup>

**Fátima Faleiros Sousa e José Aparecido da Silva**

*Departamento de Psicologia e Educação*

*USP - Ribeirão Preto*

*Realizaram-se 4 experimentos para testar as hipóteses do Modelo Reperceptual e de Tendência Central de Julgamentos. No Exp. 1 foi estimado a área de estados brasileiros; Exp. 2, a distância linear entre Brasília e capitais de estados, seja na presença de um mapa ou de memória após estudá-lo. Exps. 3 e 4, estimaram-se áreas ou distâncias perceptualmente ou após intervalos de diversas durações. Os resultados mostram: 1) a lei psicofísica de Stevens descreve bem tanto as estimativas perceptuais quanto as feitas de memória; 2) os expoentes derivados das estimativas percebidas são maiores que os feitos de memória; 3) os expoentes de memória diminuem, mas não regularmente, com o aumento do intervalo de tempo e 4) o Modelo de Tendência Central bem como uma hipótese alternativa que considera a amplitude dos estímulos, foram favorecidos pela tendência central dos dados obtidos.*

*Descritores: Memória. Psicofísica. Distância aparente. Percepção Visual.*

## ***Acerca da Lei de Stevens***

**S**tevens (1975) propôs que a forma da relação entre a magnitude da sensação e a intensidade do estímulo é uma função de potência. Expressa em sua forma mais simples podemos escrevê-la como:

---

<sup>1</sup> Pesquisa e preparação do manuscrito subvencionadas pelo CNPq

$$R = k \cdot E^n \quad (1)$$

onde R é a magnitude da resposta, k é uma constante arbitrária que depende da unidade de medida empregada, E é a magnitude física do estímulo e n é o expoente da função.

O expoente, n, é o parâmetro mais importante, pois seu valor determina a forma da curva em coordenadas logarítmicas, onde R é projetado em função de E. Por exemplo, se o expoente for 1.0 a relação é uma linha reta porque a equação reduz-se à afirmação de que a magnitude da resposta é proporcional à intensidade do estímulo. A relação é positivamente acelerada quando o expoente é maior que 1.0 e negativamente acelerada quando o expoente é menor que 1.0. Esta função descreve uma situação onde um aumento na escala de magnitude física corresponde a um aumento geométrico na escala subjetiva ou psicológica, com o expoente refletindo a taxa relativa de aumento ao longo das duas escalas. O princípio de que razões iguais entre os estímulos produzem razões iguais entre as respostas pode ser sumariado como abaixo:

$$R_i = k \cdot E_i^n \quad (2)$$

e

$$R_j = k \cdot E_j^n \quad (3)$$

então,

$$R_i/R_j = (E_i/E_j)^n \quad (4)$$

independentemente dos valores absolutos de  $E_i$  e  $E_j$ . Em outras palavras, sejam dois estímulos  $E_i$  e  $E_j$  para os quais a razão das intensidades físicas é uma constante (C); o princípio diz que a razão das magnitudes psicológicas será também uma constante (D).

De forma que se

$$(E_i/E_j) = C, \text{ então } (R_i/R_j) = D \quad (5)$$

onde C e D são constantes.

A simplicidade da função de potência reside no fato de que podemos reescrevê-la tomando os logaritmos de ambos os termos da Equação (1). Assim,

$$\log R = \log k + n \log E \quad (6)$$

Tomando os logaritmos da Equação (5) o resultado é que se  $\log E_i - \log E_j = \log C$ , então  $\log R_i - \log R_j = \log D$ , onde  $\log C$  e  $\log D$  são constantes. Isto implica que em coordenadas logarítmicas quaisquer dois estímulos que sejam equidistantes na escala física também serão equidistantes na escala psicológica. Logo, esta função psicofísica será uma linha reta em coordenadas logarítmicas. O expoente, n, da função de potência (Equação 1) para um conjunto de dados experimentais pode ser, portanto, estimado projetando-se o logaritmo dos valores de R em função dos correspondentes valores de E e determinando-se a inclinação da linha reta (coeficiente angular) ajustada aos pontos. Esta relação tem sido observada para diversas modalidades perceptivas, como, por exemplo, choque elétrico, som, brilho, sabor, volume, odor, tempo, numerosidade, etc. Para uma extensa revisão, ver Da Silva e Macedo (1983), Da Silva, Santos e Silva (1983), Gescheider (1988) e Krueger (1989).

### ***O significado do expoente da Lei de Stevens***

Muitos dos experimentos e estudos revisados por Da Silva e Macedo (1983) podem ser descritos confiavelmente por uma função de potência ou lei de Stevens, tal como expressa na Equação 1. O expoente, n, é um índice de sensibilidade perceptiva e, portanto, esta sensibilidade é diretamente relacionada ao valor do expoente. Um expoente igual a 1.0 significa que a função se reduz a uma relação linear entre R e E (ver Equação 6). De outro lado, quanto menor o expoente tanto menor a sensibilidade relativa; de modo que um expoente menor que 1.0 indica que a sensibili-

dade perceptiva é menor do que a sensibilidade para o contínuo ou modalidade de número, enquanto que um expoente maior que 1.0 indica o inverso.

Segundo Stevens (1974, 1975) e Baird e Noma (1978), as razões ou explicações completas de porque a lei psicofísica tem a forma da função de potência ainda são desconhecidas, mas deve-se considerar que esta função resume uma simples invariância: uma razão igual entre os estímulos produz uma razão de sensação igual. O princípio da invariância de razão parece aplicar-se a todos os sistemas sensoriais, ainda que alguns fatores experimentais possam influenciar o valor do expoente e a estabilidade da função. Para Stevens (1974), muitas relações funcionais em física seguem um princípio análogo, visto que muitas leis físicas são freqüentemente descritas por funções de potência. Todavia, para as leis físicas os expoentes em geral são inteiros ou simples frações, enquanto que para as modalidades perceptivas os expoentes raramente mostram tal simplicidade. Ainda segundo Stevens, a origem da invariância de razão na resposta de um sistema sensorio pode ser estudada, de certa forma, a partir da história da evolução do organismo. Ao perceber e ao reagir aos estímulos externos é vantajoso para o organismo que ele perceba relações entre os estímulos e, portanto, não dependa substancialmente da magnitude absoluta dos estímulos. Felizmente para nossa sobrevivência, acrescenta Stevens (1974), as relações percebidas tendem em direção a uma constância, tais como as de brilho, cor, tamanho e distância. Deste modo, devido à invariância de razão que está subjacente à lei de potência psicofísica, somos capazes de nos ajustar adaptativamente ao rico padrão de estimulação presente em nosso ambiente, a despeito da enorme variação de energia dos estímulos a que todos nós estamos expostos. Sem a característica operante da lei de potência, nossa tarefa de ajustamento seria, sem dúvida alguma, mais difícil. De modo bem semelhante, Teghtsoonian e Teghtsoonian (1978) também enfatizaram a importância biológica do expoente da função de potência.

Assim, para as modalidades em que existe uma ampla variação de energia espera-se que haja expoentes baixos, mas o inverso não é verdadeiro, visto que há algumas exceções como, por exemplo, o sentido do

odor que tem expoente baixo a despeito do fato de a variação de energia, isto é, de concentração de odores, ser bastante limitada. Quando a variação de energia estende-se para valores muito altos, como na visão e na audição, há necessidade de expoentes baixos. Portanto, os expoentes são o que são por causa da natureza do transdutor sensorial, que para alguns órgãos dos sentidos comporta-se de maneira não linear. Nestas modalidades em que a variação dos estímulos é muito grande - fato este que pode sobrecarregar o sistema nervoso central - o transdutor deve fornecer uma ação de compressor, o que faz o expoente ser menor que 1.0. Em outras modalidades, onde a compressão não é necessária, o expoente pode ser igual a 1.0, o que significa que a função é linear, ou pode ser maior que 1.0. Dito de outra forma, é provável que os expoentes para luz e som sejam menores do que 1.0 porque seus transdutores-sensórios comportam-se essencialmente como compressores, uma característica que os capacita a manipular a enorme variação dinâmica de estimulação a que estão expostos. No outro extremo, no processo de transdução envolvido com a corrente elétrica aplicada aos dedos, há uma operação de expansão, no sentido de que a magnitude psicológica cresce como uma função positivamente acelerada da intensidade do estímulo, isto é, o expoente é maior do que 1.0. Segundo Stevens, esses fatos tornam improvável que a forma da função seja aprendida pelo observador.

Mesmo quando uma simples função de potência psicofísica é encontrada, os parâmetros desta função dependem das instruções e, por interferência, das estratégias do sujeito, de modo que uma variedade de expoentes pode ser obtida para julgamentos de razão de um mesmo contínuo. Em outras palavras, mesmo quando as condições de estímulos são mantidas constantes, há considerável variação de experimento para experimento no valor do expoente da função de potência obtida para qualquer modalidade. Os expoentes dependem, por exemplo, da amplitude física dos estímulos, do método psicofísico empregado, das diferenças individuais, das instruções dadas ao observador, da presença ou ausência de um estímulo padrão ou do módulo, da posição deste estímulo padrão na série de estímulos apresentados para os julgamentos, e de outras variáveis experimentais (ver Da Silva, Santos & Silva, 1983; Da Silva, 1985; Krueger, 1989; Bolanowski & Gescheider, 1991).

### ***Funções psicofísicas para área e distância percebida e lembrada***

#### *Representação cognitiva de distância em grande escala*

Ekman e Bratfisch (1965) foram os primeiros a realizar estudos quantitativos com o objetivo de examinar a representação cognitiva de distância em grande escala. Eles solicitaram a seus observadores que julgassem as distâncias relativas entre diversas cidades do mundo. Eles usaram o método de estimulação de razão, no qual todos os pares de distâncias foram apresentados e um membro do par foi julgado proporcionalmente ao outro. Consideradas do ponto de vista da psicofísica, estas condições de estimulação são raras, visto que estímulos físicos não foram efetivamente apresentados. A tarefa do observador foi a de conceber um número de cidades bem conhecidas e realizar suas estimativas de distância. Os observadores compararam a distância de Estocolmo às duas cidades do par, indicando qual delas era percebida como maior e expressando este valor em porcentagem. As cidades escolhidas foram: Budapeste, Copenhague, Hamburgo, Krauna, Londres, Montreal, Moscou, Pequim, Reykjavik e Viena. Projetando-se as distâncias estimadas em função das distâncias físicas, Ekman e Bratfisch obtiveram uma função de potência com um expoente de 0,78. Em adição, os autores investigaram a relação entre distância geográfica estimada e o envolvimento emocional com um dado acontecimento ocorrido naquelas cidades. O método empregado foi o de estimação de magnitude. O expoente obtido foi de 0-0.50. Desta forma, quanto maior a distância percebida, menor o envolvimento emocional referente a qualquer acontecimento que tenha ocorrido no local estimado. A lei psicofísica por eles sugerida tem se mostrado invariante em diversos experimentos que empregaram diferentes métodos, diferentes grupos de observadores e diferentes países (ver, por exemplo, Dornic, 1967; Bratfisch, 1969; Bratfisch & Lundberg, 1971).

O estudo de Lundberg e Ekman (1972) foi mais completo do que aquele previamente sumariado. Eles investigaram a função psicofísica para área, número de pessoas (população) e densidade demográfica de diferentes países. Foram utilizados como estímulos 44 países bem conhe-

cidos, 23 dos quais eram países europeus e 21 não-europeus. O método empregado foi o de estimulação de magnitude e os diversos países foram apresentados todos juntos numa ordem aleatória. Os países usados como padrão foram: Suécia, para estimação de área, Espanha, para estimação de população, e França para estimação de densidade demográfica. Para a análise dos resultados, os países europeus e não-europeus foram tratados separadamente. Funções de potência foram ajustadas aos dados para área, população e densidade demográfica. Para área, os expoentes foram 0.31 para países europeus e 0.69 para os não-europeus, mas a dispersão dos julgamentos foi bastante elevada. Para população, o expoente foi de 0.45, tanto para países europeus quanto para os não-europeus. Para densidade demográfica, os expoentes foram 0.32 para países europeus e 0.31 para os não-europeus. Novamente, tanto para o julgamento de população quanto de densidade demográfica a dispersão foi grande. Resultados similares foram obtidos por Bratfish (1969) num experimento que foi essencialmente uma extensão daquele previamente realizado.

Canter e Tagg (1975) registraram resultados semelhantes concernentes às estimativas de distância entre cidades e países. Eles encontraram que as estimativas de distância correlacionam-se muito bem com as distâncias reais e em média todas as distâncias foram superestimadas. Porém, em cidades com um rio central (por exemplo, Londres e Glasgow) esta superestimação tende a diminuir quando a distância aumenta, enquanto para cidades com forma complexa (por exemplo, Tóquio e Edimburgo) a superestimação tende a aumentar com o aumento da distância física. Mas, em geral, os expoentes foram menores que 1.0 para estimativas de distância entre cidades. Infelizmente, nestes trabalhos não foram obtidas estimativas de distâncias em situações em que um mapa geográfico estivesse presente. Devido a isso, comparações entre escalas perceptivas e de memória não puderam ser efetuadas.

Estudos similares foram realizados com representações cognitivas em grande escala, envolvendo situações mais familiares ao observador. Baird, Merrill e Tannenbaum (1979) realizaram um estudo que envolveu três fases: uma com estimativas numéricas das distâncias entre todos os pares de edifícios possíveis, uma com mapeamento direto dos 11 edifícios

e outra envolvendo julgamentos da acurácia dos três mapas (o mapa final produzido pela técnica de análise da escala multidimensional, o mapa produzido pela técnica de julgamento direto e o mapa real da localização dos edifícios). Os resultados foram analisados para cada observador individualmente e foram obtidas as funções de potência tanto para julgamentos aos pares quanto para os julgamentos obtidos a partir do mapeamento e conseqüente localização geográfica dos diversos edifícios do campus. Os expoentes variaram entre 0.76 a 1.21 (média de 0.97) para os julgamentos aos pares e entre 0.88 e 0.97 (média de 0.92) para o mapeamento direto. Os autores afirmaram, com base nestes resultados, que a variabilidade interobservadores foi maior para julgamentos aos pares do que para o mapeamento, mas os expoentes médios foram muito próximos a 1.0. E, além disso, todos os observadores consideraram seus mapas diretos como mais acurados do que seus mapas elaborados a partir de julgamentos aos pares. Portanto, os primeiros podem ser considerados como aqueles que melhor refletem as representações cognitivas de um ambiente conhecido e lembrado.

De acordo com a revisão efetuada por Baird (1970) e Da Silva, Santos e Silva (1983), a distância julgada é uma função de potência da distância física, com um expoente de 1.0 ou menor quando os julgamentos são realizados em ambientes abertos e ao redor de 1.20 ou maior, para julgamentos realizados em ambientes fechados ou de laboratório. Quando o ambiente físico contém amplos indícios para os julgamentos, os expoentes variam entre 1.0 a 1.47, e sob pequena incerteza os expoentes variam entre 0.80 a 1.0, mas podem atingir valores próximos a 0.40 quando a situação for extremamente reduzida em indícios (por exemplo, situações bidimensionais, como fotografias ou desenhos). Em ambiente em grandes escalas, os expoentes são menores do que 1.0, mas o valor depende de fatores tais como o tipo de resposta escalar e população de observadores, bem como das características particulares das cidades escolhidas.

### ***Psicofísica da memória***

Recentemente alguns estudos têm começado a abordar a questão de se a relação sistemática entre a magnitude física e a magnitude psicológi-

ca, tal como observada para julgamentos perceptivos, permanece quando os julgamentos são baseados em estímulos memorizados (Kerst e Howard, 1978; de Moyer, Bradley, Sorensen, Whiting e Mansfield, 1978). De fato, com o propósito de estabelecer o grau em que a informação perceptiva de dimensões tais como intensidade sonora, brilhância, área, comprimento e distância, é preservada na memória, pesquisadores têm feito uso das rigorosas técnicas quantitativas desenvolvidas dentro do domínio da psicofísica sensorial e/ou perceptiva. Este novo domínio tem sido denominado de Psicofísica da Memória (Moyer, 1973; Algom, Wolf & Bergman, 1985; Algom & Cain, 1991b; Hubbard, 1991a, 1991b). Vamos revisar alguns estudos que tiveram tal preocupação.

Comparações entre as funções perceptivas e mnemônicas começaram a ser realizadas a partir dos estudos de Kerst e Howard (1978) e de Moyer, et al. (1978). Eles referiram-se explicitamente a um domínio denominado de Psicofísica da Memória. Kerst e Howard solicitaram a grupos independentes de observadores que fizessem estimativas de magnitude de áreas geográficas ou de distância linear entre cidades. No Experimento 1, os observadores estimaram as áreas de países ou de estados americanos a partir do conhecimento previamente adquirido e memorizado. Funções de potência computadas para os julgamentos de estados e países mostraram expoentes de 0.37 para o primeiro e de 0,32 para o segundo. No Experimento 2, estimativas de área dos estados americanos foram feitas tanto com um mapa presente quanto com informações obtidas de memória após o mapa ter sido estudado durante 7 minutos. Os expoentes foram 0.80 para julgamentos perceptivos e 0.59 para julgamentos de memória. No Experimento 3, os observadores fizeram julgamentos de distância linear entre os centros geográficos dos estados, observando um mapa ou após terem-no estudado durante 7 minutos. Os expoentes foram 1.02 para julgamentos perceptivos e 1.08 para aqueles de memória. Três aspectos podem ser destacados destes experimentos. Primeiro, os julgamentos perceptivos de distância e áreas geográficas foram relacionados à distância ou área físicas por funções de potência, cujos expoentes foram similares àqueles encontrados em estudos que empregaram procedimentos convencionais (ver, por exemplo, Da Silva, Santos & Silva, 1983; Da Silva & Macedo, 1983; Da Silva, 1985).

Segundo, os julgamentos de memória foram também adequadamente relacionados à área e à distância físicas por funções de potência. Terceiro, comparações entre os expoentes perceptivos e mnemônicos mostraram que tanto para área quanto para distância os expoentes de memória são iguais ao quadrado dos expoentes perceptivos. O Experimento 2 foi replicado por Chew e Richardson (1980) que usaram um mapa simples contendo a Europa, a Ásia e a África. Os expoentes foram 0.79 para percepção e 0.64 para julgamentos memorizados de áreas geográficas.

Trabalhando na mesma época e independentemente, mas tendo feito uso de procedimentos levemente diferentes, Moyer et al. (1978) também encontraram que os expoentes para julgamentos perceptivos são maiores que aqueles lembrados. Para comprimentos de linhas os expoentes foram 0.73 e 0.53, respectivamente para julgamentos perceptivos e julgamentos de memória. O expoente para comprimento de linhas inferior àquele esperado e geralmente encontrado na literatura para julgamentos perceptivos pode ter ocorrido devido à ausência de um estímulo padrão. Além disso, pelo fato de Moyer et al. (1978) terem usado um intervalo de retenção de 24 horas entre a fase de aquisição e a fase de teste, é provável que variáveis como esquecimento e precauções nos julgamentos tenham contribuído para um valor do expoente menor do que aquele predito pelo Modelo Reperceptual (este modelo será relatado posteriormente). Outros estudos têm mostrado que para modalidades visuais, tais como área e distância, os expoentes são menores na condição de lembrar do que na condição perceptiva (Fantini, 1983, 1984; Osaka, 1983a, 1983b, 1987; Wiest & Bell, 1985), mas para modalidades gustativas e odoríficas a relação é inversa (Osaka, 1987a; Algom & Marks, 1989; Algom & Cain, 1991a).

Bradley e Vido (1984) utilizaram dois grupos de observadores que fizeram estimativas de magnitude de distâncias de 15 diferentes objetos situados em campo aberto e cujas distâncias variaram de 20 pés a 14.28 milhas. No primeiro dia do experimento os dois grupos aprenderam os nomes e as localizações dos objetos observando-os a partir de um pico de uma pequena montanha. No segundo dia, o grupo perceptivo julgou as distâncias enquanto as observava do pico da montanha, enquanto o grupo

de memória julgou a partir de informações armazenadas na memória. Os dados de ambos os grupos foram ajustados a uma função de potência; o expoente foi significativamente menor para o grupo de memória (0.596) do que para o grupo perceptivo (0.811). Em adição, ambos os grupos desenharam mapas da situação visualizada (tarefa de reprodução) de memória, e os expoentes foram 0.483 e 0.514 para os grupos de memória e perceptivo, respectivamente. Os resultados grosseiramente corroboraram o Modelo Reperceptual Moyer et al. (1978). A tarefa de reprodução reflete mesmo uma maior compressão do que aquela constatada para a tarefa de estimação de magnitude. Isso sugere que os expoentes menores que foram obtidos na condição de memória não são artefatos resultantes do uso de estimativas numéricas de magnitude.

Em outro estudo realizado em condições mais controladas, Kerst e Howard (1984) replicaram e ampliaram seus resultados prévios com estímulos mais convencionais do que estímulos geográficos familiares. Quatro controles foram sistematicamente empregados. Primeiro, para controlar possíveis efeitos de contraste com estimativas perceptivas, os estímulos perceptivos foram apresentados isoladamente com um estímulo padrão, e não simultaneamente sobre um mapa. Segundo, para minimizar os efeitos de esquecimento e confusão sobre as estimativas de memória, um intervalo de retenção mínimo e um número pequeno de estímulos foram empregados. Terceiro, para controlar o conhecimento prévio dos estímulos por parte do observador, linhas horizontais e formas sem sentido foram usadas para desencorajá-lo a basear suas estimativas de área em alguma dimensão linear da figura. Quarto, para dar uma maior estabilidade às estimativas, múltiplas tentativas foram empregadas. Para atingir experimentalmente estes controles, grupos independentes de observadores fizeram, de memória ou enquanto observavam os estímulos, estimativas de magnitude de áreas de formas irregulares ou de comprimentos de linhas posicionadas horizontalmente. Funções de potência foram utilizadas para descrever os resultados de ambas as condições. Os expoentes foram 0.90 e 0.81 para julgamentos perceptivos e de memória de comprimentos de linhas e, 0.74 e 0.65 para os julgamentos perceptivos e de memória de áreas irregulares. Eles concluíram que, como diferentes expoentes caracterizam as duas modalidades perceptivas, parece que as

escalas psicofísicas de memória para comprimento e área têm muito mais do que propriedades ordinais. Esta conclusão tem sido confirmada por Algom, Wolf e Bergman (1985) que mostraram que a relação entre área percebida e área física, bem como a relação entre área lembrada e área física, podem ser descritas por uma função de potência, tendo a última um expoente menor que a primeira.

Em uma revisão de 70 experimentos que usaram os métodos de estimação de magnitude ou estimação de razão e que computaram expoentes psicofísicos para distância, Wiest e Bell (1985) pesquisaram as principais origens da relação psicofísica da distância. Os efeitos das condições experimentais sobre o expoente que foram examinados a partir de análise de regressão múltipla não parecem confirmar a posição teórica de Kerst e Howard (1978). Esta posição prediz que o expoente de memória de qualquer atributo é aproximadamente igual ao quadrado do expoente perceptivo. Nesta revisão foi constatado que o expoente médio de memória para distância (0.91) é menor que o expoente médio perceptivo para distância (1.07). Neste caso a teoria de Kerst e Howard prediz que o expoente de memória seja maior que o expoente perceptivo para distância. Além disso, eles obtiveram um expoente de 0.75 para julgamentos baseados em inferência. Tomados juntos, estes valores indicam que os diferentes tipos de julgamentos podem envolver diferenças na quantidade ou complexidade de processamento cognitivo requerido para produzir uma estimativa.

Em trabalho mais recente, Kerst, Howard e Gugerty (1987) compararam a precisão dos julgamentos de distância obtidos a partir de dois métodos psicofísicos: estimação de magnitude e mapeamento direto. Os julgamentos de distâncias entre cidades foram obtidos perceptivamente com um mapa presente, ou de memória, após um período de estudo do mapa. Na situação de julgamentos de memória houve duas condições experimentais: memória imediata em que os julgamentos foram feitos imediatamente após a retirada do mapa colocado para estudo, e memória retardada, em que os julgamentos foram feitos 24 horas após o mapa ter sido estudado. Apenas os observadores na situação de julgamentos de memória foram submetidos ao mapeamento direto. Um mapa fictício de

um campus universitário foi empregado nas situações de memória e perceptiva. Os dados ajustados por funções de potência mostraram que os julgamentos perceptivos tiveram um expoente maior (1.09) que os julgamentos de memória imediata (0.77) e que aqueles de memória retardada (0.66). O mapeamento direto produziu um expoente médio de 0.85 para julgamentos de memória imediata e 0.83 para julgamentos de memória retardada. Os autores observaram também que os julgamentos perceptivos foram verídicos com um mapa sem qualquer indício (1.01), mas mostraram uma crescente distorção para um mapa com indícios indicando apenas os nomes dos lugares (1.10) e para um mapa com indícios indicando os nomes dos lugares e delineando uma rua principal (1.15).

Osaka (1987b), supondo que o código de memória ativado pela representação simbólica tem muito em comum com a experiência perceptual do objeto externo, testou a suposição de que o observador pode estimar a representação recobrada usando uma escala de razão. Em outras palavras, ele investigou se estimativas de magnitude baseadas nas representações da memória revelariam as mesmas propriedades de razão do escalonamento psicofísico para respostas perceptivas e, também, se a escala de memória permaneceria nos níveis da escala ordinal ou de intervalo. Ele comparou as diferenças entre as propriedades protéticas neutras, como, por exemplo, comprimento de linha e área circular, e as propriedades baseadas no conhecimento, tais como a representação cognitiva de um mapa e distância geográfica. No Experimento 1, observadores realizaram perceptivamente estimativas numéricas de magnitude de área circular e comprimento de linha, onde foram assumidas propriedades protéticas neutras. No Experimento 2, observadores realizaram estimativas numéricas de magnitude de distância entre cidades e áreas geográficas às quais foram atribuídas propriedades protéticas baseadas no conhecimento. Foi apresentado aos observadores um mapa do Japão com 20 cidades principais e 26 localizações por pontos e linhas de contorno. Os observadores julgaram as distâncias entre cidades a partir da cidade de Osaka e após terem estudado o mapa por 5 minutos. No Experimento 3, diferentes grupos de observadores, utilizando o método de estimação de magnitude numérica (com módulo), ou o método de estimação de magnitude numérica livre (sem módulo), julgaram as distâncias entre cidades

de memória e perceptivamente. Foi realizado um escalonamento multidimensional. Os resultados mostraram que estas estimativas produziram expoentes parecidos com os encontrados para comprimento de linha (1.01) e área perceptiva (0.72). Estimativas de memória foram também relacionadas com a área e a distância real por meio de funções de potência. Os valores dos expoentes de memória, 0.89 para distância e 0.64 para área, foram significativamente menores quando comparados com os expoentes perceptivos, 0.97 para distância e 0.73 para área. Osaka verificou também que os expoentes de memória e perceptivo podem ser inter-relacionados através de transformações de raiz cúbica e raiz quadrada para distância e área, respectivamente. Em outras palavras, as propriedades de representação dentro da memória podem ser recuperadas pelo fator exponencial de 0.3 e 0.2 para o expoente de distância e área, respectivamente. Os resultados do Experimento 3 sugerem que, com um mapa familiar, estimativas dependentes do conhecimento modificam as representações da “memória recuperada”, havendo, portanto, diferenças na codificação das imagens perceptivas e de memória.

Em suma, estes experimentos mostram que a integração das pesquisas entre memória e percepção tem sido feita em parte devido ao grande interesse atual em investigações sobre imagem mental. A psicofísica da memória encaixa-se nestes esforços e os resultados geralmente têm apoiado o argumento de uma representação mental análoga.

*Experimentos sobre psicofísica da memória realizados no Laboratório de Psicofísica e Percepção-USP-Ribeirão Preto*

Um conjunto de questões referentes à psicofísica da memória tem sido sistematicamente investigado por Da Silva e colaboradores (Da Silva, Marques & Ruiz, 1987; Da Silva, Ruiz & Marques, 1987; Da Silva, Fukusima, Dalamangas, Marques & Ruiz, 1988). Eles investigaram principalmente a estabilidade dos expoentes individuais das funções psicofísicas de potência para área e distância percebida, lembrada e inferida. Vamos sumariar brevemente estes estudos.

Da Silva, Marques e Ruiz (1987) realizaram dois experimentos onde os observadores julgaram, através de estimação de magnitude, as

áreas geográficas dos estados do Brasil. No Experimento 1, grupos independentes de observadores estimaram as áreas dos estados em três condições: com a presença de um mapa (perceptivo), utilizando a memória após o estudo do mapa por 7 minutos (relembrado), e utilizando o conhecimento geral de geografia (inferida). Os resultados mostraram que a lei psicofísica de potência descreve bem as estimativas de magnitude de áreas geográficas inferida, lembrada e percebida. O expoente de memória é aproximadamente igual ao quadrado do expoente perceptivo. No Experimento 2, no qual os observadores estimaram as áreas dos estados em duas sessões separadas por um intervalo de 1 mês, examinaram a correlação dos expoentes da função de potência. Como no Experimento 1, grupos separados de observadores estimaram as áreas de memória, perceptiva e inferida. Comparando as funções psicofísicas de memória e perceptiva os resultados mostraram para as duas sessões que o expoente de memória é igual ao quadrado do expoente perceptivo. A correlação entre a Sessão 1 e 2 mostrou-se alta e positiva, indicando, portanto, uma estabilidade temporal para os julgamentos feitos com um intervalo de 1 mês entre sessões. Houve diferenças individuais nos expoentes da função psicofísica nas estimativas de magnitude de área inferida, lembrada e percebida; mas a função de potência descreve muito bem tanto os dados individuais quanto os dados agrupados.

Da Silva, Ruiz e Marques (1987), utilizando o mesmo procedimento psicofísico, fizeram grupos independentes de observadores estimarem as distâncias lineares entre as diferentes capitais dos estados brasileiros e a capital federal Brasília. Os resultados mostraram que, apesar dos expoentes variarem de um indivíduo para outro, as estimativas de magnitude das distâncias inferida, lembrada e percebida são bem descritas pela função psicofísica de potência. A correlação entre as Sessões 1 e 2 mostrou-se alta e positiva, indicando, portanto, uma estabilidade temporal entre os julgamentos realizados com um intervalo de 1 mês. Considerados juntos, os experimentos mostram a seguinte relação ordinal entre os expoentes: percebido > lembrado > inferido.

***Modelos explicativos da diferença entre as funções psicofísicas de memória e perceptiva***

Dois modelos têm sido propostos para explicar o expoente menor para os julgamentos feitos de memória. O modelo da Transformação Reperceptual ou Serial (TRS) e o da Tendência Central de Julgamento ou da Incerteza (TCJ). As predições de ambos estão representadas na Figura 1. O Painel A mostra as predições baseadas no Modelo TRS. Este modelo sugere que duas funções de potência intervêm: a magnitude física real de um objeto e a estimativa da dimensão através da memória. A primeira função é tipicamente perceptiva e a segunda é introduzida durante o processo de relembrar. Isto é, para percepção a magnitude psicológica,  $R$ , é uma função de potência na magnitude física,  $E$ . Desta forma, temos:

$$R = a E^b \quad (7)$$

Para memória, a magnitude psicológica,  $M$ , é uma função de potência da magnitude perceptiva previamente memorizada, ou seja, da representação perceptiva  $R$  do estímulo original. Portanto

$$M = a' R^b \quad (8)$$

onde  $M$  é a estimativa de memória e  $a'$  tem o mesmo significado que  $a$  na Equação (7), que são idênticas. Por substituição podemos mostrar que o julgamento de memória em função da magnitude física real segue uma função de potência. Substituindo  $R$  na Equação (8) temos:

$$M = A \cdot E^{b^2} \quad (9)$$

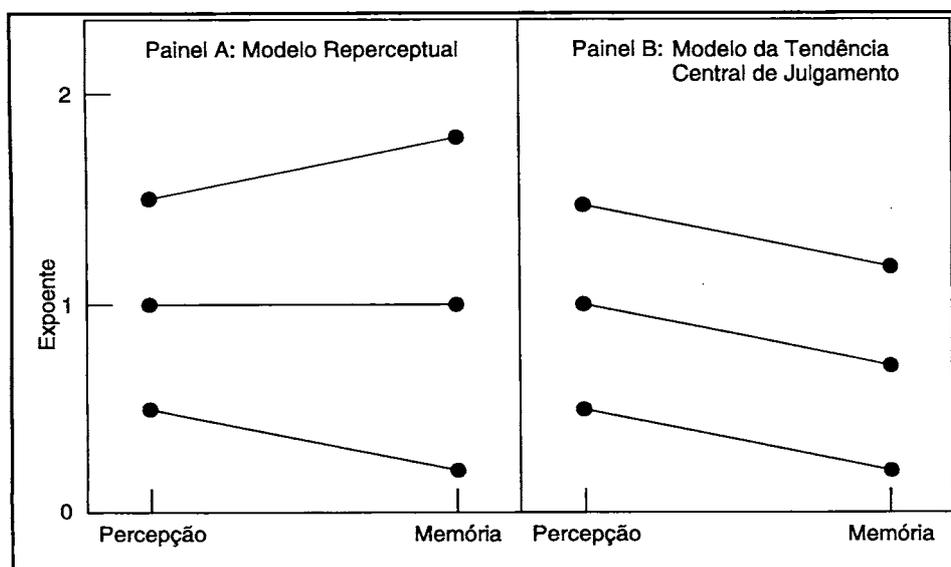
onde  $A$  é a nova constante escalar ajustada às estimativas de memória. Desde que as duas transformações são supostamente idênticas, o expoente de memória aproxima-se do quadrado do expoente perceptivo. Um corolário desta explicação mostra que para um dado conjunto de estímulos, projetando-se as estimativas de memória em função das estimativas perceptivas, poder-se-á novamente obter uma relação de potência

com um expoente tendo o mesmo valor que aquele que caracteriza a relação perceptiva. Assim,

$$M = A' R^b. \quad (10)$$

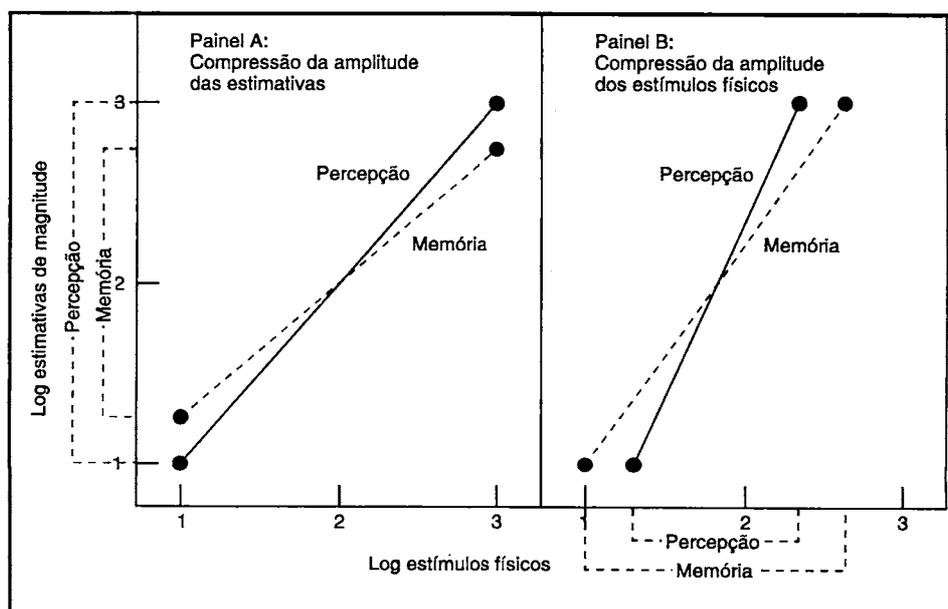
onde  $A'$  é a constante escalar apropriada. Esta relação memória-percepção reside inteiramente no domínio psicológico subjetivo. Infelizmente ela não tem sido examinada nas pesquisas revisadas.

Como representado no Painel A da Figura 1, o Modelo TRS prediz que para modalidades perceptivas caracterizadas por um expoente igual a 1.0, o expoente de memória será também igual a 1.0. No caso de modalidades perceptivas caracterizadas por um expoente menor que 1.0, aquele de memória será menor que o perceptivo. No caso de modalidades perceptivas caracterizadas por um expoente maior que 1.0, o modelo supõe que o expoente de memória será maior que aquele perceptivo.



**Figura 1:** Predições dos valores dos expoentes das funções psicofísicas para as estimativas de memória e perceptiva. O Painel A representa as previsões baseadas no Modelo Reperceptual, e o Painel B representa as previsões baseadas no Modelo da Tendência Central de Julgamento.

O Painel B da Figura 1 representa as predições baseadas no Modelo TCJ. Esta explicação tem sido denominada por Kerst e Howard (1978) de hipótese de incerteza. De acordo com este modelo, o expoente menor para os julgamentos de memória pode ser atribuído ao efeito de compressão produzido pela maior incerteza que os observadores experienciam na condição de julgamentos através da memória. De fato, esta amplitude reduzida de estimativas através da memória pode bem refletir aquilo que é conhecido como Tendência Central de Julgamento. Em outras palavras, há uma tendência natural do observador para viesar suas estimativas de memória em direção ao centro da escala de intensidade (Moyer, Sklarew & Whiting, 1982). Devido a este viés de respostas, os observadores, na condição de memória, podem estar incertos dos valores a assinalar aos estímulos, e para fazer isso com mais segurança evitam estimativas extremas. Uma esquematização deste



**Figura 2:** Predições das inclinações das funções psicofísicas de potência baseadas no Modelo da Tendência Central de Julgamento. O Painel A representa uma compressão das estimativas de magnitude neméricas e o Painel B representa uma compressão da amplitude dos estímulos físicos.

efeito de redução da amplitude de respostas sobre o valor do expoente encontra-se no Painel A da Figura 2. Pode-se constatar facilmente que devido à compressão das estimativas de magnitude na condição de memória, a função de potência terá sempre uma inclinação menor que aquela perceptiva. Desta forma, e como mostrado no Painel B da Figura 1, o expoente de memória será sempre menor que o expoente perceptivo, independente do valor deste último.

Este modelo supõe que a amplitude de respostas é reduzida na condição de memória. Todavia, de acordo com a análise elaborada por Poulton (1968) e Teghtsoonian (1971) acerca da diminuição sistemática do expoente em função do aumento da amplitude física dos estímulos, pode-se conceber que é a amplitude dos estímulos que se torna aumentada devido à maior incerteza no processo de julgamentos na condição de memória. Isto também conduz a um expoente menor na condição de memória do que na condição perceptiva. O painel B da figura 2 esquematiza esta hipótese alternativa, que, na realidade, é um caso especial do princípio psicofísico clássico do efeito da amplitude dos estímulos sobre o valor do expoente da função psicofísica (ver Stevens & Greenbaum, 1966). Esta hipótese é plausível, visto que Poulton e Teghtsoonian, independentemente, mostraram que há uma correlação altamente negativa (-0.94) entre a amplitude do estímulo e o valor do expoente para diferentes modalidades perceptivas. Parece que o observador tem a tendência de empregar a mesma amplitude de estimativas para diferentes modalidades perceptivas cujas amplitudes das intensidades físicas podem ser muito variáveis (para uma revisão, ver, por exemplo, Da Silva & Macedo, 1983). De acordo com esta explicação alternativa, a diferença entre o expoente de memória e o perceptivo para um dado conjunto de estímulos, constitui apenas um caso especial deste princípio psicofísico geral.

### ***Objetivos e hipóteses testadas***

Como mencionamos, existem dois modelos explicativos da diferença entre os expoentes da função de potência para julgamentos de memória e perceptivo. O Modelo Reperceptual supõe que uma

transformação mnemônica é aplicada ao produto da transformação inicial. Desta forma, duas funções de potência intervêm entre a estimativa de memória e o estímulo físico. O Modelo de Tendência Central de Julgamento ou da Incerteza supõe que o expoente para julgamentos de memória é atenuado devido ao efeito de compressão produzido pela maior incerteza experienciada pelos observadores na situação de julgamentos de memória. Uma variante deste modelo é discutida neste trabalho. Isto é, seguindo as idéias de Teghtsoonian (1971, 1973) e Poulton (1968) de que o expoente diminui sistematicamente com o aumento da amplitude física dos estímulos, acreditamos que a amplitude dinâmica de resposta é o fator mais influenciado pela maior incerteza que caracteriza os estados mnemônicos. Devido a isto, o expoente de memória é menor que o perceptivo. De acordo com esta explanação, a diferença no valor do expoente entre as estimativas de memória e perceptiva de um conjunto de estímulos constitui apenas um caso especial deste princípio psicofísico geral.

O propósito dos Experimentos 1 e 2 foi investigar experimentalmente esta variante do Modelo da Incerteza. Para isso o mapa do Brasil foi dividido em três regiões: Sul-Sudeste, Centro-Oeste-Norte e Nordeste. A amplitude das áreas, definida pela razão entre a maior e a menor, é de 25.5 para a região Nordeste, 13.2 para Sul-Sudeste e 11.15 para Norte-Centro-Oeste. Se a hipótese do efeito da amplitude dos estímulos estiver correta deveríamos obter expoentes de julgamento de área com a seguinte relação ordinal: Nordeste Sul-Sudeste Centro-Oeste-Norte. Evidentemente supondo-se uma analogia entre percepção e memória, espera-se que tal relação ocorra tanto para julgamentos perceptivos quanto para aqueles de memória.

Também para os julgamentos de distância, o mapa do Brasil foi dividido em três regiões similares às usadas para a área. Porém, neste caso as amplitudes variaram de 1.69 para a região Nordeste, 2.27 para a região Sul-Sudeste e 19.9 para a região Norte-Centro-Oeste. Neste caso esperaríamos a seguinte relação ordinal entre os expoentes: Nordeste Sul-Sudeste Norte-Centro-Oeste. Também neste caso tal

relação deverá ocorrer tanto para julgamentos perceptivos quanto para julgamentos mnemônicos.

Para verificar o efeito da familiaridade com os estímulos a serem julgados, podemos supor que os observadores residentes na região Sul-Sudeste têm uma representação cognitiva espacial desta região muito mais cristalizada ou com maior vividez que aquelas representações das regiões Nordeste e Norte-Centro-Oeste. Desta forma, esperar-se-ia que observadores familiarizados com uma dada região teriam, independentemente da amplitude dos estímulos, um expoente próximo a 1.0. Para as outras regiões não familiares o efeito da amplitude seria mais predominante.

Em resumo, os Experimentos 1 e 2 realizados com observadores residentes na região Sudeste, nos permitiriam investigar: (1) a plausibilidade da variante do Modelo da Incerteza, isto é, o efeito da amplitude dos estímulos (ou respostas), (2) o efeito da familiaridade com a região estimada e (3) o efeito da subdivisão em regiões geográficas sobre os expoentes da função psicofísica para julgamentos de área e distância percebida e lembrada.

Os Experimentos 3 e 4 tiveram o objetivo de verificar o efeito do tempo entre a fase de aquisição e o de lembrar sobre o Modelo Reperceptual proposto por Kerst e Howard (1978). Em outras palavras, verificar se o expoente da função de potência na condição de memória diminui ou permanece constante com o aumento do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de lembrar. No Experimento 3, observadores foram divididos em 7 grupos, um perceptivo e 6 de memória. Na condição de memória houve 6 intervalos de tempo entre a fase de aquisição e o lembrar: 2 min., 2, 8, 24, 48 horas e 1 semana. Os observadores estimaram as áreas de 25 estados brasileiros. No Experimento 4, observadores também foram divididos em 7 grupos, um perceptivo e 6 de memória. Na condição de memória, houve 6 intervalos de tempo entre a fase de aquisição e o lembrar: 2min., 2, 6, 24, 48 horas e 1 semana, mas diferentemente do Experimento 3, os observadores fizeram estimativas da distância linear entre as capitais dos diferentes estados brasileiros e Brasília. Globalmente, estes expe-

rimentos nos permitem verificar a influência do aumento do tempo de relembrar sobre as escalas psicofísicas mnemônicas e também verificar a generalidade do Modelo Reperceptual proposto por Kerst e Howard (1978).

### ***Experimento 1***

#### *Observadores*

No Experimento 1 foram utilizados 124 observadores, sendo que somente 120 na análise dos dados. Eles foram divididos igualmente em 6 grupos com 20 observadores. Os outros 4 observadores foram eliminados por não terem seguido corretamente as instruções. Os observadores foram estudantes universitários dos diferentes cursos de graduação e pós-graduação do Campus da USP de Ribeirão Preto. Suas idades variaram entre 17 e 26 anos, e todos eram ingênuos quanto ao propósito do experimento.

#### *Material*

Os observadores registraram suas estimativas de áreas geográficas dos estados em folhas previamente preparadas por um computador Apple 48 k. Uma ordem aleatória diferente dos estados brasileiros, divididos em 3 diferentes regiões, foi utilizada para cada observador. Nos 6 grupos, cada observador recebeu um bloco de respostas, cujas folhas continham somente os nomes dos estados brasileiros, e um mapa do Brasil reduzido nas dimensões de 21.6 x 33 cm. As folhas de instrução foram colocadas em frente do bloco, sendo que estas variaram de acordo com a condição experimental empregada: julgamentos de memória após apresentação de um mapa por 7 minutos ou julgamentos com um mapa visualmente presente durante todo o experimento.

#### *Procedimento*

Neste experimento, o método de estimação de magnitude foi empregado com um módulo e estímulo padrão previamente fixados. Três

grupos de observadores realizaram os julgamentos de memória após estudarem o mapa por 7 minutos (denominados Grupos IA, IB e IC), e outros três grupos fizeram os julgamentos observando livremente um mapa colocado diretamente sobre a mesa (denominados Grupos IIA, IIB e IIC).

Para os Grupos IA e IIA foi utilizada a região Sul-Sudeste que abrange os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O estado de São Paulo foi selecionado como estímulo padrão por ser relativamente familiar aos estudantes nele residentes e porque sua dimensão (área) situa-se próximo à mediana das amplitudes das áreas a serem estimadas. A este estado foi assinalado o módulo 100.

Para os Grupos IB e IIB foi utilizada a região Nordeste que abrange os estados do Maranhão, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. O estado de Pernambuco foi selecionado como estímulo padrão pelos motivos anteriormente citados e a ele foi assinalado o módulo 100.

Para os Grupos IC e IIC as regiões utilizadas foram Norte e Centro-Oeste que abrangem os estados Amazonas, Pará, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Acre, e os territórios de Roraima e Amapá. O estado selecionado como estímulo padrão, pelos motivos já expostos, foi Goiás, assinalado também com o módulo 100.

Antes de iniciar o experimento, o experimentador forneceu aos observadores uma breve explicação a respeito do propósito da pesquisa e, em seguida, solicitou que os mesmos lessem atentamente as instruções inseridas no início de cada bloco de respostas.

### *Resultados*

Os parâmetros da função de potência, tanto para os julgamentos mnemônicos quanto para os julgamentos perceptivos, foram calculados para cada observador através do método dos mínimos quadrados, que relaciona os logaritmos das estimativas de magnitude aos logaritmos

das áreas físicas dos estados brasileiros. Os valores médios dos expoentes, constantes escalar e coeficientes de determinação para cada grupo em cada condição experimental estão apresentados na Tabela 1. Na condição de julgamento de memória, os expoentes médios foram 0.81 para o Grupo IA, 0.73 para o Grupo IB e 0.90 para o Grupo IC. Na condição de julgamentos perceptivos, os expoentes médios foram 0.90 para o Grupo IIA, 0.80 para o Grupo IIB e 0.93 para o Grupo IIC. A variabilidade (expoente máximo e expoente mínimo) foi relativamente elevada em todos os grupos. Devemos notar três aspectos importantes. Primeiro, o desvio de padrão médio (0.24) dos julgamentos mnemônicos foi maior que o desvio padrão médio (0.19) dos julgamentos perceptivos. Segundo, o coeficiente de determinação médio dos julgamentos de memória foi menor que o coeficiente de determinação médio dos julgamentos perceptivos. Terceiro, a amplitude de variação (diferença entre as estimativas de magnitude máxima e a mínima) foi menor para os julgamentos mnemônicos do que para os julgamentos perceptivos.

Uma análise de variância (3 x 2; regiões x condições), aplicada aos expoentes individuais, revelou que o efeito da condição experimental foi marginalmente significativo ( $F(1,114) = 2,70$ ,  $p = 0.099$ ). Isto implica que as condições experimentais parecem diferir entre si, sendo os expoentes perceptivos maiores que os mnemônicos. O efeito das regiões também mostrou-se significativo ( $F(2,114) = 3.32$ ,  $p = 0.038$ ), indicando que os expoentes médios das 3 regiões diferem entre si. A interação entre condições experimentais e as regiões não foi significativa ( $F(2,114) = 2.15$ ,  $p = 0.119$ ). Comparações *a posteriori* efetuadas pelo Teste t para comparár os expoentes médios de memória e perceptivo, considerando separadamente cada região geográfica, indicaram que o expoente médio perceptivo foi maior que o mnemônico ( $t(38) = 2.57$ ,  $p = 0.014$ ) para a região Nordeste, mas para a região Sul-Sudeste ( $t(38) = 0.18$ ,  $p = 0.66$ ) e para a região Norte-Centro-Oeste ( $t(38) = 0.44$ ,  $p = 0.65$ ), os expoentes mnemônicos não foram significativamente diferentes dos expoentes perceptivos.

Parâmetros					
	<i>n</i>	<i>DP</i>	<i>k</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>AV</i>
<i>Grupos Mnemônicos</i>					
IA	0.81	0.21	0.04	0.89	163
IB	0.73	0.26	0.58	0.79	348
IC	0.90	0.24	0.21	0.85	214
<i>Grupos Perceptivos</i>					
IIA	0.80	0.22	0.23	0.96	180
IIB	0.91	0.17	0.06	0.98	505
IIC	0.93	0.19	0.006	0.90	227

**Tabela 1:** Média (*n*), desvio padrão (*DP*), constante escalar (*k*), coeficiente de determinação (*r*<sup>2</sup>) da função de potência e amplitude de variação (*AV*) das estimativas de magnitude para cada grupo em cada condição experimental.

## *Experimento 2*

### *Observadores*

Participaram do Experimento 2, 142 observadores, sendo que 22 foram eliminados por não terem seguido corretamente as instruções. Os 120 observadores foram divididos igualmente em 6 grupos. Os observadores eram estudantes universitários dos diferentes cursos de graduação e pós-graduação do Campus da USP de Ribeirão Preto; tinham entre 17 e 26 anos e eram ingênuos quanto ao propósito do experimento.

### *Material*

Foi utilizado o mesmo material descrito no Experimento 1, sendo que houve três blocos de respostas, cujas folhas continham o nome do Distrito Federal (Brasília) juntamente com o nome de cada uma das capitais. Como no Experimento 1, foram utilizadas 3 regiões: Sul-Sudeste, Nordeste e Norte-Centro-Oeste.

### *Procedimento*

Como no Experimento 1, os observadores foram divididos em 6 grupos. Os grupos IIIA, IIIB e IIIC estimaram a distância entre Brasília

e as capitais dos estados pertencentes às seguintes regiões geográficas: Sul-Sudeste, Nordeste e Norte-Centro-Oeste respectivamente, de memória, após terem estudado o mapa, fornecido pelo experimentador, durante um período de 7 minutos. Os Grupos IVA, IVB, e IVC estimaram as distâncias entre Brasília e as capitais daquelas três regiões respectivamente, observando livremente o mapa que foi colocado diretamente sobre a mesa.

Para os Grupos IIIA e IVA foi utilizada a região Sul-Sudeste, que abrange as capitais: Belo Horizonte, Vitória, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre. A distância Brasília-São Paulo foi selecionada para ser estímulo padrão por ser sua localização relativamente familiar. Para os Grupos IIIB e IVB, a região utilizada foi a Nordeste, que abrange as capitais: São Luiz, Teresina, Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife, Maceió, Aracaju e Salvador. A capital selecionada foi Recife como estímulo padrão, pelo motivo acima citado. Para os Grupos IIC e IVC, as regiões utilizadas foram Norte e Centro-Oeste que abrange as capitais: Boa Vista, Macapá, Belém, Manaus, Porto Velho, Rio Branco, Cuiabá, Goiânia e Campo Grande. A capital Belém foi selecionada como estímulo padrão pelo motivo acima. As distâncias entre Brasília e as capitais selecionadas (Recife ou Belém) como estímulo padrão receberam o módulo 100.

Para todos os grupos as instruções individuais solicitavam que eles fizessem estimativas de magnitude numéricas que fossem proporcionais à distância linear percebida entre Brasília e cada uma das capitais, tomado sempre como padrão a distância entre Brasília-São Paulo (ou Recife ou Belém) que havia recebido previamente o valor 100. Como no Experimento 1, antes de iniciar o experimento o experimentador forneceu aos observadores uma breve explicação a respeito do propósito da pesquisa e, em seguida, solicitou que os mesmos lessem atentamente as instruções inseridas no início de cada bloco de respostas.

### *Resultados*

Os parâmetros da função de potência, tanto para as estimativas mnemônicas quanto para as estimativas perceptivas, foram calculadas

para cada observador através do método dos mínimos quadrados que relaciona os logaritmos das estimativas de magnitude aos logaritmos das distâncias entre Brasília e as capitais dos estados brasileiros. Os valores médios dos expoentes, constantes escalar e coeficientes de determinação para cada grupo em cada condição experimental estão apresentados na Tabela 2. Na condição de julgamentos de memória, os expoentes médios foram 1.81, 1.29 e 0.58, respectivamente, para os Grupos IIIA, IIIB e IIIC. Na condição de julgamentos perceptivos, os expoentes médios foram 1.56, 1.58 e 0.95, respectivamente, para os Grupos IVA, IVB e IVC. Três fatos são imediatamente aparentes. Primeiro, os expoentes mnemônicos (exceto aquele para o Grupo IIIA) são menores que seus correspondentes expoentes perceptivos.

Parâmetros					
	<i>n</i>	<i>DP</i>	<i>k</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>AV</i>
<i>Grupos Mnemônicos</i>					
IIIA	1.81	0.70	0.23	0.68	230
IIIB	1.29	0.69	2.15	0.37	94
IIIC	0.58	0.23	5.88	0.59	137
<i>Grupos Perceptivos</i>					
IVA	1.56	0.37	0.01	0.83	167
IVB	1.58	0.50	0.04	0.63	82
IVC	0.95	0.23	1.82	0.90	165

**Tabela 2.** Média (*n*), desvio padrão (*DP*), constante escalar (*k*), coeficiente de determinação (*r*<sup>2</sup>) da função de potência e amplitude de variação (*AV*) das estimativas de magnitude para cada grupo em cada condição experimental.

Segundo, o desvio padrão médio, tomando junto os três grupos de cada condição experimental, é menor para os grupos mnemônicos que para os grupos perceptivos. Terceiro, os coeficientes de determinação dos grupos mnemônicos são menores que aqueles de seus correspondentes grupos perceptivos. Ao lado disso, apenas para os julgamentos da região Norte-Centro-Oeste a amplitude variação das estimativas mnemônicas (Grupo IIIC) foi menor que aquela das estimativas perceptivas (Grupo IVC).

Uma análise de variância (3 x 2; regiões x condições) aplicada aos expoentes individuais revelou que o efeito da condição experimental não

foi significativo ( $F(1, 114) = 2.11, p = 0.14$ ). O efeito das regiões mostrou-se significativo ( $F(2,114) = 36.16, p = 0.001$ ). A interação entre condições experimentais e regiões foi também significativa ( $F(2,114) = 4.83, p = 0.009$ ). Isto indica que o efeito significativo das regiões depende do tipo de condição experimental. Em função disso, Testes t foram aplicados *a posteriori* para cada região geográfica para verificar se o expoente médio perceptivo é diferente ou não do expoente médio de memória. Para os julgamentos de distância das diferentes regiões, estas comparações indicaram que o expoente perceptivo foi maior que o de memória para a região Norte-Centro-Oeste ( $t(38) = -4.98, p = 0.01$ ), mas para a região Nordeste ( $t(38) = -1.53, p = 0.13$ ) e para a região Sul-Sudeste ( $t(38) = 1.39, p = 0.17$ ), os expoentes de memória e perceptivos não diferiram entre si. Finalmente, é importante notar que para os Grupos IIIB e IVB que estimaram as distâncias entre Brasília e as capitais da Região Nordeste, a amplitude das distâncias físicas era muito pequena; sendo de 1.030 km a distância linear menor e de 1.750 km a distância linear maior. As diferenças físicas entre algumas distâncias lineares também eram muito pequenas, principalmente entre distâncias adjacentes colocadas em ordem crescente. Estes aspectos fizeram que, como esperado, as estimativas de magnitude percebidas não fossem muito diferentes entre si, mesmo quando os julgamentos foram realizados perceptivamente. Provavelmente, isto fez com que os coeficientes de determinação individuais, bem como o médio, fossem bem menores que a unidade (1.0), indicando, portanto, que a função de potência não seria muito apropriada para descrever tais resultados. Porém, este padrão de resultados indica que a função de potência é relativamente dependente do espaçamento físico entre os estímulos (ver Da Silva & Macedo, 1983; Da Silva, Santos & Silva, 1983).

### ***Experimento 3***

#### ***Observadores***

Foram observadores deste experimento 97 estudantes de graduação e pós-graduação do Campus da USP de Ribeirão Preto, que contavam

com a idade entre 17 e 25 anos. Os observadores foram divididos em 7 grupos, de 10 observadores cada, dos quais um grupo estimou áreas perceptivamente e os outros 6 grupos estimaram áreas a partir da memória. Os observadores restantes foram retirados da análise pois não seguiram corretamente as instruções. Todos os observadores eram ingênuos quanto ao propósito do experimento. O experimento foi realizado coletivamente.

### *Material*

Foi utilizado um bloco de respostas contendo folhas com os nomes dos estados brasileiros dispostos aleatoriamente e preparadas com antecedência por um computador Apple 48k. Uma ordem aleatória diferente foi utilizada para cada observador, e nestas folhas eram anotadas as estimativas das áreas dos estados brasileiros. Foram também utilizadas folhas de instruções e também mapas reduzidos do Brasil nas dimensões de 21.6 x 33 cm, mostrando as divisas e os nomes de cada um dos estados brasileiros.

### *Procedimento*

Os observadores, divididos igualmente em 7 grupos, de 10 elementos cada, fizeram julgamentos das áreas geográficas do Brasil. O grupo perceptivo fez os julgamentos das áreas enquanto observava um mapa colocado à sua frente. Os outros grupos fizeram suas estimativas nas condições de memória, e em cada uma delas o intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de relembrar foi alterado, variando de 2 min., 2, 8, 24 e 48 horas e de 1 semana. Nestas condições, os observadores numa primeira sessão foram solicitados a estudar o mapa do Brasil durante 7 minutos para obterem uma boa informação das localizações dos diferentes estados; após transcorridos os intervalos acima mencionados, os diferentes grupos foram testados numa segunda sessão. Assim, os grupos nas condições de memória receberam, na primeira sessão, instruções preliminares que lhes solicitavam para estudar o mapa durante 7 minutos, após o que o mapa seria

imediatamente retirado. A eles não foi dito quando seriam entregues as instruções complementares. Após transcorrido o intervalo de tempo designado para cada grupo, o experimentador, numa segunda sessão, entregou a cada observador um bloco de respostas contendo instruções que lhes solicitavam que fizessem estimativas de magnitude numéricas proporcionais às áreas dos estados brasileiros, tomando como padrão ou referência a área do estado de São Paulo que recebeu previamente o valor de 100 unidades.

### Resultados

Foram usadas funções de potência para descrever os dados de cada observador em cada grupo experimental. Os parâmetros expoente, constante escalar e coeficiente de determinação foram determinados para cada observador. Um sumário destes resultados estão apresentados na Tabela 3.

Parâmetros							
Grupos	n	DP	Min.	Max.	k	r2	AV
P	0.76	0.29	0.10	1.24	0.01	0.89	445
M2'	0.66	0.23	0.39	1.02	0.15	0.69	356
M2	0.67	0.16	0.50	0.98	0.08	0.69	419
M8	0.53	0.23	0.06	0.86	2.43	0.48	358
M24	0.31	0.12	0.09	0.96	3.70	0.50	373
M48	0.59	0.28	0.22	1.22	0.81	0.56	362
M1	0.43	0.43	0.24	0.88	2.00	0.50	350

**Tabela 3:** Média (n), desvio-padrão (DP), constante escalar (k), coeficiente de determinação (r2) e valores mínimo e máximo dos expoentes da função de potência e amplitude de variação (AV) das estimativas de magnitude para os diferentes grupos experimentais: Perceptivo (P), Memória 2 minutos (M2'), Memória 2 horas (M2), Memória 8 horas (M8), Memória 24 horas (M24), Memória 48 horas (M48), Memória 1 semana (M1).

Nesta tabela podemos verificar que: 1) os expoentes mnemônicos parecem diminuir regularmente com o aumento do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de relembrar; 2) todos os expoentes mnemônicos são menores que o perceptivo; 3) os coeficientes de determinação dos julgamentos mnemônicos também diminuem regular-

mente com o aumento do intervalo de tempo, e todos são menores que o perceptivo, e 4) a amplitude de variação, isto é, a diferença entre as estimativas de magnitude máxima e a mínima, dos grupos mnemônicos diminui, embora não sistematicamente, em função do intervalo de tempo, e todas são menores que aquela dos julgamentos perceptivos.

Uma análise de variância aplicada aos expoentes individuais dos 7 grupos experimentais revelou que os grupos são diferentes entre si ( $F(6,63) = 2.48$ ,  $p = 0.032$ ). Comparações *a posteriori*, realizadas com o Teste t, revelaram que o expoente perceptivo é maior que o expoente de memória com o intervalo de 24 horas ( $t(18) = 2.45$ ,  $p = 0.024$ ) e de 1 semana ( $t(18) = 2.93$ ,  $p = 0.008$ ). Para a condição experimental em que se utilizou do intervalo de 8 horas, o Teste t indicou que o expoente perceptivo diferiu marginalmente do expoente de memória ( $t(18) = 1.93$ ,  $p = 0.066$ ). Para as demais condições experimentais: 2 min. ( $t(18) = 0.85$ ,  $p = 0.41$ ), memória 2 horas ( $t(18) = 0.92$ ,  $p = 0.37$ ) e memória 48 horas ( $t(18) = 1.34$ ,  $p = 0.19$ ), os expoentes de memória e perceptivo não foram significativamente diferentes entre si. A Figura 3 sumaria os valores dos expoentes para as estimativas de área.

#### ***Experimento 4***

##### *Observadores*

Participaram deste experimento 118 observadores, estudantes de graduação e pós-graduação do Campus da USP-Ribeirão Preto, de 17 a 25 anos de idade. Os estudantes foram divididos em 7 grupos de 15 observadores. Os demais observadores foram eliminados da análise por não terem seguido corretamente as instruções fornecidas. Todos os observadores eram ingênuos quanto ao propósito do experimento.

##### *Material*

Foi utilizado o mesmo material do Experimento 3, com uma única modificação introduzida no mapa do Brasil reduzido: em adição ao nome

do estado, foi também colocado e posicionado geograficamente o nome da capital de cada estado brasileiro.

### *Procedimento*

Os 105 observadores divididos igualmente em 7 grupos estimaram as distâncias lineares das capitais estaduais a Brasília. O grupo perceptivo fez os julgamentos das distâncias enquanto observava diretamente um mapa do Brasil colocado à sua frente. Os outros 6 grupos fizeram suas estimativas nas condições de memória, e em cada uma delas o intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de lembrar foi alterado, variando de 2 min., 2, 6, 24, 48 horas e 1 semana. Nestas condições os observadores foram solicitados, numa primeira sessão, a estudar o mapa do Brasil durante 7 minutos para obterem uma boa informação das localizações dos diferentes estados; após transcorridos os intervalos acima mencionados, numa segunda sessão, os diferentes grupos fizeram as estimativas das distâncias. Tal como no Experimento 3, as instruções solicitavam que os observadores fizessem estimativas de magnitude numéricas que fossem proporcionais às distâncias lineares entre as Capitais e Brasília, tomando como padrão a distância linear entre Brasília e São Paulo que previamente recebeu o valor de 100 unidades. Em nenhum dos grupos foi dito, após a fase de estudo do mapa, quando eles fariam as estimativas de magnitude das distâncias lineares.

### *Resultados*

Os parâmetros da função de potência, tanto para julgamentos mnemônicos quanto para os julgamentos perceptivos, foram individualmente calculados através do método dos mínimos quadrados que relaciona os logaritmos das estimativas de magnitude aos logaritmos das distâncias lineares físicas entre Brasília e as diferentes capitais brasileiras. Os valores médios dos expoentes, constantes escalar e coeficientes de determinação, bem como a amplitude de variação entre

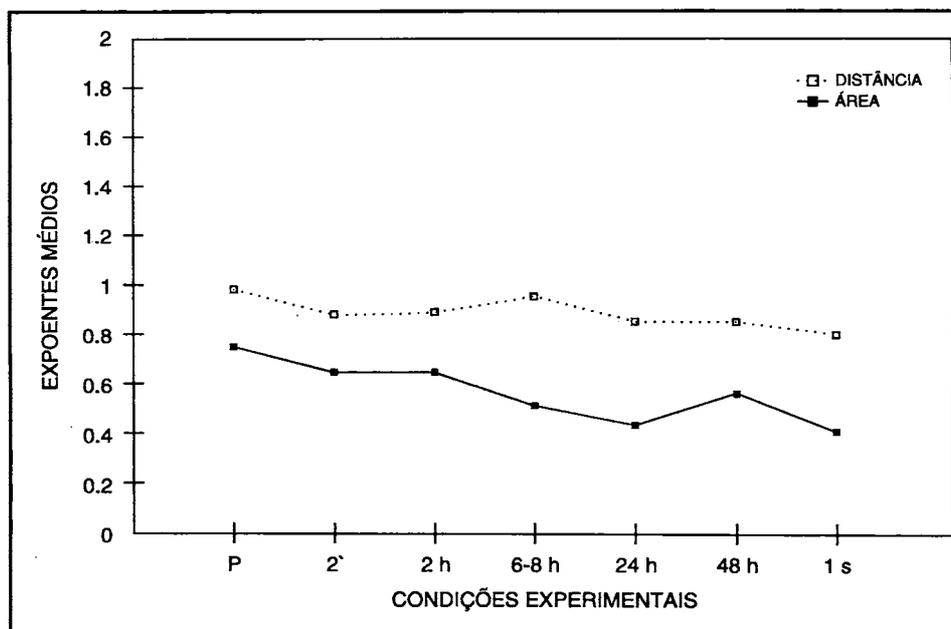
as estimativas máxima e mínima de cada grupo estão apresentados na Tabela 4.

Grupos	Parâmetros						
	<i>n</i>	<i>DP</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>k</i>	<i>r2</i>	<i>AV</i>
P	1.00	0.23	0.55	1.41	0.39	0.85	286
M2'	0.89	0.25	0.52	1.37	0.61	0.62	251
M2	0.90	0.28	0.53	1.45	0.81	0.58	245
M8	0.97	0.33	0.39	1.51	0.83	0.73	252
M24	0.85	0.33	0.37	1.57	1.85	0.62	270
M48	0.86	0.19	0.53	1.07	0.73	0.68	246
M1	0.80	0.22	0.31	1.12	0.79	0.66	232

**Tabela 4.** Média (*n*), desvio-padrão (*DP*), constante escalar (*k*), coeficiente de determinação (*r2*), valores mínimo e máximo dos expoentes da função de potência e amplitude de variação (*AV*) das estimativas de magnitude para os diferentes grupos experimentais: Perceptivo (P), Memória 2 minutos (M2'), Memória 2 horas (M2), Memória 6 horas (M6), Memória 24 horas (M24), Memória 48 horas (M48) e Memória 1 semana (M1).

Nesta tabela podemos observar que: 1) os expoentes mnemônicos parecem diminuir, embora não sistematicamente, com o aumento do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de relembrar; 2) todos os expoentes mnemônicos são menores que o expoente perceptivo; 3) o desvio padrão médio, considerando todos os grupos mnemônicos (0.27), é maior que o desvio padrão médio do grupo perceptivo (0.23); 4) os coeficientes de determinação dos julgamentos mnemônicos diminuem com o aumento do intervalo de tempo e todos são menores que aquele do grupo perceptivo e 5) a amplitude de variação, isto é, a diferença entre as estimativas de magnitude máxima e a mínima dos grupos mnemônicos diminuem regularmente com o aumento do intervalo de tempo, e todas são menores que aquela dos julgamentos perceptivos.

Uma análise de variância aplicada aos expoentes individuais dos 7 grupos experimentais revelou que o efeito do grupo não atingiu um nível de significância ( $F(6.98) = 1.02$ ,  $p = 0.41$ ). Isto indica que a despeito da diminuição do expoente do “grupo perceptivo” para o “grupo de memória 1 semana”, a análise de variância não mostrou diferenças significativas entre os grupos experimentais. Porém, comparações *a posteriori* realizadas com o Teste t revelaram que o expoente perceptivo foi maior que o expoente de



**Figura 3:** Expoentes médios das funções psicofísicas para as estimativas de área e distância lembradas em função do intervalo de tempo transcorrido entre a fase de aquisição e a fase de lembrar.

memória 48 horas ( $t(28) = 2.19, p = 0.35$ ) e do expoente de memória 1 semana ( $t(28) = 2.40, p = 0.029$ ). Para as demais condições experimentais: memória 2 min., ( $t(28) = 1.30, p = 0.20$ ), memória 2 horas ( $t(28) = 0.97, p = 0.34$ ), memória 6 horas ( $t(28) = 0.28, p = 0.69$ ) e memória 24 horas ( $t(28) = 0.97, p = 0.34$ ), os expoentes de memória e perceptivo não foram significativamente diferentes entre si. A Figura 3 sumaria os valores dos expoentes para as estimativas de distância linear.

### ***Discussão geral***

#### ***Efeito da subdivisão em regiões geográficas***

Os resultados obtidos nos Experimentos 1 e 2 mostraram que a Lei de Stevens ou função de potência descreve adequadamente as estimativas

de memória e perceptiva de área e distância das três regiões geográficas divididas nestes experimentos. Porém, os dados obtidos categoricamente não corroboram a hipótese proposta por Kerst e Howard (1978, 1984) de que as estimativas de área ou de distância lembrada envolvem uma segunda transformação de potência idêntica àquela perceptiva original, de modo que o expoente lembrado seja aproximadamente igual ao quadrado do expoente perceptivo. Este Modelo Reperceptual prediz que para modalidades perceptivas onde o expoente é maior que 1.0 o de memória será maior que o perceptivo. Isto ocorreu apenas nas estimativas de distância para a região Sul-Sudeste. Para a região Nordeste, o expoente perceptivo foi maior que 1.0, porém o de memória foi menor que o perceptivo. Todavia, uma análise estatística mostrou que os expoentes não foram significativamente diferentes entre si. Isto pode ter ocorrido devido ao efeito da amplitude das regiões e da familiaridade com os estímulos da região Sul-Sudeste. Em outras palavras, quando as dimensões dos estímulos ou dos objetos usados como estímulos são muito familiares ao observador, espera-se que os julgamentos mnemônicos não sejam diferentes dos julgamentos perceptivos. O modelo também prediz que, para modalidades perceptivas onde os expoentes são menores que 1.0, os de memória serão também menores do que os perceptivos. No Experimento 1, isto ocorreu apenas para as estimativas de área da região Nordeste. Para as regiões Sul-Sudeste e Norte-Centro-Oeste, os expoentes médios obtidos para julgamentos perceptivos de área não foram diferentes daqueles de memória. No Experimento 2, o expoente perceptivo da região Nordeste foi maior que 1.0, e o de memória foi menor que o perceptivo.

O Modelo de Tendência Central de Julgamento prediz que o expoente de memória será menor que aquele perceptivo. Os resultados dos Experimentos 1 e 2 parecem fornecer um suporte maior para este modelo. A única exceção ocorreu com a região Sul-Sudeste, onde tanto para estimativas de área quanto para as de distância, os expoentes perceptivos foram ligeiramente menores que os de memória, mas sem serem estatisticamente diferentes entre si. De outro lado, de acordo com a hipótese alternativa que considera o efeito da amplitude dos estímulos, era esperado para julgamentos de área perceptiva ou mnemônica a seguinte relação

ordinal: Nordeste Sul-Sudeste Norte-Centro-Oeste. Porém a relação ordinal: obtida para julgamentos perceptivos foi Sul-Sudeste Nordeste Norte-Centro-Oeste e para julgamentos de memória foi Nordeste Sul-Sudeste Norte-Centro-Oeste. Apenas os julgamentos de memória de área é que se ajustam à hipótese alternativa. Também para área, as amplitudes de variação das estimativas foram todas menores para os julgamentos mnemônicos do que para os julgamentos perceptivos. Para julgamentos de distância a relação ordinal esperada tanto para percepção quanto para memória era: Nordeste Sul-Sudeste Norte-Centro-Oeste. Porém, a relação ordinal obtida para julgamentos perceptivos foi Nordeste Sul-Sudeste Norte-Centro-Oeste e para julgamentos mnemônicos foi Sul-Sudeste Nordeste Norte-Centro-Oeste. Apenas os julgamentos perceptivos de distância é que se ajustam à hipótese alternativa. Para esta modalidade, as amplitudes de variação das estimativas não foram menores para os grupos mnemônicos, exceto nas estimativas da região Norte-Centro-Oeste. Entretanto, a pouca variabilidade entre as distâncias físicas desta região, ou seja, o pequeno espaçamento entre os estímulos, provavelmente contribuiu para que as amplitudes das estimativas fossem bastante reduzidas para ambos os grupos experimentais, bem como fez com que os observadores não fossem capazes de dar estimativas numéricas monotonicamente crescentes para as diferentes distâncias lineares físicas. Em outras palavras, o julgamento das distâncias desta região envolveu mais um processo de discriminação entre distâncias do que de estimativas diretas relativas da magnitude psicológica das distâncias lineares.

Tomando juntos todos estes dados, podemos tentar explicar a diferença entre a função psicofísica de memória e a função psicofísica perceptiva sem necessariamente colocar os dados de acordo com um Modelo ou outro. Os dados mostram uma similaridade entre os processos perceptivos e mnemônicos e, portanto, podemos supor que a diferença reside no grau de processamento cognitivo de informação subjacente a cada processo de transformação de potência sobre os valores dos estímulos. Enquanto as estimativas perceptivas são efetuadas sobre os estímulos físicos reais, as de memória são efetuadas sobre as representações dos estímulos armazenados, pois a memória não tem acesso direto aos estímulos físicos. Portanto, pelo fato de os processamentos serem análogos

mas de graus diferentes, isto conduz a que os expoentes perceptivos, tanto de área quanto de distância geográfica, sejam maiores que aqueles mnemônicos. Cada tipo de julgamento (mnemônico ou perceptivo) produz uma função psicofísica de potência com um expoente característico. Os dados parecem sugerir a seguinte relação ordinal entre os expoentes das funções psicofísicas: percebido > lembrado. Esta relação ordinal parece representar diferenças na quantidade ou complexidade de processamento cognitivo requerido para produzir uma estimativa, o que conduz a funções psicofísicas com expoentes diferentes. Conduzem também a uma função psicofísica característica para cada tipo ou processo de julgamento, tal como ocorre para cada tipo de modalidade sensorial e/ou perceptiva. Parece que o processo de transdução cognitiva é diferente para cada processo de julgamento. Seguindo Krantz (1972), para quem toda estimativa de magnitude envolve fundamentalmente um julgamento comparativo ou relativo, podemos propor a hipótese que qualquer processo de estimação de um estímulo diretamente observável requer algum grau de processamento de informação, como, por exemplo, comparação com um estímulo padrão explícito ou implícito. Se isto ocorre realmente, podemos assumir que o processo de estimação de magnitude de um estímulo lembrado envolve um processamento de informação mais profundo e mais extensivo. Dito de outra forma, estimar magnitude de um estímulo lembrado requer trazer à memória ou recobrar alguma representação tanto do estímulo de comparação quanto do estímulo padrão, bem como a formação de um julgamento comparativo. Talvez, estas diferenças no processamento cognitivo de informação possam explicar porque os expoentes perceptivos são usualmente maiores que aqueles mnemônicos.

***O efeito do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de lembrar***

Os Experimentos 3 e 4 foram realizados com o propósito de verificar se os expoentes na condição de memória mudam em função do intervalo de tempo entre a exposição inicial e a tarefa de lembrar os estímulos. Os dados do Experimento 3 e 4 mostram claramente que os expoentes mnemônicos para julgamentos de área e distância

diminuem, embora não sistematicamente, com o aumento do intervalo de tempo. Em outras palavras, o aumento do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e o relembrar faz com que o expoente da função psicofísica para estimativas de memória diminua. Três outras tendências são bastante salientes nos dados destes dois experimentos. Primeiro, os desvios-padrão são maiores nas condições de memória do que na condição perceptiva. Segundo, os coeficientes de determinação são menores nas condições mnemônicas do que na condição perceptual. Terceiro, as amplitudes de variação das estimativas de magnitude diminuem com o aumento do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de relembrar, e todas são menores nas condições mnemônicas do que na condição perceptual.

Qual dos modelos propostos para explicar a diminuição do expoente mnemônico em relação ao expoente perceptual é apoiado pelos dados obtidos nestes dois experimentos? Aparentemente, os dados do Experimento 3, obtidos com estimativas de área, não nos permitem rejeitar o Modelo Reperceptual. Isto porque os expoentes obtidos com os intervalos de tempo de 2 min. e 2 horas são muito próximos daqueles esperados, supondo que o expoente mnemônico é igual ao quadrado do expoente perceptual. Para os outros intervalos de tempo os expoentes mnemônicos são substancialmente menores que aquele perceptivo, e diminuem gradativamente com o aumento do intervalo. Assim, os dados sugerem que o Modelo Reperceptual pode ser questionável em vários aspectos. Primeiro, o expoente de memória exibe uma tendência para diminuir com o aumento do intervalo de tempo, sugerindo que a relação aparente entre os expoentes de memória e perceptual encontrada previamente pode ter sido um artefato do intervalo de tempo utilizado. Esta tendência, em conjunto com os dados obtidos por Kemp (1988), Kerst, Howard e Gugerty (1987) e Hubbard (1990), não é plenamente explicada pelo Modelo Reperceptual. Segundo, os dados obtidos com estimativas de distância não correspondem às predições do Modelo Reperceptual, pois este prediz que uma modalidade com um expoente perceptual igual a 1.0 produziria um expoente de memória também igual a 1.0. Estas predições não foram confirmadas pelos dados do Experimento 4.

Dado que o Modelo Reperceptual é questionável, pode o Modelo da Tendência Central de Julgamento ou da Incerteza explicar os principais resultados obtidos nos Experimentos 3 e 4? De fato, as tendências dos dados são mais consistentes com o Modelo da Incerteza pelas seguintes razões: primeiro, os expoentes mnemônicos das estimativas de área e de distância são todos menores que o perceptual, e diminuem com o aumento do intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de relembrar; segundo, os desvios-padrão, e portanto a variância, são maiores nas estimativas mnemônicas do que nas estimativas perceptuais; terceiro, os coeficientes de determinação das funções psicofísicas mnemônicas são menores que aqueles das funções psicofísicas perceptuais, e diminuem com o aumento do intervalo de tempo; quarto, as amplitudes de variação das estimativas mnemônicas são menores que aquelas perceptivas e diminuem com o aumento intervalo de tempo. Assim, a incerteza que pode ser causada pelo esquecimento, ruídos aleatórios ou mesmo por interferência no sistema mnemônico, pode conduzir a uma redução do expoente de memória com o aumento do intervalo de tempo. Pode-se esperar que a influência destes fatores aumente com o aumento do intervalo de tempo, de modo que a variância, bem como o coeficiente de determinação, aumentariam com o aumento do intervalo de tempo.

Como mencionamos, uma explicação alternativa ao Modelo da Incerteza também pode explicar o declínio do expoente com o aumento do intervalo de tempo. Esta explicação alternativa supõe que a incerteza afetaria não a variância do expoente, ou o coeficiente de determinação da função psicofísica, mas a amplitude dos estímulos ou das respostas. Em outras palavras, o expoente mnemônico seria afetado pela incerteza, ou porque a incerteza atenua a amplitude de variação das estimativas que o sujeito poderia dar, ou porque a incerteza poderia aumentar a amplitude dos estímulos físicos. O resultado comum de ambas as hipóteses seria que, independentemente de se aumentar a amplitude do estímulo (aumentando o comprimento da abscissa) ou de se diminuir a amplitude da resposta (diminuindo o comprimento da ordenada), o expoente da função psicofísica diminuiria. Assim, a diferença entre os expoentes de memória e perceptual é apenas um caso especial do clássico princípio psicofísico do efeito da amplitude sobre as escalas psicofísicas, e não consequência

de qualquer fator especial de representação mnemônica ou perceptual *per se*.

Em resumo, os dados obtidos nos quatro experimentos descritos neste estudo parecem apoiar o Modelo da Incerteza como um subproduto ou caso especial do princípio psicofísico do efeito da amplitude sobre o expoente da função psicofísica. Dito de outra forma, podemos concluir que o processo de transdução cognitiva é diferente para estimativa perceptual e mnemônica, e que este processo parece ser afetado pelo intervalo de tempo entre a fase de aquisição e a fase de lembrar. Finalmente, os dados destes experimentos apóiam a sugestão de Bjorkman, Lundberg e Tarnblom (1960) de que a psicofísica pode ser estendida ao domínio da memória, pois relações sistemáticas entre a magnitude lembrada e a magnitude física dos estímulos têm sido usualmente encontradas.

SOUZA, F. F. & DA SILVA, J. A., Memory psychophysics: functional equivalence of memory and perceptual estimates. *Psicologia USP*, S. Paulo, v.4 n.1/2, p. 203 - 246, 1993.

**Abstract:** Four experiments were carried on to test the hypothesis of Reperceptual Model and the Central Tendency of Judgment Model. The subjects had to estimate: in Exp. 1 the area of Brazilian states; in Exp. 2 the linear distance from Brasilia to the states capitals using a map or by memory, after studying this map; in Exps. 3 and 4 areas or distances perceptually or after intervals of several durations. The results show that 1) Stevens' psychophysical law describes well both perceptual estimates and those made by memory; 2) the perceptual estimates have higher exponents than the memory estimates; 3) the exponents of memory estimates decrease irregularly with increasing time intervals; 4) the Central Tendency Model, and an alternative hypothesis which takes into account the amplitude of the stimuli, were favored by the central tendency of data obtained.

*Index terms:* Memory. Psychophysics. Apparent distance. Visual perception.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGOM, D.; CAIN, W.S. Chemosensory representation in perception and memory. In: BOLANOWSKI, S.J.; GESCHEIDER, G.A., eds. *Ratio scaling of psychological magnitude: a tribute to the memory of S.S. Stevens*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1991a. p.183-98.
- ALGOM, D.; CAIN, W.S. Remembered odors and mental mixtures: tapping reservoirs of olfactory knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v.17, n.4, p.1104-19, 1991b.
- ALGOM, D.; MARKS, L.E. Memory psychophysics for taste. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.27, n.3, p.257-9, 1989.
- ALGOM, D.; WOLF, Y.; BERGMAN, B. Integration of stimulus dimensions in perception and memory: composition rules and psychophysical relations. *Journal of Experimental Psychology: General*, v.114, n.4, p.451-71, 1985.
- BAIRD, J. *Psychophysical analysis of visual space*. London, Pergamon Press, 1970.
- BAIRD, J.C.; MERRILL, A.A.; TANNENBAUM, J. Studies of the cognitive representation of spatial relations: II. A Familiar environment. *Journal of Experimental Psychology: General*, v.108, n.1, p.92-8, 1979.
- BAIRD, J.C.; NOMA, E. *Fundamentals of scaling and psychophysics*. New York, John Wiley, 1978.
- BJORKMAN, M.; LUNDBERG, I.; TARNBLUM, S. On the relationship between percept and memory: a psychophysical approach. *Scandinavian Journal of Psychology*, v.1, p.136-44, 1960.
- BOLANOWSKI, S.J.; GESCHEIDER, G.A., eds. *Ratio scaling of psychological magnitude: a tribute to the memory of S.S. Stevens*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1991.
- BRADLEY, D.R.; VIDO, D. Psychophysical functions for perceived and remembered distance. *Perception*, v.13, n.3, p.315-20, 1984.
- BRATFISCH, O. A further study of the relation between subjective distance and emotional involvement. *Acta Psychologica*, v.29, p.244-55, 1969.
- BRATFISCH, O.; LUNDBERG, U. *Subjective distance and emotional involvement: experimental validation of the inverse square root law*. Stockholm, University of Stockholm, 1971. (Report from the Psychological Laboratory, University of Stockholm, n.332)
- CANTER, D.; TAGG, S.K. Distance estimation in cities. *Environment and Behavior*, v.7, n.1, p.59-80, 1975.

- CHEW, E.I.; RICHARDSON, J.T.E. The relationship between perceptual and memorial psychophysics. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.16, p.25-6, 1980.
- DA SILVA, J.A., Scales for perceived egocentric distance in a large open field: comparison of three psychophysical methods. *American Journal of Psychology*, v.98, p.119-44, 1985.
- DA SILVA, J.A.; FUKUSIMA, S.S.; DALAMANGAS, A.M.; MARQUES, S.L.; RUIZ, E.M. Psicofísica da Memória. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v.40, n.3, p.3-41, 1988.
- DA SILVA, J.A.; MACEDO, L. Efeitos de algumas variáveis experimentais sobre a invariância das escalas perceptivas. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v.35, n.2, p.48-70, 1983.
- DA SILVA, J.A.; MARQUES, S.L.; RUIZ, E.M. Subject differences in exponents of psychophysical power functions for inferred, remembered and perceived area. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.25, n.3, p.191-4, 1987.
- DA SILVA, J.A.; RUIZ, E.M.; MARQUES, S.L. Individual differences in magnitude estimates of inferred, remembered, and perceived, geographical distance. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.25, n.4, p.240-3, 1987.
- DA SILVA, J.A., SANTOS, R.A., SILVA, C.B. Análise psicofísica do espaço visual-teoria e pesquisa: Tributo a S.S. Stevens. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v.35, n.3, p.3-53, 1983.
- DORNIC, S. *Subjective distance and emotional involvement: a verification of the exponent invariance*. Stockholm, University of Stockholm, 1967. (Report from the Psychological Laboratory, University of Stockholm, n.237)
- EKMAN, G.; BRATFISCH, O. Subjective distance and emotional involvement: a psychophysical mechanism. *Acta Psychologica*, v.24, p.446-53, 1965.
- FANTINI, D.A. Magnitude estimations for seen and remembered distances. Paper presented at the *Annual Meeting of the American Psychological Association*, Anaheim, CA. August, 1983.
- FANTINI, D.A. Psychophysical functions for size judgments of seen and remembered circles. Paper presented at the Annual Meeting of the Eastern Psychological Association, Baltimore, April, 1984.
- GESCHEIDER, G.A. Psychophysical scaling. *Annual Review of Psychology*, v.39, p.169-200, 1988.
- HUBBARD, T.L. Cross-modality matching in mental psychophysics, 1991a. Manuscrito submetido à publicação.
- HUBBARD, T.L. Mental Psychophysics, 1991b. Manuscrito submetido à publicação.

- HUBBARD, T.L. Temporal aspects of mental psychophysics, 1990. Manuscrito submetido à publicação.
- KEMP, S. Memorial psychophysics for visual area: the effect of retention interval. *Memory and Cognition*, v.16, n.5, p.431-6, 1988.
- KERST, S.M.; HOWARD, J.H.; GUGERTY, L.J. Judgment accuracy in pair-distance estimation and map sketching. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.25, n.3, p.185-8, 1987.
- KERST, S.M.; HOWARD, J.H. Magnitude estimates of perceived and remembered length and area. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v. 22, n. 6, p. 517-20, 1984.
- KERST, S.M.; HOWARD, J.H. Memory psychophysics for visual area and length. *Memory and Cognition*, v.6, n.3, p.327-35, 1978.
- KRANTZ, D.H. A theory of magnitude estimation and cross-modality matching. *Journal of Mathematical Psychology*, v.9, p.68-99, 1972.
- KRUEGER, L.E. Reconciling Fechner and Stevens: toward a unified psychophysical law. *Behavioral and Brain Sciences*, v.12, n.2, p.251-320, 1989.
- LUNDBERG, U.; EKMAN, G. Geographical data as psychophysical stimuli. *Scandinavian Journal of Psychology*, v.13, n.2, p.81-8, 1972.
- MOYER, R.S. Comparing objects in memory: evidence suggesting an internal psychophysics. *Perception and Psychophysics*, v.13, p.180-4, 1973.
- MOYER, R.S.; BRADLEY, D.R.; SORENSEN, M.H.; WHITING, J.C.; MANSFIELD, D.P. Psychophysical functions for perceived and remembered size. *Science*, v.200, n.4339, p.330-2, 1978.
- MOYER, R.S.; SKLAREW, P.; WHITING, J. Memory psychophysics. In: GUSSLER, H.G.; PETZOLD, P., eds. *Psychophysical judgments and the process of perception*. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1982. p.35-46.
- OSAKA, N. Memory psychophysics for perceived length and area: a psychophysical approach to memory processes. *Faculty of letter Review*, v.17, p.15-28, 1983a.
- OSAKA, N. Memory psychophysics for perceived length and area. Paper presented at the Annual Meeting of the American Psychological Association, Anaheim, CA, 1983b.
- OSAKA, N. Memory psychophysics for pyridine smell scale. *Bulletin of the Psychonomic Society*, v.25, n.1, p.56-7, 1987a.
- OSAKA, N. Psicofísica mental para la longitud percibida, el area y los mapas geograficos: una aproximacion psicofísica a la representacion de la memoria visual. In: DA SILVA, J. A., ed. *Percepción y Psicofísica*. Bogota, Editorial ABC, 1987b. p.337-52.

- POULTON, E.C. The new psychophysics: six models for magnitude estimation. *Psychological Bulletin*, v.69, n.1, p.1-19, 1968.
- STEVENS, S.S. *Psychophysics: introduction to its perceptual, neural and social prospects*. New York, John Wiley, 1975.
- STEVENS, S.S. Perceptual magnitude and its measurements. In: CARTERRETE, E.C.; FRIEDMAN, N.P., eds. *Handbook of perception: psychophysical judgment and measurement*. New York, Academic Press, 1974. p.361-89.
- STEVENS, S.S.; GREEMBAUM, H.B. Regression effect in psychophysical judgment. *Perception and Psychophysics*, v.1, p.439-46, 1966.
- TEGHTSOONIAN, R. On the exponents in Stevens' Law and the constant in Elkan's Law. *Psychological Review*, v.78, p.71-80, 1971.
- TEGHTSOONIAN, R. Range effects in psychophysical scaling and a revision of Stevens' Law. *American Journal of Psychology*, v.86, n.1, p.3-27, 1973.
- TEGHTSOONIAN, R.; TEGHTSOONIAN, M. Range and regression effects in magnitude scaling. *Perception and Psychophysics*, v.24, n.4, p.305-14, 1978.
- WIEST, W.M.; BELL, B. Steven's exponent for psychophysical scaling of perceived, remembered, and inferred distance. *Psychological Bulletin*, v.98, n.3, p.457-70, 1985.