

CAPÍTULO 4

REPRESENTAÇÕES DO CONHECIMENTO BASEADAS NA PERCEPÇÃO

Os dois capítulos anteriores tratavam do processamento da informação na periferia do sistema cognitivo — em grande parte do sistema perceptivo e em algum grau do sistema de respostas. Agora vamos passar para a questão de como a informação é processada depois de ser percebida e entrar no sistema cognitivo. Fica evidenciado que a resposta a essa questão depende da maneira como as informações são representadas no sistema. Alguns tipos de **representações do conhecimento** tendem a preservar grande parte da estrutura da experiência perceptiva original. Este capítulo enfocará as **representações baseadas na percepção**; o foco do Capítulo 5 serão as **representações baseadas no significado**, que se abstraem dos detalhes perceptivos e codificam o significado da experiência.

Talvez mais do que qualquer outra coisa, o campo da psicologia cognitiva distingue-se do antigo behaviorismo pela afirmação de que existem representações internas de conhecimento nas quais a mente opera. Em parte refletindo o tumulto e a confusão criados na separação entre a psicologia cognitiva e o behaviorismo, tem havido uma grande controvérsia sobre a natureza das representações do conhecimento. Houve debates sobre que tipos de representações do conhecimento a mente contém e o que significam exatamente as diversas afirmações sobre representação do conhecimento. Com respeito às representa-

ções do conhecimento baseadas na percepção, que são o foco deste capítulo, esses debates diminuiram bastante na medida em que a conexão entre essas representações do conhecimento e os sistemas perceptivos se tornou clara. Os dois capítulos anteriores eram, em grande medida, relacionados com o processamento perceptivo das informações visuais e verbais. De modo correspondente, neste capítulo vamos nos ocupar da maneira pela qual as informações visuais e verbais são representadas e processadas na ausência de um estímulo perceptivo externo. O processamento dessas informações perceptivas internas é chamado de imaginação perceptiva, e muitos de nós podem relatar vívidas experiências fenomenológicas de imagens quando processamos essas informações. Por exemplo, quando as pessoas se imaginam “enfrentando o chefe” muitas vezes “vêm” vívidos detalhes do evento imaginado e “ouvem” as palavras faladas. Kosslyn (1995) afirmou que a função real da imaginação não são essas experiências fenomenológicas instigantes, e sim nos preparar para processar estímulos perceptivos externos e agir no mundo. Dessa maneira, essa imaginação pode ajudar a nos preparar para realmente enfrentarmos o chefe.

► O estudo das representações do conhecimento ocupa-se da maneira como organizamos e utilizamos as informações na memória de longo prazo.

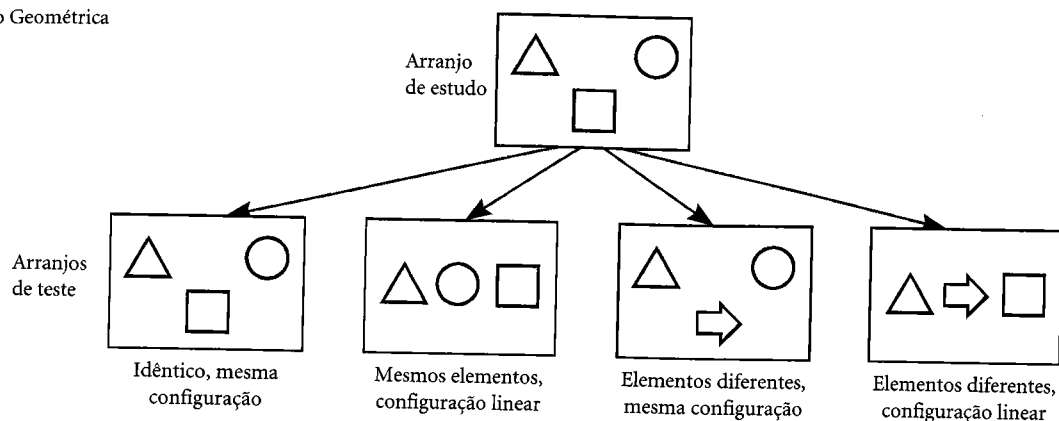
A TEORIA DO CÓDIGO DUPLO

Paivio (por exemplo, 1971, 1986) defendeu por muito tempo a **teoria do código duplo**, segundo a qual existem representações separadas para as informações verbais e visuais. Grande parte de suas evidências proveio de pesquisas que mostravam que a memória humana é melhor se a codificarmos visual e verbalmente. Por exemplo, pesquisadores descobriram que a memória para o material verbal é muito melhorada se pudermos desenvolver imagens visuais correspondentes ao material. Por exemplo, os sujeitos que vêem a frase *O cão perseguia a bicicleta* conseguirão lembrá-la melhor se formarem uma imagem correspondente à frase (Anderson & Bower, 1973, Capítulo 10). Em capítulos posteriores, discutiremos esses dados de memória em mais detalhes. Aqui, vamos considerar alguns experimentos que ilustram mais diretamente a diferença entre os dois tipos de representações.

COMPARAÇÕES ENTRE PROCESSAMENTO VERBAL E PROCESSAMENTO VISUAL

Um experimento levado a efeito por Santa (1977) ilustra bem a diferença entre as representações visual e verbal. As duas condições do experimento de Santa estão ilustradas na figura 4.1. Na condição geométrica (parte a) os sujeitos estudaram um arranjo de três objetos geométricos: dois objetos geométricos acima e um abaixo. Como mostra a figura, esse arranjo tinha a aparência de uma face — sem muito esforço, podemos ver olhos e uma boca. Depois que os participantes o estudaram, o arranjo foi retirado, e as pessoas foram imediatamente submetidas a um de um conjunto de testes. A tarefa dos sujeitos era verificar se o arranjo de teste continha os mesmos elementos, embora não necessariamente na mesma configura-

(a) Condição Geométrica



(b) Condição Verbal

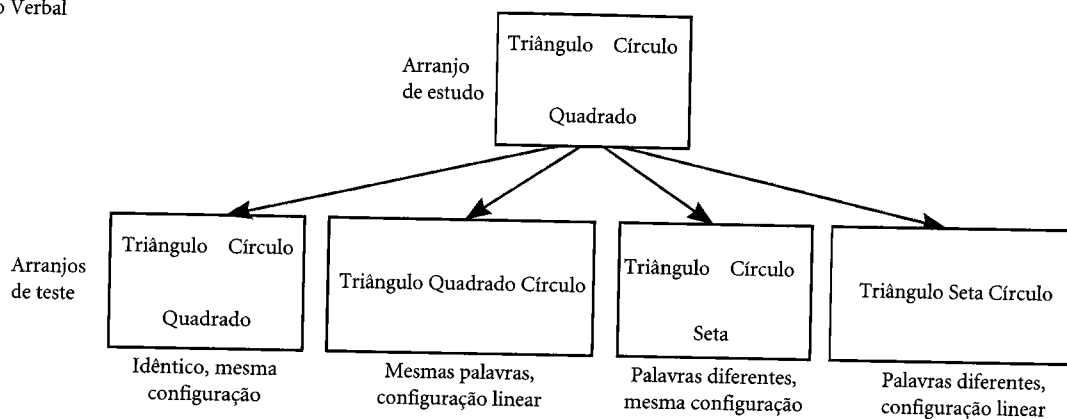


Fig. 4.1 Procedimento no experimento de Santa (1977). Os sujeitos estudavam um arranjo inicial e depois tinham de decidir se um arranjo de teste continha os mesmos elementos.

ção espacial, como o arranjo de estudo. Dessa maneira, os sujeitos deviam responder positivamente aos dois primeiros arranjos de teste e negativamente aos outros dois. O interesse estava centrado no contraste entre os dois arranjos positivos de testes. O primeiro arranjo era idêntico ao arranjo de estudo (a mesma condição de configuração), mas no segundo arranjo os elementos eram exibidos linearmente (condição da configuração linear). Santa previu que os sujeitos fariam um julgamento positivo mais rápido no primeiro caso, no qual a configuração era idêntica, uma vez que, segundo sua hipótese, a memória visual para o estímulo do estudo preservaria as informações espaciais. Os resultados relativos à condição geométrica são mostrados na figura 4.2. Como se pode ver, as previsões de Santa foram confirmadas. Os sujeitos foram mais rápidos quando o arranjo geométrico de testes preservava as informações da configuração no arranjo de estudo.

Os resultados da condição geométrica são mais significativos quando comparados aos resultados da condição verbal, ilustrados na figura 4.1b. Aqui, os sujeitos estudavam palavras arranjadas em configurações espaciais idênticas às dos objetos geométricos na condição geométrica. Entretanto, como envolvia palavras, o estímulo de

estudo não sugeria uma face nem tinha características pictóricas. Santa imaginou que os sujeitos codificariam o conjunto de palavras de acordo com a ordem normal de leitura, ou seja, da esquerda para direita e de cima para baixo. Assim, dado o arranjo de estudo, os sujeitos o codificariam como *triângulo*, *círculo*, *quadrado*. Prosseguindo o estudo, um dos arranjos de testes foi apresentado. Os sujeitos tinham de julgar se as palavras eram idênticas. Todos os estímulos de teste envolviam palavras, mas, por outro lado, apresentavam as mesmas possibilidades que os testes da condição geométrica. Em particular, os dois estímulos positivos exemplificam a condição de configuração igual e a condição de configuração linear. Observe que a ordem das palavras do arranjo linear é a mesma daquela em que Santa presumiu que os sujeitos codificariam o estímulo do estudo. Santa previu que, uma vez que tinham codificado as palavras linearmente a partir do arranjo de estudo, os sujeitos seriam mais rápidos quando o arranjo de testes fosse linear. Como ilustra a figura 4.2, suas previsões foram novamente confirmadas. As condições verbal e geométrica exibem acentuada interação.

Concluindo, o experimento de Santa indica que algumas informações visuais, tais como objetos geométricos,

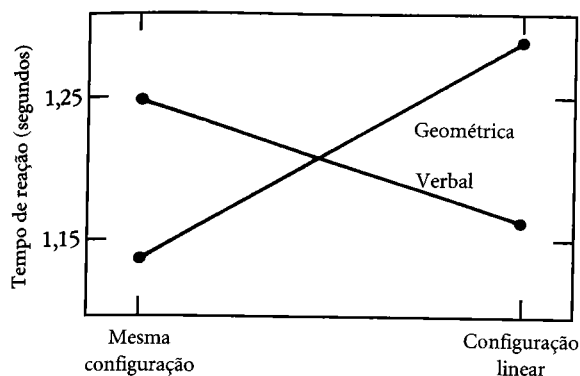


Fig. 4.2 Tempos de reação do experimento de Santa (1977), mostrando uma interação entre o tipo de material e a configuração de teste.

tendem a ser armazenadas de acordo com a posição espacial, enquanto outras informações, como palavras, tendem a ser armazenadas de acordo com a ordem linear.

Um tipo muito diferente de dados relativos às diferenças entre as representações visual e verbal provém das pesquisas de Roland e Friberg (1985). Esses pesquisadores tinham sujeitos que repetiam mentalmente letras de jingles ou exercitavam mentalmente a procura do caminho de suas casas e de ruas da vizinhança. Roland e Friberg mensuraram as modificações do fluxo sanguíneo em diversas partes do córtex. A figura 4.3 mostra as regiões do córtex esquerdo que foram ativadas por um processo mental e pelo outro. As letras R indicam áreas com atividade aumentada na tarefa espacial do caminho, e as letras J indicam áreas com atividade aumentada durante a tarefa do jingle verbal. Percebe-se que regiões neurais diferentes estão envolvidas quando processamos

informações verbais e quando processamos informações espaciais. Além disso, essas regiões neurais parecem ser as que estão envolvidas no processamento real de material falado e visto (em vez de imaginado). As áreas occipitais envolvidas na tarefa de encontrar o caminho são as mesmas áreas envolvidas na visão. Entre as áreas envolvidas na tarefa do jingle está a área de Broca, que, como vimos no Capítulo 1, desempenha um importante papel no processamento da fala. Dessa maneira, quando imaginamos informações em uma das duas modalidades, estamos usando as mesmas regiões neurais que seriam usadas na percepção desses materiais, como afirmava a hipótese de código duplo de Paivio.

► As informações verbais e visuais são processadas por diferentes partes do cérebro de diferentes maneiras.

A NATUREZA DAS REPRESENTAÇÕES DO CONHECIMENTO

Assim, vemos que diferentes tipos de informações são representados em diferentes regiões do cérebro. Embora as questões acerca da localização cerebral sejam importantes, o principal motivo pelo qual os psicólogos estão interessados na representação do conhecimento é que a maneira como a informação é representada pode afetar o modo como ela é processada. O estudo de Santa ilustra as diferentes maneiras pelas quais os diversos tipos de informações são processados.

Existe uma forte tentação para se fazer uma interpretação literal da maneira como essas imagens perceptivas são representadas. Poder-se-ia imaginar que existem imagens na cabeça que algum ser interno no cérebro examina, ou

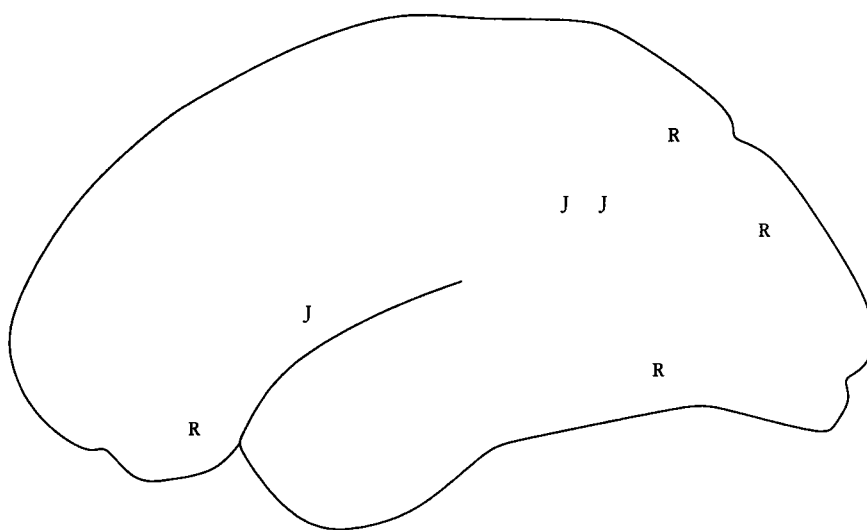


Fig. 4.3 Resultados de Roland e Friberg (1985) mostrando regiões do córtex esquerdo com aumento do fluxo sanguíneo ao se imaginar um jingle verbal (J) ou ao se imaginar um roteiro espacial (R).

que existe uma voz na cabeça que algum ser interno ouve. O ser interno mítico no interior do cérebro que vê e escuta é alvo de crítica pela psicologia cognitiva e é conhecido como homúnculo. O emprego desse conceito é reconhecido como uma falha da explicação científica, porque simplesmente substituiu a compreensão da cognição humana pela compreensão da cognição do homúnculo. Isso, certamente, pode conduzir a uma regressão infinita na qual existe um homúnculo dentro do homúnculo que vê imagens e ouve palavras e assim por diante.

Existem evidências que podem ser interpretadas como indicadores de que realmente existem “imagens na cabeça”. Por exemplo, como dissemos no primeiro capítulo, a área visual do córtex mantém uma representação topográfica do estímulo visual. A atividade no córtex corresponde à estrutura espacial do estímulo (veja, por exemplo, a figura 1.7). Entretanto, não existe um homúnculo olhando para a imagem na parte de trás do cérebro. Como já discutimos no Capítulo 1, a razão para a representação topográfica é que as áreas neurais que processam informações adjacentes podem interagir melhor porque estarão diretamente interligadas.

O segundo capítulo nos deu algumas idéias sobre a maneira como as informações visuais podem ser representadas na percepção. Por exemplo, vimos que existem determinadas células que representam linhas em locais e orientações específicos. Uma cena era representada por um padrão de ativação em tais células, onde as células codificavam diversas características da cena. Pode-se especular que, quando os sujeitos estão imaginando uma cena visual, existiria uma representação semelhante em termos de um padrão de ativação das células de características. Neste capítulo, vamos discutir algumas evidências neurais consistentes com essa conjectura. Kosslyn (1995) argumenta que, quando nos engajamos nessas imaginações, estamos basicamente evocando os mesmos mecanismos para processar informações geradas internamente que usamos na percepção para processar informações externamente apresentadas.

► As informações imaginadas são representadas e processadas da mesma maneira que as informações perceptivas são representadas e processadas.

IMAGINAÇÃO VISUAL E ESPACIAL

Muitas vezes, quando pensamos em uma cena ou em um objeto que não está mais presente, vemos uma imagem dessa cena ou desse objeto. As pessoas às vezes se referem a esse fato como “ver com os olhos da mente”. Nos últimos quarenta anos, foram feitas muitas pesquisas sobre a natureza das representações do conhecimento que estão por trás dessa imaginação visual; essas representações geralmente são chamadas de **imagens mentais**. O termo “imaginação” é usado com frequência como sinônimo de imaginação visual, embora uma pessoa possa ter também imaginações auditivas e táteis. Por conseguinte, denominamos a essa seção imaginação visual e espacial. Acrescentamos o modificador espacial porque, como veremos, algumas de nossas imaginações não são vinculadas à modalidade vi-

sual, e sim relacionadas de modo mais geral com a localização das coisas no espaço.

ROTAÇÃO MENTAL

Entre as pesquisas de maior influência sobre imagens mentais está a longa série de experimentos sobre **rotação mental** realizada por Roger Shepard e colegas. O primeiro experimento foi o de Shepard e Metzler (1971). Os sujeitos eram apresentados a pares de representações bidimensionais de objetos de três dimensões, como os da figura 4.4. A tarefa deles era determinar se os objetos eram idênticos exceto quanto à orientação. As duas figuras da parte a são idênticas; e as duas figuras da parte b também são idênticas entre si. Elas apenas estão apre-

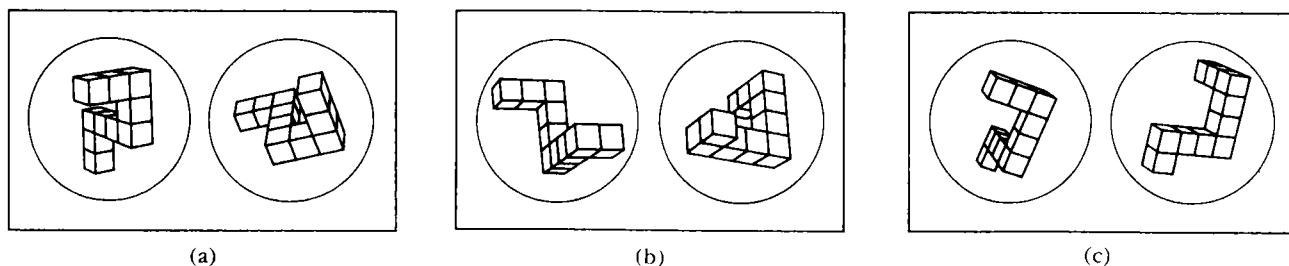


Fig. 4.4 Estímulos no estudo de Shepard e Metzler sobre a rotação mental (1971): (a) os objetos diferem em uma rotação de 80 graus no plano da figura; (b) os objetos diferem em uma rotação de 80 graus em profundidade; (c) o par não pode ser girado de maneira congruente. (De Metzler & Shepard, 1974.)

sentadas em orientações diferentes. Os sujeitos relataram que, para combinar as duas formas, giraram mentalmente um dos objetos de cada par até que ficasse congruente com o outro objeto. A parte c é um par enganoso: não há como girar um objeto de modo que fique idêntico ao outro.

Os gráficos da figura 4.5 mostram o tempo necessário para que os sujeitos decidissem se os membros dos pares, tais como os da figura 4.4a e b, eram idênticos. Os tempos de reação estão marcados como função da disparidade angular entre os dois objetos apresentados aos sujeitos. Essa disparidade angular representa quanto um objeto deveria ser girado para igualar a orientação do outro objeto. Observe que a relação é linear — para cada incremento na rotação, um incremento igual é exigido no tempo de reação. O tempo de reação é marcado para dois tipos diferentes de rotação. Um é relativo a rotações bidimensionais (figura 4.4a), que podem ser executadas no plano da figura (ou seja, girando-se a página); o outro é relativo a rotações em profundidade (figura 4.4b), que exigem que o sujeito gire o objeto para dentro da página. Observe que as duas funções são muito semelhantes. Processar um objeto em profundidade (em três dimensões) não parece levar mais tempo do que o processamento no plano da figura. Portanto, os sujeitos devem operar em representações tridimensionais dos objetos na condição do plano da figura e na condição da profundidade.

Esses dados parecem indicar que os sujeitos giram o objeto em um espaço tridimensional dentro da cabeça. Quanto maior o ângulo da disparidade entre os dois objetos, mais tempo os sujeitos levam para completar a rotação. É claro que os sujeitos não estão girando de verdade um objeto na cabeça. Entretanto, qualquer que

seja o verdadeiro processo mental, esse fato parece ser análogo à rotação física.

Registros neurais de macacos forneceram algumas indicações sobre a representação neural durante a rotação mental. Georgopoulos, Lurito, Petrides, Schwartz e Massey (1989) fizeram com que macacos executassem uma tarefa na qual tinham de movimentar uma alavanca em determinado ângulo sob um dado estímulo. Por exemplo, se os macacos tivessem de movimentar a alavanca 90 graus para a esquerda e o estímulo aparecesse às 12 horas, teriam de movimentar a alavanca para as 9 horas. Se o estímulo surgisse às 6 horas, tinham de movimentar a alavanca para as 3 horas. Quanto maior fosse o ângulo, mais tempo os macacos levavam para iniciar o movimento, sugerindo que essa tarefa envolvia um processo de rotação mental. Georgopoulos et al. fizeram registros a partir de células do córtex motor que dispararam quando um macaco realiza um determinado movimento. Quando o macaco não precisa modificar a direção mas apenas se movimenta em certa direção, diferentes células são estimuladas para movimentos em diferentes direções. Quando o macaco tem de mudar a direção, Georgopoulos et al. observaram que diferentes células eram estimuladas em diferentes momentos durante a mudança. No início de uma prova de mudança, quando o estímulo é apresentado, eles observaram que as células que eram mais estimuladas estavam associadas a um movimento na direção do estímulo. Entretanto, no final de uma prova de mudança, quando o macaco movimentava a alavanca, observaram atividade máxima nas células associadas ao movimento. Entre o início e o final da prova, as células que representavam direções intermediárias estavam ativas ao máximo. Isso sugere que a rotação mental envolve mudanças gradu-

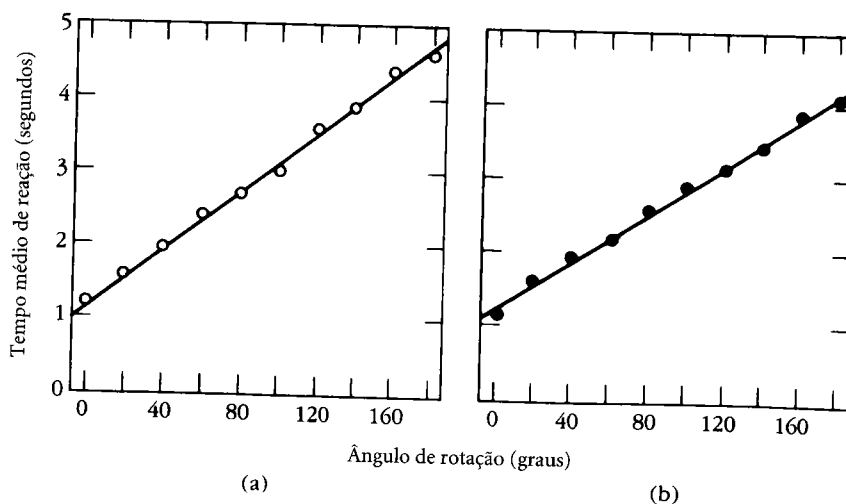


Fig. 4.5 Tempo médio para se determinar que dois objetos têm a mesma forma tridimensional como função da diferença angular em suas orientações retratadas. (a) Marcação dos pares que diferem por uma rotação no plano da figura. (b) Marcação dos pares que diferem por uma rotação em profundidade. (De Metzler & Shepard, 1974.)

ais de estimulação das células que codificam o estímulo inicial para as células que codificam o estímulo transformado. Vimos no Capítulo 2 que as células visuais são sensíveis à localização e à direção. A rotação pode envolver uma mudança gradual na atividade das células que representam as diversas posições.

Pode parecer estranho fazer conexão entre a atividade de células do córtex motor, que é onde Georgopoulos et al. estavam registrando, e a rotação de uma imagem visual. Entretanto, Deutsch, Bourbon, Papanicolaou e Eisenberg (1988) observaram que, quando seres humanos realizam uma rotação mental, existe uma ativação nas áreas frontal e parietal do córtex associadas ao planejamento motor e à execução. Kosslyn (1995) sugere que a rotação mental normalmente é realizada na preparação de ações motoras quando alguém tem de lidar com um objeto em uma posição incomum. Por exemplo, se vemos uma faca precisamos imaginar como girar a mão para alcançá-la de modo a segurá-la pelo cabo. Kosslyn afirma que o motivo pelo qual a imagem mental deve passar pelas posições intermediárias é que nossos membros devem passar por essas localizações intermediárias ao lidar com os objetos.

▶ Quando têm de mudar a orientação de uma imagem mental para fazer uma comparação, os sujeitos a fazem girar pelas posições intermediárias até que ela atinja a orientação desejada.

ESCAANEAMENTO DE IMAGENS

Uma coisa que com frequência fazemos com as imagens mentais é escaneá-las em busca de alguma informação importante. Por exemplo, quando as pessoas são interrogadas sobre quantas janelas existem em suas casas, muitas informam que passam visualmente pela casa enquanto contam as janelas. Os pesquisadores têm estado interessados no grau em que as pessoas estão realmente escaneando representações perceptivas nessas tarefas em vez de apenas recuperar informações abstratas.

Brooks (1968) realizou uma importante série de experimentos sobre o escaneamento de imagens visuais. Ele fez com que os sujeitos escaneassem diagramas imaginados como o da figura 4.6. Por exemplo, o sujeito devia escanear ao redor de um bloco F imaginário a partir de um ponto inicial prescrito e numa direção prescrita, classificando cada canto como um ponto no topo ou na parte de baixo (indicado como uma resposta afirmativa) ou como um ponto intermediário (indicado como uma resposta negativa). No exemplo, a sequência correta de respostas é sim, sim, sim, não, não, não, não, não, não, sim. Para uma tarefa de contraste não-visual, Brooks também apresentou aos sujeitos frases como *Um pássaro na mão não está no bosque*. Os sujeitos tinham de examinar essa frase enquanto a mantinham na

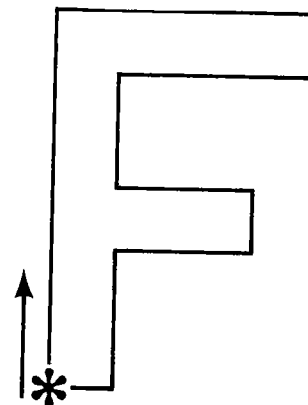


Fig. 4.6 Exemplo de um diagrama de bloco simples usado por Brooks (1968) para estudar o escaneamento de imagens mentais. O asterisco e a seta mostravam aos sujeitos o ponto inicial e a direção para o escaneamento da imagem. (Copyright © 1968 da Canadian Psychological Association. Reproduzido com permissão.)

memória, classificando cada palavra como um substantivo ou não. Uma segunda variável experimental era a maneira como os sujeitos davam suas respostas. Os sujeitos diziam (1) sim e não; (2) batiam levemente com a mão esquerda para sim e com a mão direita para não; ou (3) apontavam para os sucessivos Y ou N em uma folha, como a da figura 4.7. As duas variáveis do material de estímulo (diagrama ou frase) e os modos de resposta eram cruzados para produzir seis condições.

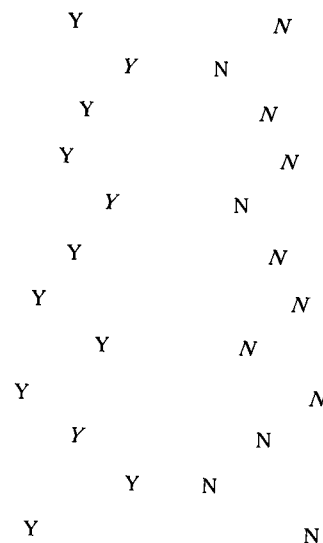


Fig. 4.7 Uma amostra de planilha de saída da condição de pontos em Brooks (1968) para escaneamento de imagens mentais. As letras estão espalhadas para forçar uma cuidadosa monitoração visual dos pontos. (Copyright © 1968 Canadian Psychological Association. Reproduzido com permissão.)

A Tabela 4.1 mostra os resultados do experimento de Brooks em termos do tempo médio gasto na classificação das frases ou diagramas em cada condição de resposta. O resultado importante para nossas propostas é que os sujeitos levaram muito mais tempo nos diagramas na condição de apontar do que em qualquer outra condição. No caso das frases foi diferente. Aparentemente, escanear uma planilha como a da figura 4.7 conflitava com o escaneamento de um arranjo mental. Dessa maneira, esse resultado reforça bastante a conclusão de que, quando os sujeitos estão escaneando um arranjo mental, estão escaneando uma representação análoga a um arranjo físico. Exigir que o sujeito se envolva simultaneamente em uma ação de escaneamento conflitante sobre um arranjo físico externo causa uma grande interferência no escaneamento mental.

Há quem pense que o resultado encontrado por Brooks tenha sido resultado do conflito entre o envolvimento em uma tarefa visual de apontar e o escaneamento de uma imagem visual. Entretanto, os resultados subsequentes deixam claro que a interferência não é devida ao caráter visual da tarefa. Em vez disso, o problema é espacial e não especificamente visual, surgindo das direções conflitantes nas quais os sujeitos tinham de escanear o arranjo físico e a imagem mental. Por exemplo, em um outro experimento, Brooks encontrou evidências de interferências semelhantes quando os sujeitos tinham os olhos fechados e indicavam sim ou não escaneando com os dedos um conjunto de *Ys* e *Ns* elevados, como na figura 4.7. Nesse caso os estímulos reais eram táteis, e não visuais. Assim, o conflito é espacial e não visual.

Baddeley e Lieberman (citados em Baddeley, 1976) realizaram um experimento que apóia fortemente a idéia de que a natureza da interferência na tarefa de Brooks é espacial em vez de visual. Aos sujeitos era solicitado que executassem duas tarefas simultaneamente. Todos os sujeitos executaram a tarefa de imagens de letras de Brooks. Contudo, os sujeitos de um grupo simultaneamente monitoravam uma série de estímulos de dois possíveis brilhos. Os sujeitos tinham de pressionar uma tecla sempre que o estímulo mais brilhante aparecia. Essa tarefa envolvia o processamento de informações visuais, mas não de informações espaciais. Os sujeitos da outra condição eram vendados e sentados em frente a um pêndulo balouçante. O pêndulo emitia um som e con-

tinha uma fotocélula. Os sujeitos eram instruídos a tentar manter o feixe de luz de uma lanterna no pêndulo balouçante. Sempre que estavam no alvo, a fotocélula fazia com que o som mudasse de frequência, proporcionando assim um feedback auditivo. Esse teste envolvia o processamento de informações espaciais, mas não de informações visuais. A tarefa de acompanhamento auditivo espacial gerava maior dificuldade na tarefa de escaneamento da imagem do que na tarefa de julgamento do brilho. Esse resultado também indica que a natureza da dificuldade na tarefa de Brooks era espacial e não visual.

► As pessoas sofrem interferência para escanear uma imagem visual se tiverem que se envolver simultaneamente no processamento conflitante de uma estrutura espacial no seu ambiente.

COMPARAÇÃO DE QUANTIDADES VISUAIS

Um grande número de pesquisas focalizou a maneira como os sujeitos julgam os detalhes visuais dos objetos em suas imagens mentais. Uma linha de pesquisa solicitou aos sujeitos que discriminassem objetos quanto a algumas dimensões como o tamanho. Essa pesquisa mostrou que, quando os sujeitos tentam discriminar dois objetos, o tempo que levam para fazer essa discriminação diminui continuamente à proporção que a diferença de tamanho entre os dois objetos aumenta.

Moyer (1973) levou a efeito um experimento ilustrando esse efeito de latência sobre o julgamento do tamanho. Ele estava interessado na rapidez com que os sujeitos podiam julgar o tamanho relativo de dois animais a partir da memória. Por exemplo, *O que é maior: um alce ou uma barata?* e *O que é maior: um lobo ou um leão?* Muitas pessoas relatam que, ao fazer esses julgamentos, especialmente quanto aos itens semelhantes em tamanho, vêem imagens dos dois objetos e parecem comparar o tamanho dos objetos em suas imagens.

Moyer também solicitou aos sujeitos que avaliassem o tamanho absoluto desses animais. Ele marcou o tempo de reação para fazer um julgamento da comparação mental do tamanho entre dois animais como função da diferença entre os tamanhos estimados deles. A figura 4.8 reproduz esses dados. Os pontos individuais representam comparações entre pares de itens. De modo geral, os tempos de julgamento diminuem à proporção que a diferença no tamanho estimado aumenta. O gráfico mostra que existe uma relação perfeitamente linear entre a escala das abscissas e a escala das ordenadas. Observe, entretanto, que nas abscissas as diferenças foram plotadas com base logarítmica. Ou seja, se S_1 é o tamanho do animal maior (animal 1) e S_2 é o tamanho do animal menor (animal 2), o que é marcado na abscissa é

TABELA 4.1 TEMPOS MÉDIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE BROOKS, 1968

Material de Estímulo	Resposta, em segundos		
	Apontar	Bater	Vocalizar
Diagramas	28,2	14,1	11,3
Frases	9,8	7,8	13,8

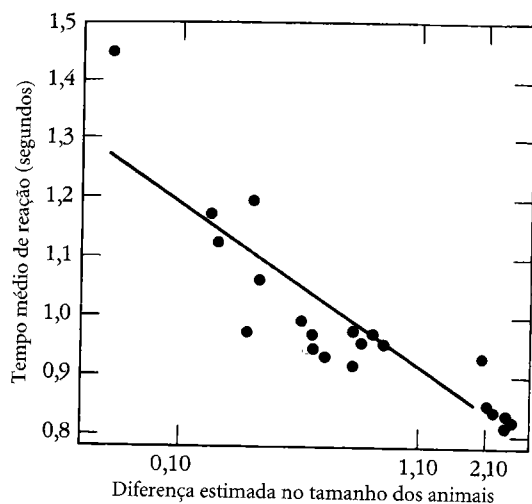


Fig. 4.8 Resultados de Moyer (1973): tempo médio para se julgar qual de dois animais é o maior como função da diferença estimada de tamanho dos dois. A medida da diferença é marcada no eixo das abscissas em escala logarítmica.

$\log(S_1 - S_2)$. Uma escala logarítmica de diferenças torna grandes as distâncias entre pequenas diferenças relativamente às mesmas distâncias entre grandes diferenças. Dessa maneira, o relacionamento linear na figura significa que o aumento da diferença de tamanho tem efeito diminuído sobre o tempo de reação.

De modo significativo, muitos resultados semelhantes são obtidos quando os sujeitos fazem comparações de grandezas físicas reais. Por exemplo, Johnson (1939)

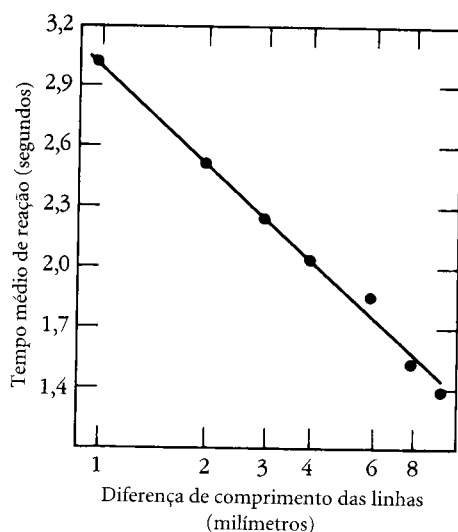


Fig. 4.9 Resultados de Johnson (1939): tempo médio para julgar qual de duas linhas é maior como função da diferença de comprimento das linhas. A medida da diferença é marcada no eixo das abscissas em escala logarítmica.

solicitou aos sujeitos de uma pesquisa que julgassem quais de duas linhas apresentadas simultaneamente era a maior. A figura 4.9 registra o tempo de julgamento dos sujeitos como função do logaritmo da diferença dos comprimentos das linhas. Novamente, obteve-se uma relação linear. É razoável esperar que julgamentos perceptivos levem mais tempo quanto mais semelhantes forem as quantidades que estiverem sendo comparadas, já que a discriminação acurada é mais difícil em tais circunstâncias. O fato de que funções semelhantes são obtidas quando objetos mentais são comparados indica que fazer comparações mentais implica dificuldades de discriminação semelhantes àquelas que as comparações perceptivas implicam.

Assim como acontece com as figuras, os sujeitos experimentam maior dificuldade em julgar o tamanho relativo de duas imagens que são semelhantes em tamanho.

DOIS TIPOS DE IMAGINAÇÃO

Revisamos a pesquisa de Brooks que indica que as pessoas são sensíveis à estrutura espacial de suas imagens e a pesquisa de Moyer que mostra que as pessoas processam detalhes visuais como o tamanho. A distinção entre atributos espaciais e visuais das imagens se mostrou importante em pesquisas recentes. As representações espaciais não são vinculadas à modalidade visual, mas pode-se ter acesso a elas pelo tato ou pela audição. Parece existir uma representação espacial comum que pode receber informações de qualquer modalidade. Por outro lado, certos aspectos da experiência visual, como a cor, são exclusivos da modalidade visual e parecem ser completamente diferentes das informações espaciais. Intuitivamente, a imaginação parece envolver componentes espaciais e componentes visuais.

Farah, Hammond, Levine e Calvanio (1988) forneceram evidências de que podem existir ambos os tipos de imaginação — os que envolvem as propriedades visuais e os que envolvem as propriedades espaciais. Nos Capítulos 1 e 2, observamos que as tarefas que envolviam o reconhecimento de objetos e padrões visuais pareciam ser executadas no lobo temporal, enquanto as tarefas visuais ou táteis que envolviam a localização de objetos tendiam a ser executadas no lobo parietal. Farah et al. afirmam que essas mesmas regiões do córtex são usadas nas tarefas de imaginação que não envolvem qualquer estímulo externo. Afirmam ainda que as tarefas de imaginação que envolvem julgamentos espaciais são executadas nas regiões parietais e não mostram efeitos específicos da modalidade. Ao contrário disso, as tarefas de imaginação que exigem acesso a detalhes visuais são executadas na região temporal e mostram efeitos específicos da modalidade.

Farah et al. fornecem alguns dados de apoio que foram coletados de um sujeito que sofreu uma lesão temporal bilateral. Compararam seu desempenho em uma ampla variedade de tarefas de imaginação ao desempenho de sujeitos normais. Observaram que ele só tinha problemas em um subconjunto dessas tarefas, nas quais ele tinha de fazer julgamentos sobre cores (Qual é a cor de uma bola de futebol?), em que ele tinha de julgar tamanhos (O que é maior: um pirulito ou um maço de cigarros?), em que ele tinha de julgar o comprimento da cauda de animais (O canguru tem rabo longo?), e em que ele tinha de julgar se dois estados dos Estados Unidos tinham formas semelhantes. Ao contrário disso, ele não demonstrava qualquer déficit nas tarefas que pareciam envolver um volume substancial de processamento espacial — rotação mental, escaneamento de imagens, escaneamento de letras (como na figura 4.7), ou julgamentos sobre a localização de um estado em relação a outro. Assim, a lesão temporal parecia afetar somente as tarefas de imaginação que exigiam acesso a detalhes visuais e não as que exigiam julgamentos espaciais. Parecia que as informações espaciais podem ser representadas de uma maneira independente de modalidade durante a imaginação, mas que temos um sistema de imaginação separado que entra em ação quando temos de processar informações distintamente visuais.

As evidências neuropsicológicas sugerem que diferentes áreas do cérebro podem ser responsáveis pelo suporte de aspectos espaciais e visuais da imaginação.

AS IMAGENS VISUAIS SÃO COMO A PERCEPÇÃO VISUAL?

Uma questão significativa diz respeito ao grau ao qual as imagens visuais são semelhantes à percepção visual. Em um experimento, Finke, Pinker e Farah (1989) solicitaram aos sujeitos que criassem imagens mentais e depois fizessem uma série de transformações dessas imagens. Aqui estão dois exemplos de problemas que eles leram para seus sujeitos:

- Imagine uma letra maiúscula N. Trace uma linha diagonal do canto superior direito ao canto inferior esquerdo. Agora gire a figura 90 graus para a direita. O que você está vendo?
- Imagine uma letra maiúscula D. Gire a figura 90 graus à esquerda. Agora coloque uma letra maiúscula J na parte inferior. O que você está vendo?

Os sujeitos fechavam os olhos e tentavam imaginar essas transformações à proporção que elas eram lidas para eles. Os sujeitos eram capazes de reconhecer suas imagens compostas exatamente como se tivessem sido

apresentadas a eles. No primeiro caso eles viam uma ampolheta, no segundo caso um guarda-chuva. A capacidade para executar essas tarefas ilustra uma importante função da imaginação que nos capacita a construir novos objetos em nossas mentes e examiná-los. É exatamente esse tipo de síntese visual que os engenheiros estruturais ou arquitetos têm de executar quando projetam novos artefatos.

O estudo de Finke et al. mostra que podemos fazer julgamentos sobre objetos imaginados e chegar às mesmas conclusões a que chegamos com os julgamentos que podemos fazer sobre objetos vistos. Entretanto, esses objetos imaginados são realmente como os mesmos objetos vistos? Os pesquisadores têm feito estudos para ver se propriedades sutis associadas à percepção visual também são reproduzidas para imagens mentais. Por exemplo, Wallace (1984) fez um experimento que envolvia apresentar aos sujeitos os estímulos da figura 4.10a ou os da 4.10b. Na parte b, foi solicitado aos sujeitos que imaginassem um V invertido sobreposto a duas retas horizontais de modo que a imagem mental tivesse os mesmos componentes que o estímulo físico da parte a. Os sujeitos em ambas as condições tiveram que avaliar o comprimento das duas retas horizontais. Os sujeitos na parte a avaliaram a linha superior como maior, embora não o fosse. Isso reproduz uma ilusão clássica de percepção visual conhecida como ilusão de Ponzo (Berbaum & Chung, 1981). Os sujeitos da condição de imaginação, diante apenas das duas retas da parte b, avaliaram a linha superior como mais longa e pelo mesmo valor. Assim, parece que o sistema de imaginação pode reproduzir uma ilusão visual detalhada, corroborando a aparente equivalência entre a imaginação e a percepção.

Chambers e Reisberg (1985) relataram um estudo que parecia indicar que existiam diferenças entre ter uma imagem e realmente ver o objeto. Sua pesquisa parece envolver o processamento de figuras reversíveis como é o caso do pato-coelho mostrado na figura 4.11. A figura foi apresentada rapidamente aos sujeitos e lhes foi pedido que formassem uma imagem da mesma. Os sujeitos tinham tem-

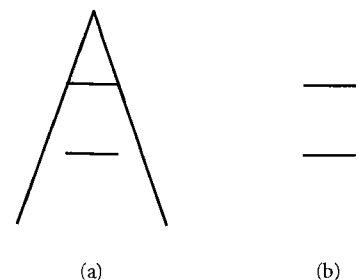


Fig. 4.10 Figuras usadas por Wallace (1984) para estudar a ilusão de Ponzo na imaginação. (Reproduzido com permissão da Psychonomic Society, Inc.)

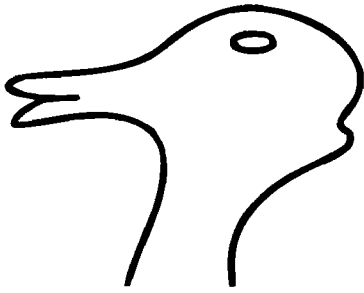


Fig. 4.11 A figura ambígua pato-coelho. (De Chambers & Reisberg, Copyright © (1985) pela American Psychological Association. Reproduzido com permissão. APA não se responsabiliza pela exatidão da tradução.)

po suficiente apenas para formar uma interpretação da figura antes que esta fosse retirada, mas lhes era solicitado que tentassem encontrar uma segunda interpretação da imagem. Os sujeitos não foram capazes de fazer isso. Em seguida, foi pedido que desenhassem a imagem no papel para ver se, então, podiam reinterpretá-la. Nessa circunstância, eles foram bem-sucedidos. Isso sugere que as imagens visuais diferem de figuras quanto ao fato de estarem comprometidas com uma determinada interpretação.

Mais recentemente, contudo, Peterson, Kihlstrom, Rose e Gilsky (1992) foram capazes de fazer com que os sujeitos revertessem imagens dando-lhes instruções mais explícitas. Por exemplo, podia ser dito aos sujeitos como reverter para outra figura ou lhes davam instruções para considerar a parte de trás da cabeça do animal em suas imagens como a parte da frente da cabeça de outro animal. Dessa maneira, parece ser mais difícil reverter uma imagem do que uma figura, mas ambas podem ser re-

vertidas. De modo geral, parece mais difícil processar uma imagem do que o estímulo real. Se for dada a escolha, as pessoas quase sempre preferem processar a imagem real de uma situação do que imaginá-la. Por exemplo, os jogadores de Tetris preferem girar as formas na tela para encontrar uma orientação apropriada do que girá-las na cabeça (Kirsh & Maglio, 1994).

Além dos dados comportamentais que revimos indicando a semelhança entre percepção e imaginação, existem agora dados neurais sobre imagens. Por exemplo, Kosslyn, Alpert, Thompson, Maljkovic, Weise, Chabris, Hamilton, Rauch e Buonanno (1993) compararam imaginação e percepção. Eles fizeram com que os sujeitos vissem letras de blocos ou as imaginassem. Eles mensuraram a atividade no córtex visual primário (área 17 do mapa do cérebro na capa interna) utilizando a metodologia PET descrita no Capítulo 1. Essa é a área em que a informação visual alcança primeiro o cérebro a partir das estruturas subcorticais e está envolvida na percepção de níveis relativamente baixos. Em outro estudo, solicitaram aos sujeitos que imaginassem letras grandes e letras pequenas. Na condição de pequenas, a atividade no córtex visual ocorria em uma região posterior mais próxima de onde o centro do campo visual é representado (lembre-se de que o campo visual é topograficamente representado). Isso devia fazer sentido porque uma imagem pequena deveria estar mais concentrada no centro do campo visual.

Le Bihan, Turner, Zeffiro, Cuenod, Jezzard e Bonnerot (1993) encontraram evidências semelhantes utilizando a tecnologia de fMRI também descrita no Capítulo 1. Aos sujeitos eram mostrados padrões, ou solicitavam-se que os imaginassem. Eles registravam a partir do mesmo córtex visual primário que Kosslyn et al. estudaram. A figura 4.12 mostra os resultados em termos da atividade

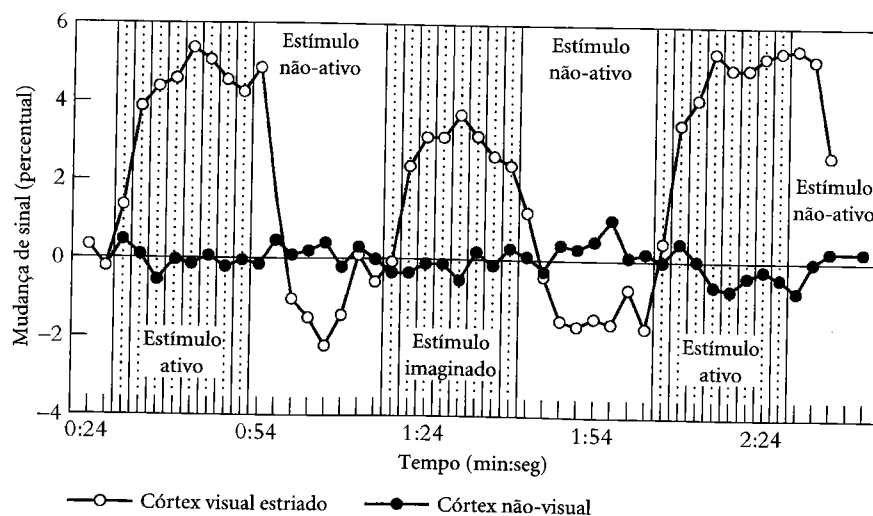


Fig. 4.12 Gráfico da atividade no decorrer do tempo no córtex estriado medida pela MRI, como função da atividade do sujeito. O grau de ativação quando o estímulo é imaginado é muito semelhante ao grau de ativação quando o estímulo está presente.

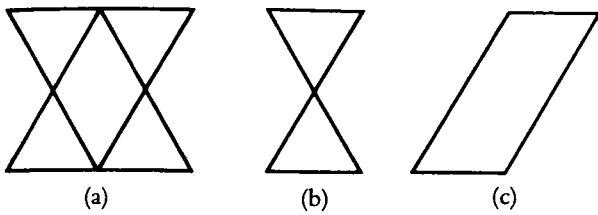


Fig. 4.13 Formas usadas por Reed nos seus estudos concernentes aos componentes de imagens. As formas (b) e (c) estão inteiramente contidas na forma (a). Entretanto, os sujeitos parecem ver a forma (b) como parte da forma (a) com maior facilidade do que a forma (c) como parte da forma (a). (De Reed, 1974.)

de cortical medida pela fMRI. Quando os sujeitos imaginam o estímulo, ocorre quase tanta ativação como quando o estímulo está presente. Esse estudo e o de Kosslyn et al. apontam para o envolvimento do processamento visual básico nas imagens mentais.

As imagens visuais compartilham muitas propriedades com os produtos da percepção visual, mas não é tão fácil reinterpretar as imagens visuais como figuras reais.

ESTRUTURA HIERÁRQUICA DAS IMAGENS

As imagens mentais complexas tendem a ser organizadas em pedaços que representam partes de uma estrutura completa. Observe a figura 4.13a, que ilustra essa questão. Reed apresentou essas formas aos sujeitos de um estudo e pediu-lhes que mantivessem em mente as imagens das formas (Reed, 1974; Reed & Johnsen, 1975). A forma foi retirada e partes dela foram apresentadas aos sujeitos, como mostra a figura 4.13b e c. Os sujeitos foram capazes de identificar a forma b como parte da forma em 65% das vezes, mas só tiveram sucesso com a forma c em 10%

dos casos. O motivo dessa diferença era que a imagem da forma a que os sujeitos guardavam consistia em partes tais como a forma b, mas não como a forma c. Como já observamos antes em relação ao experimento de Palmer (ver figura 2.13), a entrada a partir da percepção visual tem uma organização hierárquica semelhante.

Imagens complexas podem ser formadas a partir de uma hierarquia de unidades. Por exemplo, a figura 4.14 ilustra uma das possíveis decomposições hierárquicas da figura 4.13a. Pode-se considerar que ela é composta de duas figuras de ampulhetas, sendo essas compostas por dois triângulos. Além disso, as próprias imagens dos triângulos consistem em unidades — ou seja, retas. O termo *chunk** é muito usado em psicologia cognitiva para indicar uma unidade da representação do conhecimento como o triângulo (por exemplo, Miller, 1956; Simon, 1974). Em um nível, um *chunk* combina um número de unidades primitivas. Em outro nível, é uma unidade básica numa estrutura maior. Os sujeitos que dispunham de uma representação hierárquica da figura seriam capazes de reconhecer rapidamente a figura 4.13b porque ela é um subconjunto da sua imagem.

Em outro esforço de pesquisa mostrando evidências da organização hierárquica de imagens espaciais, McNamara, Hardy e Hirtle (1989) fizeram sujeitos entrarem em uma sala de 20 × 22 pés** e tentarem memorizar a localização dos vinte e oito objetos ilustrados na figura 4.15. Por meio de diversas mensurações eles foram capazes de mostrar que os sujeitos subdividiram todo o espaço em subáreas e formaram subimagens dos objetos de uma determinada subárea. Por exemplo, os sujei-

*O termo “*chunk*” refere-se a uma quantidade de informações agrupadas que são acenadas como um “pedaço” maior. (nota do revisor técnico)

**Unidade de comprimento anglo-saxão equivalente a aproximadamente 30,48cm. (nota do revisor técnico)

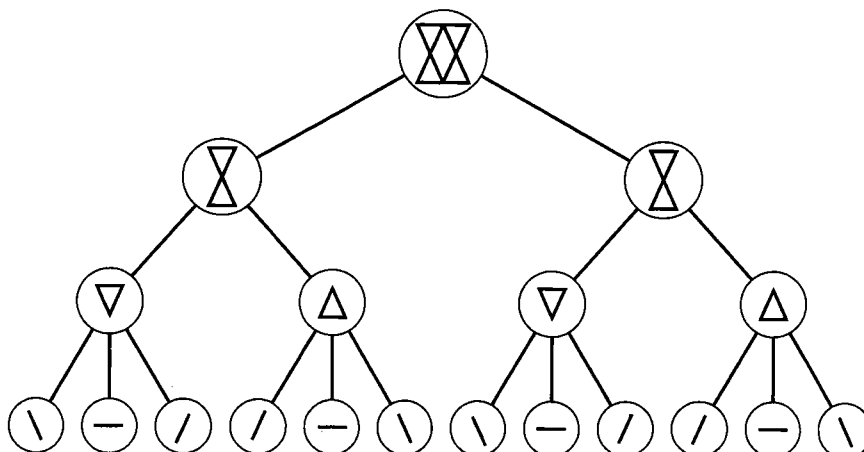


Fig. 4.14 Uma possível decomposição hierárquica da figura 4.13a.