

**A PSICOLOGIA COGNITIVA**  
**SEGUNDO O MODELO DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO**

Mário Azevedo, 1995  
 Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências

*Nota.* Estes apontamentos destinam-se a apoiar a leitura de textos de J. R. Anderson, H. Gagné e D. Schunk; não fazem sentido desligadas das leituras indicadas nas referências.

**ÍNDICE**

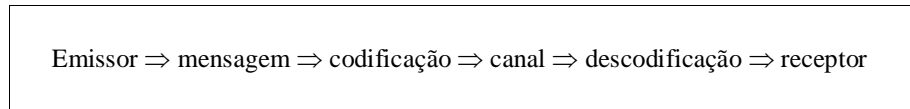
A PSICOLOGIA COGNITIVA .....	2
Métodos e Técnicas de Investigação em Psicologia Cognitiva .....	4
Localização Cerebral e Lateralização Cerebral .....	5
Os Computadores e a Mente Humana .....	8
Descrição do Modelo de Processamento de Informação .....	8
SISTEMAS DA MEMÓRIA HUMANA .....	10
Características da Aprendizagem dum Ponto de Vista Cognitivo .....	13
Conhecimento Declarativo e Conhecimento Procedimental .....	14
REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	16
Tipos de Representação .....	16
Representações Analógicas Relacionadas com a Perceção .....	16
Representações Relacionadas com Significados: Representação Proposicional .....	19
Esquemas Mentais .....	21
Representação de Procedimentos através de Produções .....	22
AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO DECLARATIVO .....	25
Papel da Memória no Conhecimento Declarativo .....	25
Aprendizagem de Conhecimento Declarativo .....	25
Elaboração do Conhecimento Declarativo .....	26
Organização do Conhecimento Declarativo .....	27
Aprendizagem de Esquemas .....	28
AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL .....	30
Aprendizagem de Procedimentos de Sequências de Ações .....	30
A Atenção .....	32
Implicações Educacionais da Metodologia do Processamento de Informação .....	34
REFERÊNCIAS .....	34

**1 A PSICOLOGIA COGNITIVA**

O desenvolvimento da psicologia cognitiva, segundo o modelo de processamento de informação, deve-se a uma mudança de paradigma no domínio da psicologia. Enquanto as teorias dinâmicas da psicologia assentavam num modelo fisicista, estudando os investimentos de energia sob um pressuposto de constância, as novas orientações põem em relevo o conceito de informação, que não se esgota ao ser usada. Na perspetiva de Gardner (1985), esta mudança de paradigma deve-se a quatro fatores principais, que passam seguidamente a ser expostos.

O primeiro fator de desenvolvimento da psicologia cognitiva relaciona-se com o aparecimento da teoria da informação. Foi o desenvolvimento da teoria da informação, durante a Segunda Grande Guerra, combinado com o estudo dos fatores humanos, que permitiu o abandono de modelos psicológicos apoiados sobre o conceito de energia e o aparecimento duma nova abordagem modelada no processamento da informação. Shannon (1948) publicou um artigo (*A Mathematical Theory of Communication*) que refletia esta mudança paradigmática, delineando as bases da teoria da informação. Foi Shannon quem definiu o *bit* de informação. A informação consiste na diminuição da incerteza. Relaciona-se com a probabilidade das expetativas e, portanto, é função do grau de indeterminação. Shannon definiu a quantidade de informação como o logaritmo do número de alternativas possíveis. Numa frase inacabada onde só possa ter lugar uma determinada palavra, esta palavra tem um grau de probabilidade 1 e um grau de indeterminação zero (logaritmo de 1 na Base 2); a quantidade de informação que introduz é, pois, igual a zero. A unidade da medida de indeterminação pode ser decimal (*decimal digit*), correspondendo a uma oportunidade de sucesso em 10 possibilidades (1/10), ou binária (*binary digit*) ou *bit*, correspondendo a uma oportunidade de sucesso em duas possibilidades (1/2).

O modelo de informação designado por Shannon destacava os seguintes elementos e processos: (a) emissor ⇒ (b) mensagem ⇒ (c) codificação ⇒ (d) canal ⇒ (e) descodificação ⇒ (f) receptor. Como se verifica na Figura 1, este modelo caracterizava-se pela sua unilinearidade



*Figura 1.* Modelo unilinear de informação designado por Shannon.

No mesmo ano em que Shannon publicava o seu artigo sobre a informação, Wiener (1948) publicava *Cibernética*, definindo uma outra nova área de investigação—a *cibernética*—que integrava a teoria do fidebeque ou retroação com a teoria da informação de Shannon. Como se mostra na Figura 2, o modelo cibernético de informação destacava os seguintes elementos e

processos: (a) emissor  $\Rightarrow$  (b) mensagem  $\Rightarrow$  (c) codificação  $\Rightarrow$  (d) canal  $\Rightarrow$  (e) decodificação  $\Rightarrow$  (f) receptor  $\Rightarrow$  (g) fidebeque  $\Rightarrow$  (a) emissor (e o ciclo repete-se).

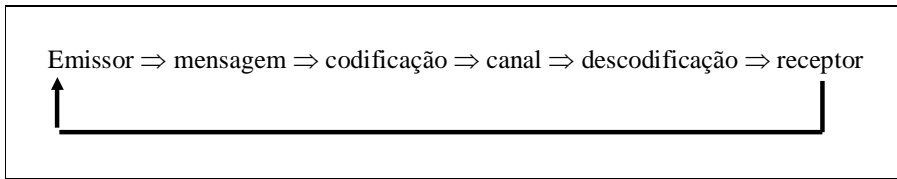


Figura 2. Modelo cibernético de informação.

Uma nova abordagem para o desenvolvimento da abordagem do processamento de informação foi apresentada pelo psicólogo Donald Broadbent, em Cambridge, integrando a teoria da informação e o estudo dos fatores humanos.

O segundo fator influente no desenvolvimento da psicologia cognitiva surgiu com o desenvolvimento da ciência dos computadores e especialmente da inteligência artificial, que procura simular comportamentos inteligentes em computadores. Esta nova abordagem veio oferecer um modelo mecanicista de processamento da informação, afastando os receios daqueles cientistas que, ainda sob influências positivistas, temiam enveredar pelo estudo de realidades tão pouco palpáveis como a informação humana. Allan Newell e Herbert Simon, durante a segunda metade deste século, na Universidade de Carnegie-Mellon, tiveram um papel importante na ligação entre a inteligência artificial e a psicologia cognitiva. Mais recentemente, John R. Anderson, também da Universidade de Carnegie-Mellon, tem trabalhado no desenvolvimento da psicologia cognitiva, propondo modelos de inteligência e de aprendizagem que podem ser simulados em computador.

Um terceiro fator que influenciou o desenvolvimento da psicologia cognitiva foi a linguística. George Miller, na Universidade de Harvard, foi dos primeiros a chamar a atenção dos psicólogos para as teorias linguísticas. Noham Chomski (1959/1964) desferiu um ataque cerrado ao behaviorismo skinneriano, demonstrando que a complexidade dos fenômenos envolvidos na aprendizagem da língua não é explicável através dum esquema simplista de estímulo e resposta ou de resposta e reforço.

Finalmente, psicólogos diversos, como Piaget, Bruner e Ausubel, interessaram-se especialmente por estudar desempenhos humanos complexos e, através desses estudos, foram levados a tomar em consideração as estruturas e processos mentais. Embora alguns destes investigadores não tenham adoptado uma abordagem segundo o modelo de processamento de informação, as suas investigações ocupam-se claramente da área cognitiva, bem longe do paradigma comportamental.

O ano de 1956, foi uma data em que se publicaram importantes contributos cognitivos, tais como o artigo de Miller sobre as limitações da memória a curto prazo (expressas no número sete mais ou menos dois) e o livro de Bruner, Austin e Goodnow sobre a formação de conceitos. Por

isso, o ano de 1956 costuma ser indicado como a data oficial do início da psicologia cognitiva (vide Gardner, 1985).

Desenhando uma matriz de dupla entrada, como se expressa no Quadro 1, com três níveis de análise (comportamental, fisiológico e cognitivo) e três tipos de comportamento (social, emocional e intelectual), a psicologia cognitiva ocupa-se especialmente do tipo de comportamento intelectual, a nível cognitivo. Os seus aspetos mais frágeis do modelo de processamento de informação dizem respeito à dificuldade encontrada para teorizar especificamente os demais aspetos do comportamento: os tipos de comportamento social e emocional e os níveis comportamental e fisiológico. Ressalve-se, porém, que os avanços recentes da neurociência prometem iluminar progressivamente alguns aspetos da aprendizagem mais ligados à fisiologia.

Quadro 1  
O Domínio da Psicologia Cognitiva

Tipos de comportamento	Níveis de Análise		
	Comportamental	Fisiológico	Cognitivo
Social			
Emocional			
Intelectual			Psicologia cognitiva

### 1.1 Métodos e Técnicas de Investigação em Psicologia Cognitiva

Os métodos e técnicas utilizados na investigação em psicologia cognitiva são variados, e muitos deles estão em uso desde os primórdios da psicologia. H. Gagné (1985) distingue, por um lado, métodos de investigação empíricos, como a latência de respostas, a fixações dos olhos e os relatórios verbais, e, por outro lado, métodos de desenvolvimento da teoria, como a técnica subtrativa, a análise do processamento de informação e a simulação em computador. Segue-se uma breve descrição destes métodos.

1. *Método de latência de respostas.* A novidade, no uso do método de latência de respostas na investigação em psicologia cognitiva está na sua aplicação em tarefas cognitivas, e não em tarefas motoras, como era tradição. Usa com frequência no estudo da atenção, estabelecendo uma tarefa secundária à qual o sujeito deve prestar também atenção enquanto executa a tarefa primária.

2. *Fixações dos olhos.* A técnica de fixações dos olhos regista os pontos de fixação dos olhos em dado momento enquanto o sujeito está a olhar determinados estímulos ou a processar quaisquer outros dados. Em laboratório, a técnica pode incluir um emissor dum raio de luz que se reflete primeiro nos olhos e depois num espelho de modo a ser finalmente recebido num aparelho de registo fotoelétrico.

3. *Relatórios verbais*. O método dos relatórios verbais, derivado das técnicas introspectivas e recentemente teorizado por Ericsson e Simon (1980), pede que o sujeito relate o que se passa ou o que se passou consigo antes, durante ou depois de uma tarefa. Uma forma especial de relatório Verbal consiste na técnica de *pensar em voz alta*, na qual o sujeito relata não o que está fazendo ou *como* está pensando (o que poria grandes exigências sobre a memória de trabalho, que será descrita mais adiante), mas simplesmente *o que* está pensando. O sujeito deve previamente aprender a relatar sem se ocupar de refletir.

4. *Técnica subtrativa*. A técnica subtrativa usa os dados da latência de respostas. Parte-se de duas tarefas, uma com  $x$  elementos e outra com  $x$  elementos, mais o Elemento  $y$ . Subtraindo o tempo de latência da primeira tarefa ao tempo da segunda, obtém-se o tempo de latência correspondente ao Elemento  $y$ .

5. *Análise lógica do processamento de informação*. A análise lógica do processamento de informação constitui uma metodologia utilizada mais frequentemente na chamada ciência cognitiva do que na área específica da psicologia cognitiva. Esta técnica constrói mapas que descrevem o percurso seguido no processamento da informação. Normalmente utiliza fluxogramas, que devem ser consentâneos com a teorização defendida. Segundo as convenções, os pontos de decisão são marcados em losangos, as operações, em retângulos, e a direção do fluxo é indicada com setas.

6. *Simulação em computador*. A simulação em computador, à semelhança do que acontecia com a análise lógica do processamento de informação, é um método frequentemente usado em ciência cognitiva. Neste método, que complementa o método de análise do processamento de informação, a teorização do funcionamento mental é traduzida em linguagem de informática como se tratasse dum programa de computador. A vantagem está na exigência de análise levada até ao pormenor. O facto de o programa correr demonstra a consistência da teoria.

#### 1.1.1.1 O Problema da não Identificabilidade

Foi Anderson (1976) quem pôs o problema da *plausibilidade* e da *não identificabilidade* das teorias em psicologia cognitiva. Quando duas teorias alternativas são ambas plausíveis, existe um problema da não identificabilidade porque ambas as teorias servem igualmente para explicar os fenómenos em causa.

Um exemplo desta não identificabilidade está nas teorias que procuram explicar o funcionamento mental através do processamento de informação em série ou em paralelo. Sternberg (1985) apresenta argumentos pelos quais se verifica que ambas as teorias são igualmente plausíveis.

## 1.2 Localização Cerebral e Lateralização Cerebral

### 1.2.1 Abordagem Localizacionista versus Abordagem Holística

Foi com Descartes, no Século XVII, que se introduziu a polémica entre a perspectiva que defendia a especialização funcional de regiões cerebrais (localizacionismo) e a perspectiva do funcionamento cerebral como um todo (holismo). Descartes defendia que a mente (alma) se

relacionava com o corpo através da glândula pineal e que as diversas regiões do cérebro comandavam diferentes funções corporais. A posição de Descartes contradizia o médico e investigador espanhol, Juan Huarte, que no fim do Século XVI havia rejeitado a localização de faculdades em diferentes ventrículos cerebrais e defendia o funcionamento do cérebro como uma unidade. Desde então, a polémica manteve-se com maior ou menor vivacidade. O interessante resumo histórico organizado por Gardner (1985) dá conta dum vaivém continuado entre as duas teorias rivais.

Na passagem do Século XVIII para o Século XIX, Francis Joseph Gall, bom investigador mas charlatão, propunha um localizacionismo extremo, conhecido como frenologia ou ciência que pretendia descrever o perfil intelectual e caraterológico do indivíduo através das bossas cranianas. Em oposição, no Século XIX, Pierre Jean Marie Flourens conduziu algumas investigações cujos resultados apontavam para o funcionamento das regiões cerebrais como um todo.

O trabalho Experimental foi retomado na segunda metade do Século XIX, com resultados que apontavam para a especialização cerebral. O cirurgião francês Brocca descobriu que um doente dextrista, afetado por dificuldades na fala (deficiência conhecida com *afasia motora*) tinha sofrido lesões na base da terceira circunvolução do lobo frontal do hemisfério cerebral esquerdo. Pouco depois, Carl Wernicke relacionou as dificuldades em entender a linguagem falada (deficiência conhecida como *afasia sensorial*, correspondente à *agnosia auditiva* ou *surdez Verbal*), nos dextristas, com lesões no lobo temporal esquerdo. Dois neurofisiólogos germânicos, Fritsch e Hitzig, localizaram os centros motores no córtex cerebral. O inglês Ferrier relacionou as áreas pré-frontais com o comportamento inteligente e com outras funções superiores e localizou o centro visual nos lobos occipitais. Quase no fim do Século XIX, Jules Déjerine relacionou as dificuldades em ler e escrever com lesões no lobo parietal esquerdo e no córtex parietal-occipital. Estas descobertas pareciam apoiar a abordagem localizacionista.

Em contraponto, no princípio do Século XX, vários investigadores chegaram a conclusões que apoiavam posições holísticas. Pierre Marie foi o primeiro a pôr em causa alguns aspetos das descobertas de Brocca. Outros autores, tais como Kurt Goldstein, Henri Head, Hughlings Jackson e sobretudo Karl Lashley defenderam também posições holísticas e próximas da teoria da Gestalt.

Outros investigadores procuravam uma ponte entre a abordagem localizacionista e holística. Em 1949, o neurofisiólogo canadiano Donald Hebb apresentou a sua tentativa de síntese. Os padrões comportamentais, tais como a perceção visual, são construídos ao longo do tempo. Os comportamentos começam por ser registados em grupos de células específicas do cérebro, chamados *montagens de células* ("cell assemblies"). Estas montagens representam o lado localizacionista da teoria. Com o tempo, as montagens de células formam conjuntos mais vastos, exprimindo comportamentos mais complexos, chamados *sequências de fase* ("phase sequences"). As sequências de fase podem implicar regiões diferenciadas do cérebro; por isso,

constituem o lado holístico da teoria, implicando certa equipotencialidade e sugerindo a possibilidade de que a mesma função possa ser desempenhada por diferentes regiões do cérebro.

Mais recentemente, na segunda metade do Século XX, várias descobertas puseram em relevo a especificidade do sistema nervoso e assim apoiaram novamente a abordagem localizacionista. Entre os investigadores deste campo contam-se três neurofisiólogos que viriam a partilhar o Prémio Nobel: David Hubel, Torsten Wiesel e Roger Sperry. Hubel e Wiesel estudaram sistematicamente, com implantação de microelétrodos, as células do córtex visual do gato. Descobriram colunas corticais com três tipos diferentes de células receptoras: *células simples*, que registam a orientação do estímulo e a presença ou ausência da luz; *células complexas*, que reagem às linhas verticais ou horizontais em movimento; e dois tipos de *células hipercomplexas*, que detetam prioritariamente objetos ou em forma angulosa ou em forma de língua. Hubel e Wiesel descobriram ainda que os gatos que foram privados de algumas daquelas espécies de estímulos entre a terceira e a quinta semana ficavam com cegueira seletiva em relação a esses estímulos já que as células especializadas nesses estímulos se atrofiavam ou adaptavam a diferentes funções. Na mesma linha de investigação, Jerome Littvin e a sua equipa, no MIT, descobriram nos olhos da rã receptores específicos para pequenos objetos bolbosos (*bud detectors*, detetores de botões).

A neurociência atual defende que a codificação da cognição faz-se por padrões neuronais que se distribuem por vastas áreas de neurónios. Se for danificada uma pequena região cerebral, não há em princípio perdas de memória específicas.

Note-se, porém, que há indicações claras de que os quatro lobos em que se divide cada um dos hemisférios cerebrais (lobos frontal, temporal, parietal e occipital) têm algumas funções específicas. O lobo frontal está relacionado com funções motoras (córtex motor) e o córtex associativo pré-frontal está relacionado com processos metacognitivos do tipo da planificação; no lobo; no lobo frontal esquerdo, situam-se também a área de Broca (especializada na gramática da linguagem) e de Wernicke (especializadas no vocabulário). O lobo temporal contém as áreas primárias auditivas e desempenha funções de reconhecimento visual de objetos e de padrões. O lobo parietal (córtex sensorial) está envolvido em funções sensoriais de tipo visual ou tátil que envolvem localização de objetos e funções de processamento espacial.

## 2 O PROBLEMA DA LATERALIZAÇÃO CEREBRAL

As áreas da linguagem (de Broca e de Wernicke) situam-se no hemisfério esquerdo, no lobo frontal. Em geral, o hemisfério esquerdo está mais associado com o processamento simbólico e analítico, enquanto o direito se associa mais com o processamento perceptual e espacial.

### 2.1 Os Computadores e a Mente Humana

A psicologia cognitiva apoia-se nalgumas analogias entre o computador enquanto processador de informação e a mente humana para explicar algumas atividades humanas de processamento de informação. Existem, no entanto, diferenças essenciais entre o computador e a mente humana mesmo enquanto sistemas de processamento de informação. Em vários domínios, os computadores são muito mais rápidos e têm muito mais capacidade de armazenamento do que os sujeitos humanos. Os humanos, porém, têm capacidade de memória parcial enquanto os computadores funcionam em termos de tudo ou nada. Os humanos conseguem não só proceder adaptativamente em relação ao contexto mas também atender à experiência enquanto os computadores apenas conseguem um arremedo dessas funções.

Sublinhe-se que foram baldadas as esperanças despertadas nas décadas de 50 e 60 de levar muito longe a analogia entre os procedimentos do computador e o funcionamento da mente ou mesmo do cérebro. Esta analogia foi útil sobretudo porque permitiu a construção de programas computacionais que *correm* imitando os procedimentos propostos em determinada teoria de funcionamento mental. A utilidade atual da analogia está na disciplina que exige na análise do funcionamento mental para que se possa planear o programa a construir.

### 2.2 O Modelo de Processamento de Informação

O modelo representado na Figura 3 pretende oferecer de forma integrada alguns passos comumente estudados na psicologia cognitiva. Desde já aqui se sublinha que se trata dum modelo algo imperfeito, que tem apenas objetivos didáticos.

Os dados do ambiente são recebidos nos registos sensoriais, que se caracterizam por uma brevíssima *memória imediata* ou *sensorial*. No que respeita à visão, a *memória icónica* mantém os ícones ou imagens visuais, na ausência do estímulo, desde um quarto de segundo (250 milissegundos) até um segundo; na audição, a *memória ecóica* mantém os ecos ou imagens auditivas, na ausência do estímulo auditivo, desde três a quatro segundos<sup>1</sup>. Esta breve memória sensorial permite que a informação dos dados sensoriais seja codificada e transmitida à *memória de trabalho* (MT).

A MT, que começou por ser designada memória de curto prazo, tem funções semelhantes às de um banco de carpinteiro ou mesa de trabalho. É muito limitada quer quanto ao tempo de conservação da informação quer quanto à sua capacidade. Sem *exercitação*, a informação existente na MT dura de 10 a 30 segundos.

---

<sup>1</sup>Aparecem casos especiais de sujeitos, sobretudo crianças, dotados de especial memória fotográfica que conservam imagens eidéticas até quatro horas e imagens cinéticas até dez segundos.

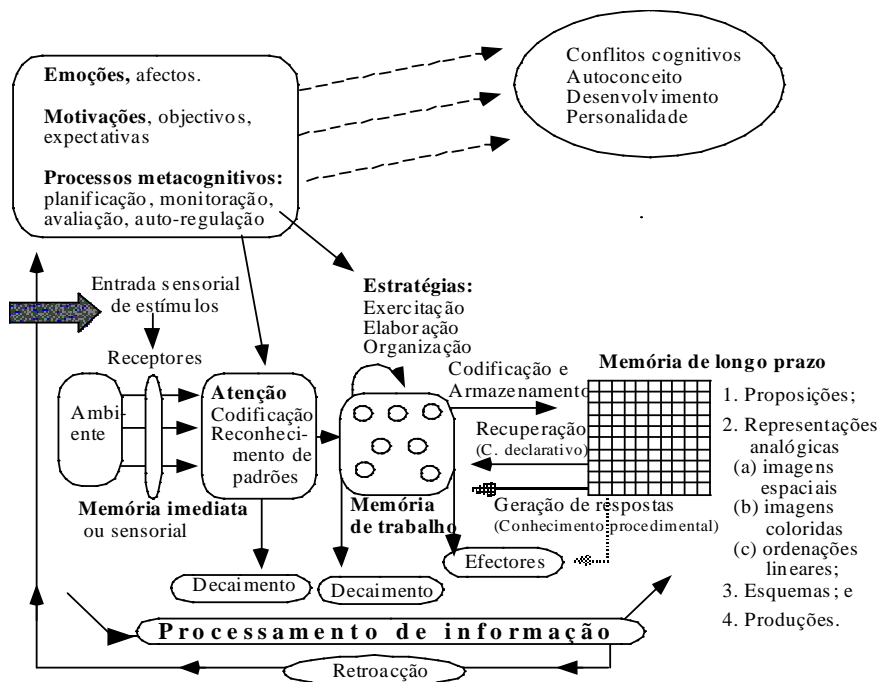


Figura 3. Modelo integrado de várias funções psicológicas implicadas na aprendizagem.

O modelo representado na Figura 3 sugere a distinção entre MT e MLP. Os dados empíricos podem igualmente ser explicados através da existência dum único armazém de memória, que corresponderia à MLP, com ritmos de esquecimento diferenciados no tempo. O esquecimento dos dados recém-adquiridos, correspondentes quer à memória sensorial quer à MT, seria muito intenso (Wickelgren, 1974). Neste caso, a MT poderia ser concebida como uma porção da estrutura da MLP constituída por nova informação ou por informação antiga que foi ativada através do processo psicológico de *recuperação*.

A *recuperação* reconduz à memória de trabalho ou aos efectores o conhecimento previamente armazenado. Efetua-se através da *difusão de ativação*, no caso de recuperação controlada, ou através de *emparelhamento de padrões* (pattern matching), no caso de recuperação automática.

Estudando a memória a curto prazo, George Miller (1956) concluiu que a sua capacidade estava limitada ao "número mágico sete mais ou menos dois". É de notar que estes elementos podem ser complexos, e por isso a Memorização está dependente da organização de unidades que devem passar pela MT para serem *codificadas* e *armazenadas* na *memória a longo prazo* (MLP). Miller designou por *fatição* a organização da informação em unidades de complexidade

adequada<sup>2</sup>. A *fatição* permite aumentar a quantidade de informação passível de tratamento na memória de trabalho. Herbert Simon concluiu nos seus estudos que a MT estava limitada a cinco elementos. Anderson (90) apresenta uma explicação diferente das limitações da MT. Essas limitações resultariam da necessidade de manter o material da MT em elevado nível de ativação. Cada elemento desse material precisa de ser exercitado constantemente para se manter ativado. O número de elementos tem de ser reduzido de modo que, depois de exercitar o último elemento da lista, ainda se encontre ativado o primeiro por onde se vai recomeçar a exercitação. Para explicar esta necessidade de exercitação permanente, Anderson recorre à analogia do artista de circo que recorrentemente faz girar uma fila de pratos no cimo de hastes. A limitação do número de pratos que se podem manter a rodar é imposta somente pela necessidade de que o primeiro prato ainda esteja a girar sem cair quando o artista regressa para reiniciar uma nova ronda depois de ter agitado o último.

### 3 SISTEMAS DA MEMÓRIA HUMANA

Os primeiros estudos sobre sistemas de memória precedem o aparecimento da psicologia científica. Foi no entanto o incremento da psicologia cognitiva que veio incentivar o estudo sobre os sistemas da memória na segunda parte do Século 20 e com mais intensidade depois da década de 70. A psicologia cognitiva veio considerar a memória como um elemento indispensável nos estudos dos processos cognitivos.

Existe uma memória ou existem várias memórias? Sob um ponto de vista educacional podemos considerar apenas uma única memória com vários conteúdos e vários estados de ativação já que sob um ponto de vista cognitivo as várias funções da memória estão integradas. Podemos, porém, considerar também várias memórias pelas razões que seguidamente vão ser expostas. Além da distinção entre memória a curto prazo, mais recentemente considerada como memória de trabalho, e memória a longo prazo, outras categorizações da memória se foram estabelecendo. Na história dos estudos sobre a memória, teve especial importância um artigo de Neisser (1978) pondo em dúvida a validade ecológica dos estudos tradicionais, pelo facto de se basearem em tarefas artificiais de laboratório e não tomarem em consideração os aspetos sociais significativos da memória. A tendência atual tende a incorporar as investigações mais naturalísticas e as investigações de laboratório (Neisser & Winograd, 1988).

As últimas décadas permitiram grandes sínteses dos estudos teóricos e empíricos pioneiros e assim introduziram maior rigor conceptual. Schacter e Tulving (1994) definem *sistema de memória* em termos de seus mecanismos cerebrais, do tipo de informação processada e dos princípios que regem as suas operações. Seguindo essa definição, os mesmos autores encontram cinco sistemas da memória humana, que aparecem referidos no Quadro 2. Esses grandes

<sup>2</sup>Fatição corresponde aqui à palavra inglesa *chunking*, que significa *dispor em pedaços grandes* e poderia ser traduzida alternativamente por *conjunção*, *empacotamento*, *agrupamento*, *composição* ou *estruturação* se estas palavras não tivessem já outras conotações técnicas.

sistemas de memória, que são também grandes sistemas de aprendizagem, são os seguintes: sistema procedimental, sistema de representação perceptual, sistema semântico, sistema da memória de trabalho e sistema episódico. Os próximos parágrafos refletem essa síntese de Schacter e Tulving (1994).

#### Quadro 2

##### *Os Cinco Grandes Sistemas da Aprendizagem e da Memória Humanas*

Sistema	Outras designações	Subsistemas	Recuperação	Estruturas cerebrais
1 M. procedimental	Não declarativa	Competências motoras Competências cognitivas Condicionamento simples Aprendizagem associativa simples	Implícita	Fora da área hipocámpica Gânglios basais implicados na aprendizagem de competências motoras Córtex motor e pré-motor
2 M. de representação perceptual	Não declarativa	S. de forma de palavra visual S. de forma de palavra auditiva S. de descrição estrutural	Implícita	Córtex occipital (não semântico) Sistemas de audição diferentes nos dois hemisférios Córtex temporal inferior
3 M. de trabalho	Primária	Executivo central Circuito articulatorio auditivo Rascunho visuoespacial	Explícita	Lobos frontais
4 M. semântica	Genérica Factual Conhecimento	Espacial Relacional	Implícita	Área hipocámpica Regiões do lobo médio-temporal
5 M. episódica	M. pessoal M. autobiográfica M. de eventos		Explícita	Áreas corticais pré-frontais

*Legenda.* M. = memória; S. = sistema.

1. O *sistema procedimental* é o sistema que está menos estudado. Possivelmente, engloba várias categorias que podem ter pontos em comuns e podem também ter pontos diferentes. Por isso mesmo é frequentemente designado por forma negativa como sistema não declarativo. Constitui por isso uma vasta categoria de aprendizagens relacionadas com o desempenho. Abrange competências comportamentais e competências e algoritmos cognitivos. Apresenta características de certa rigidez. Está mais adequada para lidar com as invariâncias temporais do ambiente. Caracteriza-se pela gradualidade incremental da aprendizagem. O seu produto não é de natureza cognitiva nem têm valor de verdade.

Estabelece-se uma primeira distinção entre competências motoras e competências cognitivas. Sabe-se que os gânglios basais estão implicados na aprendizagem de competências motoras e que as computações neuronais envolvidas nessa aprendizagem implicam a ativação do córtex pré-motor e motor ao passo que a aprendizagem de competências cognitivas pode também implicar estas últimas estruturas de forma opcional, não obrigatória.

A memória procedimental é a mais primitiva, servindo as funções elementares meramente associativas. Apenas este sistema procedimental inclui aprendizagens não cognitivas. Os outros quatro sistemas são de carácter cognitivo e podem sempre ser acedidos pela consciência introspectiva. Estes quatro sistemas só num segundo momento, posterior à recuperação das representações, podem originar um comportamento expresso: por isso gozam de grande flexibilidade no que respeita à sua transposição para o comportamento. Estes sistemas cognitivos permitem a aquisição de associações relacionais e configurais.

2. O *sistema de representação perceptual* tem como função a identificação de palavras e objetos num nível pré-semântico, normalmente de modo implícito e não consciente, tal como acontece no processo de indicição (*priming*). Este sistema mantém-se estável mesmo em indivíduos amnésicos, que sofreram lesões nas áreas hipocámpicas e por isso ficaram gravemente afetados a nível semântico. Inclui três subsistemas: sistema de forma de palavra visual, sistema de forma de palavra auditiva e descrição estrutural. O sistema de palavra visual identifica as palavras a um nível pré-semântico, isto é, a um nível anterior à significação. O sistema de forma de palavra auditiva é o subsistema menos estudado. A sua existência justifica-se pelos casos de pacientes com incapacidade de repetir palavras ouvidas sem deficiências muito notáveis noutros domínios. O sistema de descrição estrutural identifica os objetos na sua forma global e na sua estrutura, tomando em consideração as relações entre as partes, num nível pré-semântico; não toma em conta a informação semântica sobre as propriedades associativas e funcionais dos objetos identificados.

3. O *sistema da memória de trabalho* caracteriza-se pela brevidade com que retém e processa a informação. A memória de trabalho unifica as referências de diferentes fontes relativas ao mesmo objeto. Na expressão de Baddeley (1976, 1990), compreende três subsistemas: um subsistema executivo e dois subsistemas servos, um dos quais é o circuito fonológico, e o outro é o rascunho visuoespacial. Destes subsistemas, aquele que se encontra mais fundamentado empiricamente é o circuito fonológico. O executivo central é o subsistema menos estudado e relaciona-se com o controlo da atenção.

4. A *memória semântica* lida com a aquisição e retenção da informação relativa a factos e eventos relacionados com o mundo em sentido alargado. Constitui o grosso dos conhecimentos que representam a realidade externa e interna.

5. A *memória episódica* constitui um sistema desenvolvido a partir da memória semântica e da memória de trabalho. Tem como função recolher os acontecimentos experienciados pela pessoa, encadeados com os outros acontecimentos que caem no mesmo tempo subjetivo. Na memória episódica entrelaçam-se diferentes tipos de informação: espacial, temporal, sensorial,

contextual. Note-se, porém, que vários autores não distinguem entre memórias semântica e episódica, juntando as duas sob a mesma designação de memória declarativa.

Foi Tulving (1972; 1983; 1985) quem distinguiu entre *memória episódica* (ME) e *memória semântica* (MS). A ME refere-se a acontecimentos singulares, relacionados com uma data específica, dotados de atributos sensoriais e com referências autobiográficas. A MS diz respeito à informação que perdeu as referências autobiográficas, relacionadas com o contexto real de aprendizagem, e que se generalizou a ponto de fazer parte do conhecimento permanente do indivíduo. Tulving (1983) apresenta várias características que distinguem qualitativamente a MS e a ME:

1. a MS está organizada conceptualmente enquanto a ME está organizada segundo o tempo;
2. a MS refere-se ao universo enquanto a ME refere-se ao próprio;
3. a MS é confirmada por concordância social enquanto a ME é confirmada pela crença pessoal;
4. as unidades da MS são formadas por factos e conceitos enquanto que as da ME são formadas por eventos e episódios;
5. o conteúdo da MS é alguma coisa que o sujeito sabe enquanto que o da ME é alguma coisa que o sujeito lembra.

Vários estudos de inspiração ecológica referem-se à *memória autobiográfica* (Rubin, 1986), que tem alguma relação com a memória episódica. Brewer (1988) distinguiu quatro formas de memória autobiográfica:

1. *memória pessoal* ou recordação dum episódio particular;
2. *memória pessoal genérica* ou experiência de memória que incorpora acontecimentos repetidos;
3. *factos autobiográficos* ou memória de informação acerca do próprio sujeito, que não é acompanhada por qualquer experiência de recordação consciente; e
4. *autoesquema* ou memória derivada de uma grande porção de memórias pessoais genéricas.

Flavell, juntamente com os seus colaboradores, cunhou o termo *metamemória* para designar os conhecimentos do sujeito acerca da própria memória e acerca da forma de a controlar.

### 3.1 Características da Aprendizagem dum Ponto de Vista Cognitivo

Embora as características da aprendizagem fiquem mais esclarecidas depois dos capítulos que tratam da descrição do conhecimento e das estratégias que favorecem a sua aquisição, apresentamos desde já uma esboço da sua descrição que pode servir de organizador desta matéria. A partir do modelo apresentado na Figura 3, podem-se descrever algumas dessas características postas em evidência pela abordagem cognitiva.

Primeiro, existem diversos tipos de conhecimentos a serem aprendidos. Estes conhecimentos podem-se aproximar mais do tipo perceptual ou do tipo significativo declarativo ou do tipo procedimental (estes conceitos serão introduzidos na próxima secção).

Segundo, a existência de diversos tipos de conhecimentos indicia a possibilidade de optimização da aprendizagem dos diversos tipos de conhecimento através de diferentes processos. Já não se trata apenas de ter em conta o aprendente: o tipo de conhecimento passa a ser um elemento a ter em conta quando se definem estratégias de aprendizagem.

Terceiro, o conhecimento é construído e reconstruído, em vez de ser apenas registado mecanicamente. De facto, a aprendizagem aparece descrita como um processo complexo, que só pode ser analisado através da consideração de múltiplos subprocessos que constroem e reconstróem o conhecimento. É o que aparece sugerido quer pelos processos de monitoração, avaliação, e controlo que agem através de objetivos, motivos e expectativas, quer pela ação da memória de trabalho na elaboração do conhecimento, quer pela atividade de codificação e da inserção do novo conhecimento nas redes preposicionais da memória. É neste sentido e só neste sentido que se justifica falar-se de construtivismo cognitivo.

Quarto, a aprendizagem é dependente do conhecimento previamente existente. Como será visto posteriormente, rigorosamente, só se aprende o que tem sentido porque o novo conhecimento deve ser inserido na estrutura dos conhecimentos prévios e o sentido do novo conhecimento advém das ligações com o conhecimento anterior. Quem mais sabe está mais preparado para aprender mais.

Quinto, de algum modo, todo o conhecimento é situado. Esta afirmação deve ser relativizada e por isso se inscreve aqui a ressalva *de algum modo*. Sem essa relativização, estaria a propor-se a impossibilidade de qualquer transferência de conhecimentos para situações diferentes da situação da sua aquisição. A transferência do conhecimento académico para a vida real não se processa mecanicamente, e a instrução deve ter em conta o contexto em que em que se visa a aplicação dos conhecimentos e competências, mas existe transferência de conhecimentos, e as atividades pedagógicas devem procurar otimizar essa transferência.

### 3.2 Conhecimento Declarativo e Conhecimento Procedimental

J. R. Anderson, usando conceitos apresentados pelo filósofo Ryle em 1949, fez uma distinção entre *conhecimento declarativo* e *conhecimento procedimental*. Embora esta distinção não seja sempre fácil, há certas características que distinguem estas duas formas de conhecimento. O conhecimento declarativo (CD) é o conhecimento *de que* alguma coisa é o caso. Por exemplo, o conhecimento *de que* a Carreira 9 de autocarros passa no Rossio é declarativo. Esta tipo de conhecimentos é extremamente variado. Consiste em factos, crenças, opiniões, generalizações, princípios, teorias e acontecimentos pessoais. O CD é representado por *proposições*, que são enunciados verbais. É um conhecimento relativamente estático, que não "opera" sobre outras formas de conhecimento. É mais lento e mais consciente que outras formas de conhecimento. O CD é testado através de reconhecimento e recordação. O CD pode ser declarado, anunciado, explicitado.

Por sua vez, o conhecimento procedimental (CP) é o conhecimento *de como* fazer alguma coisa ou *de como* realizar uma atividade cognitiva. Por exemplo, os conhecimentos *de como*

multiplicar o número 27 por 4 ou *de como* tomar no Rossio o autocarro da Carreira 9 são conhecimentos procedimentais. O CP é representado por *produções*, que consistem em regras que implicam uma relação condição-ação, do tipo "se . . . , então . . . ." O CP é uma forma de conhecimento dinâmico, que opera sobre as coisas ou sobre outras formas de conhecimento. É mais rápido e opera mais automaticamente que o conhecimento declarativo. É testado através de desempenho, exigindo que o sujeito faça alguma coisa sobre outra. Os processos de resolução de problemas são formas de CP. O CP não pode ser declarado ou anunciado, antes deve ser desempenhado, realizado.

### 3.2.1.1 *Interação entre Conhecimento Declarativo e Conhecimento Procedimental*

O CD e o CP são diferentes a ponto de ser possível aprender alguma coisa forma procedimental e não de forma declarativa. No entanto o CD e o CP interagem quer no desempenho quer na aprendizagem. No que se refere ao desempenho, o CD fornece, em várias situações, os dados necessários para a atuação do CP. O CD pode também fornecer indicações para pôr em ação ou para interromper a ação do CP e pode ainda ter um papel de relevo na criatividade, indicando relações entre áreas onde essas relações não são aparentes.

O CP e o CD interagem igualmente durante a aprendizagem. Ver-se-á adiante que, durante a aprendizagem de novos *procedimentos*, os diversos passos dos procedimentos podem começar por ser representados em forma declarativa. Os manuais de utilização de maquinismos são um exemplo da representação de procedimentos em forma declarativa. O inverso também é verdadeiro nalgumas circunstâncias. Com efeito, algumas formas de conhecimento procedimental, como o conhecimento de procedimentos de aprendizagem, podem facilitar a aquisição de conhecimento declarativo.

Segundo Anderson (1989), a experiência subjetiva pessoal pode conduzir à aquisição de conhecimento declarativo, mas não à aquisição de conhecimento procedimental. De modo diferente, o conhecimento procedimental, expresso por uma produção *se* (condição) . . . *então* (ação) . . . , pode levar ao estabelecimento de novos objetivos e novos factos através da sua componente de ação, aumentando assim o conhecimento declarativo.

A aprendizagem consiste numa aquisição ou mudança de conhecimentos, quer de tipo declarativo quer de tipo procedimental. Em face do modelo de processamento de informação, podemos concluir pela existência dos seguintes seis tipos de mecanismos de aprendizagem, que serão explicitados mais adiante:

1. registo de conhecimento declarativo;
2. fortalecimento de conhecimento declarativo;
3. compilação de conhecimento procedimental;
4. fortalecimento de conhecimento procedimental;
5. reorganização das conexões entre a informação armazenada; e
6. indução de novo conhecimento declarativo a partir do conhecimento existente.

## 4 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

### 4.1.1 *Tipos de Representação*

Embora o interesse pelas modalidades de representação tenha ocupado os filósofos, muito antes do aparecimento da ciência psicológica, a representação do conhecimento constitui uma área de investigação ainda em desenvolvimento. As representações podem estar relacionadas com conhecimento abstrato ou com conhecimento relacionado com dados dos sentidos, e mesmo este último tipo de representações pode conservar em maior ou menor grau as características estruturais da experiência perceptual original<sup>3</sup>. Entre as representações mais ligadas com modalidades de conhecimento relacionado com dados dos sentidos, a psicologia cognitiva tem-se ocupado sobretudo das imagens visuais de tipo espacial. Com certeza que poderão existir outras modalidades de representação especificamente ligadas com outros tipos de percepção.

Além das representações que conservam as características estruturais da experiência, existem outras percepções mais abstratas, relacionadas apenas com o sentido da informação armazenada ou com os procedimentos que a informação permite realizar. Neste capítulo serão apresentados breves sumários, primeiro sobre as formas de representação mais relacionadas com experiências perceptuais, tais como representações espaciais, representações imagísticas e representações de ordenação linear; depois apresentar-se-ão sumários sobre a investigação sobre representações mais abstratas, relacionadas com o significado de conceitos, princípios e teorias, tais como representações proposicionais, esquemas representacionais e representações de produções.

### 4.1.2 *Representações Analógicas Relacionadas com a Percepção*

#### 4.1.2.1 *Representação Espacial*

À partida, parece que o problema da representação se pode pôr de modo diverso no que se refere à memória a longo prazo, onde a representação deve ser armazenada, e à memória de trabalho, onde a representação deve ser processada e manipulada. Apresenta-se aqui uma breve resenha desta dupla problemática representacional.

Nos princípios dos anos 70, a teoria de representação de código dual (Paivio, 1971; 1986) ocupou-se da relação entre a representação espacial e da representação de ordenação linear. Esta teoria defendia que a modalidade visual estava ligada a uma forma de codificação espacial e que a modalidade Verbal se representava por uma forma de codificação linear. A codificação espacial manteria a distância espacial entre os objetos físicos embora com abstração dos respetivos atributos físicos.

<sup>3</sup>Não se considera aqui a representação sensorial que perdura na memória por breves segundos como foi referido anteriormente.

Outras autores propunham que os dois tipos de conhecimentos eram representados em forma Verbal (Bower, 1972). Esta polémica dizia respeito sobretudo às representações que se encontravam na memória a logo prazo.

#### 4.1.2.2 Representação Imagística

A forma de representação de conhecimento constituída por *imagens* mantém alguns atributos físicos do objeto representado. Trata-se aqui de representações estudadas na memória de trabalho.

São experiências clássicas neste domínio os estudos de Shepard e Metzler (1971) e de Kosslyn, Ball e Reiser (1978). Shepard e Metzler recorreram à com rotação mental de sólidos quer no mesmo plano quer em diferentes planos. Os participantes demoravam mais tempo a verificar a identidade de duas figuras quando era necessário rodá-las mais vezes para que essa identidade fosse estabelecida. Kosslyn, Ball e Reiser (1978) utilizaram dois instrumentos de investigação: um instrumento era constituído por um mapa com objetos distribuídos numa ilha imaginária, que o sujeito vai escandindo a partir dum ponto determinado; outro instrumento era constituído por desenhos de faces humanas, nas quais se faz variar a distância entre os olhos e a boca. A Figura 4 mostra um mapa semelhante àquele foi usado na primeira experiência de escandimento mental. Os participantes começam por estudar o mapa a ponto de serem capazes de o visualizar mentalmente sem a sua apresentação atual. Depois, eram convidados a fixar mentalmente um determinado ponto e a percorrer mentalmente o caminho para um outro ponto. No segundo estudo de Kosslyn, Ball e Reiser, agora com desenhos de faces humanas, os participantes eram convidados a fixar na memória as gravuras de faces onde variava quer a distância entre a boca e os olhos quer o desenho dos olhos, que podiam ser claros ou escuros. Depois, o Experimentador afastava o desenho e pedia que se imaginasse a face que estava a ser observada na memória, quer em metade do tamanho original, quer em tamanho inteiro, quer em tamanho tão grande quanto possível. Em seguida, convidava os participantes a fixar mentalmente a boca da figura mentalmente imaginada e, inesperadamente, interrogava-os sobre a cor dos olhos. Em qualquer das duas experiências, verificou-se que os participantes demoravam mais tempo a responder quando tinham de percorrer mentalmente maiores distâncias.

Algumas investigações (Baddeley, 1976) pareciam demonstrar que o tipo desta representação é espacial, e não visual. Porém, outros estudos mais recentes (Farah, Hammond, Levine e Calvanio, 1988), investigando indivíduos com deficiências cerebrais orgânicas, vieram demonstrar que existem dois tipos de representações imagísticas, um de tipo visual, que processa pormenores como a cor, e outro de tipo espacial, que abstrai de atributos físicos e mantém apenas a distância espacial.

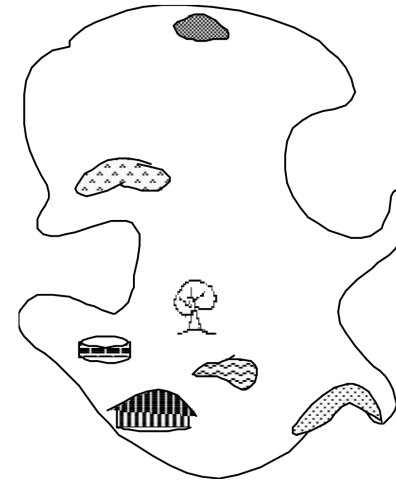


Figura 4. Mapa de uma ilha imaginária semelhante ao que foi utilizado por Kosslyn para estudar o uso de imagens no escandimento espacial. (Fonte: adaptação de Kosslyn et al., 1978).

Vários estudiosos têm-se ocupado também da estrutura hierárquica de imagens, que se manifesta quer em figuras complexas geométricas quer em mapas mentais. Parece ser a existência de informação de ordem mais elevada que está na base de erros geográficos estereotipados (Anderson, 1990).

#### 4.1.2.3 Representação de Ordenações Lineares

As ordenações lineares distinguem-se das representações espaciais e imagísticas pelo facto de não manterem as características físicas ou espaciais, antes ficarem limitadas às relações de ordem entre os seus elementos. Estão nesta situação a representação das letras do alfabeto quando mantêm a ordem sequencial ou a representação da ordem de grandeza da estatura dos irmãos na mesma família, ou ainda a representação da ordem cronológica dos reis de Portugal. Neste caso não se representa a grandeza da diferença, mas apenas a relação de ordem da mesma grandeza.

A investigação sobre a representação das ordenações lineares está exemplificada nos estudos sobre a Memorização de grupos de letras (Anderson, 1990). Parecem verificar-se neste domínio os fenómenos de estrutura hierárquica já encontrados na representação imagística.

#### 4.1.2.4 Aplicações na Educação

As representações analógicas que foram referidas podem exercer um papel importante em aprendizagens que aparentemente estão muito distantes por se referirem a conhecimentos abstratos. As representações analógicas podem ser utilizadas em analogias que facilitam a aprendizagem (a) quer de conhecimentos muito abstratos, que não podem ser facilmente traduzidos por outras abstrações, (b) quer de conhecimentos muito novos que não encontram na

memória de longo prazo outras âncoras fáceis de tipo proposicional com as quais se poderiam ligar.

Existem também vários relatos anedóticos que parecem demonstrar a importância da representação analógica na criatividade. Dois exemplos frequentemente citados na literatura são os casos da invenções de Kekulé no domínio da biologia e de Faraday no domínio da física.

#### 4.2 Representações Relacionadas com Significados: Representação Proposicional

As *proposições* representam o conhecimento declarativo e correspondem a ideias. Cada proposição compreende dois tipos de elementos: por um lado, existe sempre uma *relação*, expressa normalmente por verbos, advérbios e adjetivos, e, por outro lado, existe um conjunto de *argumentos*, correspondentes aos tópicos da proposição, expressos normalmente por nomes e pronomes. As relações são formas de predicados enquanto os argumentos podem ser sujeitos, objetos (complementos diretos), objetivos ou fins, instrumentos ou meios, e outras circunstâncias. O enunciado "O menino chamou o pai" contém uma proposição. "O menino abandonado chamou o pai em voz alta" contém três proposições porque contém três relações: "abandonado", "chamou" e "em voz alta."

As imagens constituem formas analógicas e contínuas de representação ao passo que as proposições são discretas. As imagens são mais económicas do que as proposições para representar a informação espacial e parecem ter um papel mais importante na memória de trabalho do que na memória a longo prazo.

Deve notar-se que as palavras, expressões e frases são meios concretos de expressar ideias ao passo que as proposições são abstrações que representam as próprias ideias. A representação usa o sentido ou as proposições abstratas e não as palavras concretas. As linguagens proposicional e imagística são as mais adequadas para a resolução criativa de problemas. Os computadores, mais especializados nas produções, estão menos adequados para estas tarefas.

Segundo a notação adotada por Kintsch (1974), a proposição é representada como uma lista que contém, entre parêntesis, a relação em tipo itálico seguida pela lista de argumentos. O exemplo anterior seria representado pelas três proposições:

1. (*Chamar*, menino, pai, passado)
2. (*Abandonar*, menino, passado)
3. (*Em voz alta*, chamar).

No princípio da década de 70 (Rumelhart, Lindsay e Norman, 1972), foi proposta a ideia de rede proposicional e da sua representação gráfica. Uma proposição pode ser apresentada através duma *rede proposicional*. Graficamente, a proposição é representada por uma elipse, da qual partem setas que ligam a proposição aos seus elementos (relações e argumentos), como consta da Figura 5. As proposições juntamente com os seus elementos designam-se, na terminologia de Anderson (1990) *nós de rede* (proposicional) enquanto as setas que ligam os nós se chamam *ligações*.

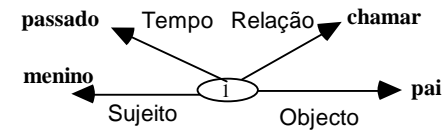


Figura 5. Exemplo de proposição com três elementos: "O menino chamou o pai".

As relações entre vários conjuntos de conhecimentos podem ser expressas por redes proposicionais, onde os conjuntos correlacionados de proposições aparecem espacialmente interligados. A Figura 6 mostra as três proposições contidas na expressão "O menino abandonado chamou o pai em voz alta."

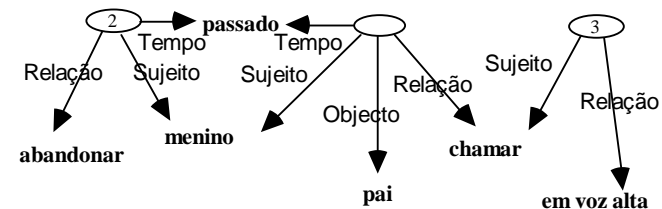


Figura 6. Exemplo de rede proposicional com três proposições: "O menino abandonado chamou o pai em voz alta".

Quais são os argumentos em favor da representação proposicional? McNamara (1994) aduz três espécies de provas em favor da representação proposicional. Primeiro, nós recordamos mais exatamente a substância da informação do que as palavras que serviram para veicular a informação (vide Kintsch & Keenan, 1973). Segundo, as palavras da mesma proposição sofrem efeito da chamada indicição (*priming*) associativa, relacionada com a memória semântica. Por último, as experiências com associação livre (v. g., gato-rato, rato-queijo) demonstram o mesmo efeito de indicição na memória semântica.

No que se refere às funções da representação proposicional, podem aduzir-se três importantes objetivos. Primeiro, o modo de representação proposicional permite representar adequadamente grandes conjuntos de informação sem limitações intrínsecas. Segundo, esta representação garante a manutenção do sentido mais profundo deixando para segundo lugar a forma mais superficial. Por último, este modo de representação permite fazer inferências de modo relativamente económico.-

##### 4.2.1.1 Aplicações na Educação

A aquisição de novo conhecimento é vista como um processo em que novas proposições são preparadas na memória de trabalho e depois enviadas para a memória de longo prazo onde se interligam com outras proposições que têm elementos comuns. Segundo um estudo de Hayes-

Roth e Thorndyke (1979), a interligação na mesma rede de informação relacionada depende do facto de essa informação se encontrar simultaneamente presente na memória de trabalho. Para Anderson (1983), o registo de conhecimento declarativo na MLP opera-se a partir da MT através dum processo probabilístico.

A teorização da representação do conhecimento declarativo apoia as seguintes sugestões para os professores:

1. deve-se dar importância às revisões periódicas da matéria dada;
2. deve-se cuidar da organização do material;
3. deve-se fazer apelo aos conhecimentos anteriores relacionados com o que se está a ensinar; e
4. deve-se fazer uma revisão geral de todo o material ensinado, para o que poderá ser útil fazer uma revisão global.

Alguns autores pensam que a rede de informação relacionada está organizada hierarquicamente. Tal parece acontecer frequentemente com uma classe de representações designada como esquema mental, como se descreve na próxima secção.

### 4.3 Esquemas Mentais

Os chamados *esquemas mentais* correspondem à representação de certos conceitos complexos ou constructos que servem para filtrar e organizar a nova informação. Os esquemas podem integrar proposições, imagens e ordenações lineares. Têm como função permitir usar mais economicamente os conceitos. Entre os exemplos mais comuns de esquemas, contam-se (a) as *categorias naturais*, que correspondem aos grandes conceitos científicos, (b) os *eventos* rotineiros da vida comum, como a ida ao restaurante ou ao cabeleireiro, e (c) os *tipos de texto*, como o relatório científico ou a novela. Os esquemas mentais possuem *entradas* ("slots"), *atributos*, ou *variáveis*, que servem para codificar as características típicas dos conceitos, e *valores*, que correspondem à concretização ou atualização dos mesmos atributos. Tomado como exemplo, o esquema mental de *vivenda* contém atributos como número de pisos, número de divisões e material de composição. Os valores que atuam os atributos concretos de determinada vivenda podem ser dois pisos, sete divisões, e material de granito. Existem limites ainda que vagos para o número e valores dos atributos. Os esquemas podem estar integrados em hierarquizações complexas ou em encaixes sucessivos. Assim, *maçã* é um *fruto*, que por sua vez é *alimento*. No outro exemplo apresentado, *vivenda* integra-se numa *hierarquia de generalização* ou sobreconjunto, que pode ser *edifício*, e contém *hierarquias subordinadas* como, por exemplo, *sala*.

Os esquemas de eventos iterativos, relacionados com hierarquias de generalização e hierarquias subordinadas, foram estudados por Shank e Abelson (1977) sob a designação de *guiões* ("scripts"). Um exemplo de guião pormenorizadamente descrito por estes autores é a *ida ao restaurante*. Este guião, só por si, tem codificada uma vasta quantidade de informação correspondendo a entradas e valores, desde a passagem na porta até ao pagamento da conta e

saída do edifício. Nestes casos, os esquemas mentais parecem ser constituídos simultaneamente por conhecimento declarativo e por conhecimento procedimental.

#### 4.3.1.1 Aplicações na Educação

Os esquemas mentais têm grande relevância na aprendizagem académica já que constituem uma parte importante dos conteúdos das matérias disciplinares. O facto de os alunos possuírem de forma adequada ou não adequada os esquemas hierarquicamente relacionados com outros que atualmente estão a ser ensinados facilita ou dificulta a aprendizagem adequada dos novos esquemas.

### 4.4 Representação de Procedimentos através de Produções

Como foi dito acima, J. R. Anderson pensa que o conhecimento procedimental é armazenado sob formas de representação, designadas *produções*, mais ativas do que as proposições. Uma produção compõe-se de uma parte-condição ou oração condicional ou oração *se* e de uma parte-ação ou oração conclusiva ou oração *então*. Exemplo de produção, que traduz uma operação de classificação.:

"Se um animal é bípede  
e o animal é implume  
**Então** classifique o animal como homem  
e diga "homem."

Em forma declarativa, esta produção corresponde a afirmar que "o homem é um bípede implume." Esta forma de conhecimento declarativo representa-se através de duas proposições: "o homem é um bípede, e esse bípede é implume."

Como diz E. Gagné (1985), as produções diferem das proposições pelo facto de que as produções (a) estão mais próximas do ambiente (trata-se aqui de reconhecer sinais ou de operar sobre algo), (b) apresentam reações em relação ao ambiente (em face dos sinais, chega a uma ação ou a uma categorização) (c) apresentam um tipo de desempenho diferente daquele que corresponde ao conhecimento declarativo já que as produções são mais automáticas e mais voltadas para operar no ambiente enquanto as proposições são mais distantes do ambiente e mais adequadas para o pensamento, e (d) são mais dinâmicas e ativas.

O conhecimento procedimental implica diretamente o comportamento. O conhecimento declarativo pode influenciar também o comportamento na medida em que os conteúdos da MT se transformam em comportamentos através dum processo de equiparação com a parte condicional das regras de produção.

As proposições apresentam um carácter finalizado e ligam-se por redes proposicionais segundo as suas afinidades de objetivo. As produções com uma *estrutura de objetivo* comum ligam-se em *sistemas de produções* ou *conjuntos de produções* relacionados pelo fluxo de controlo, numa espécie de fluxograma, onde a ação desencadeada por uma produção se transforma em condição da produção seguinte. Num dado sistema de produções, o controlo do comportamento vai passando duma produção para outra (Gagné, Yekovitch, & Yekovitch, 1993). Num dado momento, o controlo do comportamento é assumido por aquela produção cujo

objetivo se encontra ativado e cujas condições são satisfeitas. O facto de o controlo de determinado comportamento (ou externo ou cognitivo) se encontrar dentro do próprio conhecimento permite que a abordagem do processamento de informação possa dispensar o recurso a mecanismos de controlo executivo, como acontece em propostas de estruturas metacognitivas.

#### 4.4.1.1 Tipos de Conhecimento Procedimental

Acompanhando a tipologia estabelecida por Gagné, Yekovitch, e Yekovitch (1993), as produções podem ser classificadas segundo dois critérios, ambos considerados como contínuos, cada um dos quais com dois polos. Por um lado, as produções variam segundo o grau de *generalidade-especificidade de domínio* e, por outro lado, variam quanto ao grau de *automaticidade-controlo*.

O conceito de *domínio* refere-se a qualquer área de conteúdos e assim pode referir-se quer a domínios de *áreas de matérias ou conteúdos*, como acontece com disciplinas académicas como a matemática, quer a domínios de *ferramentas* como a leitura e a escrita. O conhecimento procedimental de domínio geral corresponde aos métodos fracos ou estratégias fracas de atividade cognitiva. Os métodos de atividade cognitiva de domínio específico correspondem aos métodos fortes, assim chamados por assegurarem mais rigorosamente o êxito dessa atividade como acontece com os peritos ou especialistas e com os profissionais em geral.

No que se refere à dimensão automaticidade-controlo, os *procedimentos automáticos* consomem poucos recursos cognitivos como a atenção. Estes procedimentos apresentam as seguintes características (Gagné, Yekovitch, & Yekovitch, 1993): (a) operam rapidamente, (b) são precisos, (c) dispensam o controlo consciente, (d) são dificilmente Verbalizáveis. É de sublinhar que, embora muitos professores incluem nos seus objetivos o ensino do controlo consciente dos processos de pensamento, os resultados da investigação sobre as vantagens desse ensino de métodos fracos não são totalmente encorajadores.

As duas dimensões generalidade-especificidade de domínio e automaticidade-controlo de procedimentos relacionam-se mutuamente, como se mostra na Figura 7. Assim, o conhecimento procedimental de domínio específico que se automatizou corresponde às *competências básicas automatizadas de domínio específico*. Este tipo de conhecimento diz respeito aos procedimentos especializados que se ocupam dos aspetos rotineiros dos problemas correntes. Em contraponto, o conhecimento procedimental de domínio específico que se manteve sob controlo da consciência corresponde às *estratégias de domínio específico*.

É de notar que os procedimentos de domínio geral dificilmente ou nunca se automatizam. Correspondem às *estratégias de domínio geral* ou métodos fracos.

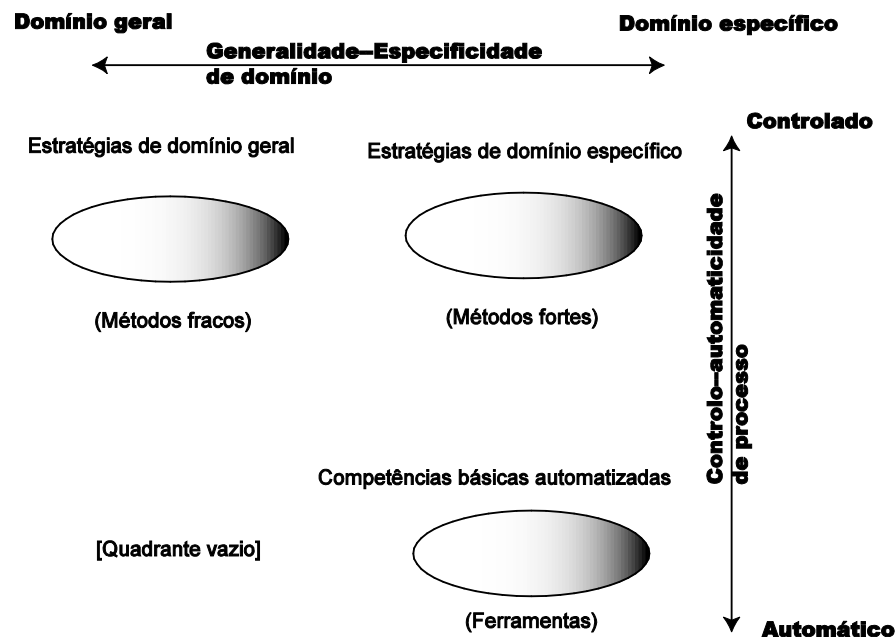


Figura 7. Os tipos de conhecimento procedimental segundo a sua especificidade e automaticidade (Adaptação de Gagné, Yekovitch & Yekovitch, 1993).

Os diversos tipos de conhecimento diferem no que respeita quer ao seu caráter dinâmico ou estático quer à velocidade de aquisição quer ao grau de modificabilidade. Anderson (1990) calcula que são precisas 10 000 repetições para automatizar procedimentos cognitivos complexos. Em contraponto com o desempenho conduzido por proposições, o desempenho com base em produções é mais rápido e mais automático e ocorre sem necessidade do mesmo grau de trabalho consciente. Por estas razões, os sistemas de produção são mais económicos do que as proposições em relação à memória de trabalho porque, na sequência das operações mentais, o controlo do fluxo da informação processa-se automaticamente. Assim, um condutor Experimentado pode conduzir e simultaneamente manter uma conversa interessante com a passageira.

## 5 AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO DECLARATIVO

### 5.1 Papel da Memória no Conhecimento Declarativo

Foi dito acima que o conhecimento declarativo (CD) é o conhecimento *de que* alguma coisa é o caso. São conhecimentos declarativos os conhecimentos relacionados com objetos, factos, conceitos, generalizações e princípios, teorias e acontecimentos pessoais. O CD é testado quer pelo reconhecimento quer pela recordação de informação. É este tipo de conhecimento que os estudantes acusam de ser meramente teórico. A memória de longo prazo (MLP) contém o CD representado numa vasta rede de proposições e contém igualmente o conhecimento procedimental (CP) quer geneticamente determinado, como *harduere*, exemplificado na capacidade de discriminar o brilho ou o movimento, quer adquirido através da aprendizagem, como *softuere*, exemplificado na capacidade de conduzir um automóvel a grande velocidade.

É na memória de trabalho (MT) que o novo conhecimento se liga ao velho conhecimento. Assim, a MT pode conter três tipos de conhecimento: (a) informação nova recebida pelos órgãos recetores; (b) antigos conhecimentos *ativados* a partir da MLP; e (c) novas proposições recém-construídas na MT.

Anderson (1983) define a *difusão de ativação* como o processo pelo qual uma dada proposição ativa transmite a ativação a outras proposições relacionadas. Essas proposições passam, assim, da MLP para a MT. Este processo é designado como *recuperação*.

### 5.2 Aprendizagem de Conhecimento Declarativo

A *aprendizagem ou aquisição* de novos conhecimentos declarativos (CD) realiza-se através do *armazenamento* de novas proposições que se relacionam com outras proposições precedentes. As proposições de diversa origem que aparecem na MT estimulam a formação de novas proposições que são armazenadas na MLP em ligação com o conhecimento anterior. Como se verá com mais pormenor na próxima secção, este processo é chamado *elaboração* e pode ser definido como o processo de formar um conhecimento de ligação que relaciona o novo conhecimento que se pretende adquirir com o antigo conhecimento previamente registado na MLP.

O *sentido* ou significado consiste nas conexões que se estabelecem entre o antigo e o novo conhecimento. A aprendizagem de CD corresponde à criação de sentido, isto é, à criação de ligações entre as novas proposições e as proposições anteriormente armazenadas na MLP. O *grau de significado* corresponde ao número e ao tipo das conexões estabelecidas entre o conhecimento novo e o conhecimento anterior. Deste modo, não pode haver aprendizagem do que quer que seja sem sentido. Um tipo de informação inteiramente nova, sem sentido aparente, relaciona-se com a informação anterior pelo menos através de sons previamente armazenados. As primeiras aquisições do recém-nascido devem ter sido conectadas com os processos sensoriais e motores.

O processo de aquisição de novo conhecimento ocupa espaço na MT e exige tempo. H. Simon (1974) calculou que cada novo *bit* de informação leva 10 segundos a codificar. O limite teórico da capacidade humana de processamento estaria então situado em seis bits por minuto. O limite de processamento humano estaria situado à volta de seis bits por minuto. Considerando que o ritmo médio numa lição oferece 150 palavras por minuto e que uma proposição tem uma média de cinco palavras, segue-se que os alunos ouvem em média 30 proposições por minuto. Admitindo que apenas metade das proposições contém nova informação, os estudantes recebem 15 novas proposições por minuto. Se se admitir que os estudantes estão a *elaborar* novas proposições, então eles não são capazes de receber seis novas proposições por minuto (um bit em cada 10 segundos), mas apenas uma nova proposição comunicada pelo professor em cada minuto. Assim se entende que os estudantes que parecem mais criativos e mais capazes de pensar sejam aqueles que parecem esquecer mais facilmente: é que a sua MT está frequentemente cheia de elaborações, e por isso muitas das proposições vindas do professor não chegam a ser apresentadas na MT dos alunos.

A *recuperação* de conhecimentos é desencadeada por uma questão que pode ter origem externa ou interna. As proposições ativadas por estas questões vão ativar outros conceitos relacionados até que seja encontrada uma proposição que responda adequadamente à questão posta. Este processo, que já antes foi designado como difusão de ativação, decorre inconscientemente, exceto no que respeita à decisão sobre a adequação da resposta encontrada. Se não se encontra uma resposta adequada e não há tempo para uma busca mais demorada, o sujeito contenta-se com uma conjectura fundamentada, consistente com o conhecimento existente.

### 5.3 Elaboração do Conhecimento Declarativo

No processo de aprendizagem de conhecimento declarativo, o indivíduo pode *construir* novo conhecimento a partir do conhecimento existente, ou seja, pode recorrer à *elaboração*. A elaboração consiste, pois, na construção de novas proposições a partir de proposições existentes. A elaboração pode também ser ativada para melhor inserir o novo conhecimento na estrutura cognitiva, no momento do armazenamento. As novas proposições elaboradas podem consistir em inferências lógicas desenvolvidas a partir de proposições armazenadas na MLP, no desenvolvimento das proposições que vão ser armazenadas, na construção dum exemplo a partir dum dado conceito, ou na adição de quaisquer elementos que sirvam para relacionar informação. Num estudo de recordação de histórias planeado por Bower, Black, e Turner (1979), 20% do material recordado consistia em elaborações desenvolvidas a partir do que os sujeitos sabiam acontecer em situações normais.

A elaboração facilita a recuperação de duas maneiras:

1. oferecendo vias alternativas de recuperação, através das quais a difusão de ativação pode progredir;
2. oferecendo informação adicional que pode servir de base à construção da resposta adequada.

Existe uma explicação alternativa para explicar o papel atribuído à elaboração na aquisição e recuperação de CD. Consiste no esquema de *profundidade de processamento*.

Qualquer tipo de elaboração é preferível à ausência de elaboração. As elaborações eficazes ligam partes das proposições que se querem recordar ou estimulam a recordação adequada do contexto de aprendizagem (*elaborações precisas*). As elaborações menos eficazes não ligam partes das proposições que devem ser recordadas ou não estimulam a recordação do contexto de aprendizagem (*elaborações imprecisas*). As elaborações precisas mantêm a difusão de ativação dentro dos limites da informação a ser recordada. As elaborações imprecisas, por sua vez, tendem a afastar a difusão de informação da área da informação a recordar. Neste sentido, a elaboração precisa é mais eficaz para o *pensamento convergente* ao passo que a elaboração imprecisa pode ser mais eficaz para o desenvolvimento do *pensamento divergente*.

Se a elaboração favorece a aprendizagem e a recordação, a instrução deve ser planeada de modo a favorecer a elaboração. Gagné, Yekovitch e Yekovitch (1993) resumem as atividades pedagógicas para incentivar a elaboração e a organização sob cinco grupos:

1. recorrer às imagens;
2. usar analogias;
3. dar instruções para elaborar ou organizar;
4. apresentação dum plano com os conteúdos;
5. ter em conta a organização na apresentação dos assuntos.

De modo mais pormenorizado, os professores poderão recorrer aos seguintes processos para favorecer a elaboração:

1. instruir os aprendentes para usar imagens, principalmente quando se trata de material familiar;
2. apresentar analogias familiares com material menos familiar ou abstrato ou com material novo, que exige pressupostos informacionais que o aprendente não possui;
3. instruir explicitamente o aprendente para elaborar, convidando-o para construir as suas próprias analogias e metáforas;
4. pedir para dar exemplos dos novos conceitos que estão a ser ensinados;
5. pedir para preencher um esboço parcialmente completo; e
6. Mostrar como o material novo se liga com a matéria já conhecida.

#### 5.4 Organização do Conhecimento Declarativo

Os alunos tendem não só a elaborar em face de nova informação, mas também a *organizar* a nova informação. A *organização* consiste no processo de dividir um conjunto de informações em subconjuntos e indicar a relação entre os subconjuntos. Tem como efeito melhorar otimizar a utilização das capacidades limitadas da MT durante a recuperação. Os indivíduos organizam espontaneamente a informação (por exemplo, tomando as pausas do discurso como um intervalo na organização).

A organização tem uma enorme influência na Memorização do material apresentado. É possível que as crianças mais velhas recordem mais informação porque organizam melhor. A organização da resposta em categorias permite melhor recordação.

A organização melhora a recordação por duas vias distintas.

1. A organização atua à maneira das elaborações precisas, proporcionando *ligações firmes* entre a informação a ser recordada e mantendo a difusão da ativação na área relevante.
2. A organização pode ainda oferecer *pistas de recuperação* (classes) para guiar a difusão de ativação.

Se, como acontece com a elaboração, a organização favorece a aprendizagem e a recordação, a instrução deve ser planeada de modo a favorecer também a organização.

Entre os atos de instrução que favorecem a organização, contam-se os seguintes:

1. oferecer um sumário prévio daquilo que vai ser apresentado; o sumário ajuda no processamento de pormenores mais específicos;
2. estabelecer redes de ligação entre diversas partes e elementos do material a aprender (networking);
3. usar roteiros que fornecem um mapeamento (mapping) ou esquematização dos assuntos.
4. pedir que os alunos apresentem exemplos dos novos conceitos que estão a ser ensinados;
5. pedir para preencher um esboço parcialmente completo;
6. usar palavras-chave que servem de pistas para a organização;
7. apresentar o material de modo organizado e evitar a fragmentação excessiva dos conhecimentos a adquirir;
8. indicar no princípio da aula como o material se relaciona com conhecimentos anteriores;
9. indicar durante a aula como é que o material se organiza.

Notar que a ausência de motivação pode indicar somente que os alunos não conseguem relacionar o novo material com qualquer conhecimento anterior.

##### 5.4.1 Aprendizagem de Esquemas

Os esquemas são formas de conhecimento declarativo, mas este tipo de conhecimento é criado através de produções e por isso pode a sua aquisição pode ser modelada como um sistema de produções (Gagné, Yekovitch, & Yekovitch, 1993). Os dois principais processos envolvidos na aquisição dos esquemas são a generalização ou a formação do esquemas e a discriminação ou refinamento dos esquemas.

##### 5.4.1.1 Generalização ou Formação dos Esquemas

A generalização foi definida por Anderson como o processo de mudar uma produção de modo que a sua ação seja aplicada a mais casos. A generalização acontece automaticamente sempre que duas produções que têm a mesma ação se encontram uma com a outra ao mesmo tempo na memória de trabalho. Neste caso o, mecanismo de generalização toma em consideração as condições comuns e cria uma nova produção que mantém as condições comuns e apaga as condições exclusivas de cada uma das produções. O principal resultado da generalização é o apagamento das condições supérfluas, isto é, das condições exclusivas de cada produção.

Uma explicação para a classificação de exemplos, alternativa ao conceito de generalização, consiste na proposta de emparelhamento de exemplos. Esta abordagem propõe que os novos exemplos são classificados por comparação com o exemplo mais próximo, armazenado na MLP.

Vários estudos sugerem que as pessoas usam quer generalizações, esquemas ou protótipos quer o emparelhamento de exemplos (quando não possuem informação sobre a categoria geral).

*Apoio instrucional da generalização.* A instrução da generalização é facilitada pelo apoio à memória de trabalho através da apresentação dum sequência de exemplos que diferem amplamente quanto aos valores das características irrelevantes. A presença, nos exemplos, de características irrelevantes comuns limita a generalização. O professor deve pois atender aos seguintes processos:

1. selecionar os exemplos, tendo em conta a importância da discrepância dos atributos irrelevantes (v.g., a vaca e o golfinho são exemplos de mamíferos);
2. apresentar simultaneamente esses exemplos;
3. ajudar a identificar as características relevantes e irrelevantes.

#### 5.4.1.2 *Discriminação ou Refinamento dos Esquemas*

A discriminação restringe o âmbito das aplicações, acrescentando alguma coisa às condições da produção. Acontece quando uma produção não funciona e se identifica o que é diferente e impede a produção de funcionar. Neste caso, a diferença é acrescentada à produção como condição necessária.

*Apoio instrucional da discriminação.* A discriminação é facilitada pela apresentação em sequência de exemplos e não-exemplos. A presença simultânea na MT de situações em que a classificação é correta e de situações em que não é correta faz com que se identifiquem as diferenças cruciais e se corrijam as produções pela adição de novas condições. Este processo de emparelhamento de exemplos e não-exemplos deve manter iguais todas as características exceto o atributo crucial. O professor deve pois atender aos seguintes processos:

1. selecionar os exemplos e não-exemplos emparelhados, tendo em conta a importância da proximidade dos atributos irrelevantes (v.g., o golfinho é mamífero, e o tubarão é peixe);
2. apresentar simultaneamente esses exemplos e não-exemplos;
3. ajudar a identificar as características irrelevantes;
4. criar eventos discrepantes.

O ensino formal escolar é um fator importante para a aprendizagem de esquemas porque permite a planificação da generalização e discriminação através da apresentação de exemplos e não-exemplos.

## 6 AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL

O conhecimento procedimental distingue-se do conhecimento declarativo na medida em que não é perfeitamente traduzível em palavras e é acessível, não de uma forma geral, mas de uma forma relativa a um uso específico. O conhecimento procedimental em determinado campo oferece meios para classificar e manipular a informação; é, por isso característico dos peritos ou especialistas.

Distinguem-se os dois tipos de procedimentos: (a) *procedimentos de sequência de ações* (PSA) e (b) *procedimentos de reconhecimento de padrões* (PRP). Os PSA estão na base da possibilidade de levar avante sequências de ações sobre símbolos. Os PRP estão na base da possibilidade de reconhecer e classificar padrões de estimulação interna ou externa.

Os PSA estão ligados a PRP do mesmo modo que as regras estão ligadas a conceitos. Os PRP são condições necessárias ao funcionamento dos PSA.

### 6.1.1 *Aprendizagem de Procedimentos de Sequências de Ações*

Embora os procedimentos de sequência de ações (PSA) e os procedimentos de reconhecimento de padrões (PRP) se interliguem no desempenho, eles estão separados na aprendizagem. A aprendizagem dos PSA é lenta e sujeita a frequentes erros de percurso.

Normalmente, a aquisição dos PSA, segundo dizia J. R. Anderson (1983), resultava da mudança dum desempenho de sequência de ações, conduzido inicialmente a partir de representações declarativas, para um desempenho de sequência de ações, conduzido a partir de representações procedimentais. (Mais adiante referir-se-á a nova posição de Anderson, expressa no seu artigo de 1989, admitindo a possibilidade de aquisição de CP sem intervenção expressa de CD.) Esta transformação do CD em CP chama-se *compilação de conhecimento*. A vantagem da nova representação de sequência de ações conhecida como compilação de conhecimento consiste num tipo de desempenho mais fácil e mais rápido.

Fitts e Posner (1967) descrevem a *aquisição de competências* de forma aproximada do conceito andersoniano de compilação de conhecimento procedimental. A aquisição de competências, que no presente contexto se pode designar *de domínio específico*, far-se-ia em três estádios de desenvolvimento. O primeiro estádio é o *estádio cognitivo*. Nesta fase, o indivíduo utiliza uma codificação declarativa para o desempenho da competência. Em termos de resolução de problemas, usando uma expressão de Anderson (1990), o sujeito recorre a um procedimento de domínio geral, que pode ter a seguinte formulação: “SE o objetivo é atingir o Estado X, e existe o Método M para atingir o Estado X, ENTÃO estabelece como subobjetivo aplicar o Método M”. O segundo estádio na aquisição de competências é o *estádio associativo*. Agora, eliminam-se os erros e fortalecem-se as conexões entre os elementos que compõem a produção ou a competência. O conhecimento procedimental, isoladamente ou associado ao conhecimento declarativo, passa a comandar o desempenho da competência em causa. Em vez de uma formulação geral meios-fins, o aprendente desenvolve uma produção específica, que

pode ter a seguinte formulação: “SE o objetivo é pôr o carro em andamento, ENTÃO estabelece como subobjetivos carregar na embraiagem, encostar a alavanca à esquerda e à frente, levantar gradualmente o pé da embraiagem e carregar gradualmente no acelerador”. O último estágio é o *estádio autónomo*. Agora a mediação Verbal desaparece, e o desempenho torna-se mais perfeito em precisão e velocidade. Este aperfeiçoamento em precisão e velocidade designa-se como *afinação* da competência.

Em alternativa à formulação de Fitts e Posner (1967), J. R. Anderson (1983) descreve a compilação de conhecimento procedimental através de dois subprocessos: (a) *procedimentalização* e (b) *composição* ou *unitização*. A procedimentalização consiste em abandonar as pistas oferecidas por representações declarativas; corresponde ao estágio cognitivo de Fitts e Posner. A composição ou unitização consiste em fundir vários procedimentos num único procedimento; corresponde aos estádios associativo e autónomo de Fitts e Posner. As próximas secções descrevem sumariamente a procedimentalização e a composição.

#### 6.1.1.1 Procedimentalização

No dizer de Anderson (1989), a procedimentalização supõe que, na condição duma produção existe uma distinção entre informação de objetivo e informação de contexto, como no exemplo seguinte: Se o objetivo é realizar uma operação (objetivo) e existe um processo para realizar essa operação (contexto), então usa esse processo. A procedimentalização processa-se em dois passos:

1. primeiro, gera-se uma descrição proposicional do procedimento com a informação de contexto em forma declarativa na MT;
2. depois, traduz-se a descrição proposicional em forma procedimental ("se...então..."), eliminando a informação de contexto, como no exemplo seguinte: se o objetivo é reduzir duas frações ao mesmo denominador, então usa o processo x.

A eliminação do contexto torna-se possível através duma maior especificação da informação de objetivo na parte-condição.

Existem dois obstáculos para a procedimentalização. Primeiro, a MT é limitada e tem dificuldade em manter ativas todas as proposições necessárias ao funcionamento da sequência de ações ainda em forma declarativa. Veja-se por exemplo, a série de proposições que serão necessárias para que uma criança aprenda a somar frações. Segundo, a aprendizagem de sequência de ações exige como condição necessária outros conhecimentos prévios que o sujeito não possui.

O CP é mais rápido do que o CD porque a recuperação de novas proposições é automática já que a ação de uma produção se torna na condição doutra produção ao passo que a recuperação de novas proposições depende da difusão de ativação, que é mais morosa.

#### 6.1.1.2 Apoio Instrucional da Procedimentalização

A procedimentalização é encorajada ajudando a remover os dois obstáculos já indicados, (a) ultrapassando a limitação da capacidade da MT, (b) remediando a falta de conhecimentos

prévios necessários, normalmente, sob a forma de CD, e (c) facilitando a transferência de conhecimentos para novas situações.

A MT pode ser apoiada fornecendo-se um guia com as pistas necessárias para acompanhar as repetidas ações que virão a ser integradas nos futuros procedimentos. (Não parece útil Memorizar a sequência de proposições). A falta de conhecimentos prévios, que constituía o segundo escolho a ultrapassar para a aquisição de procedimentos, pode ser suprida através de instrução individualizada. A transferência pode ser facilitada através da apresentação de problemas variados.

#### 6.1.1.3 Composição ou Unitização

A composição resulta da fusão de várias produções numa só. A composição realiza-se automaticamente, de forma probabilístico, quando mais que uma produção se encontram ativas na MT ao mesmo tempo. No caso de duas produções seriadas, a ação da primeira torna-se na condição da segunda, e assim por diante; a nova produção tem a condição da primeira e as ações das que se lhe seguem.

A composição pode também manifestar algumas desvantagens, dificultando a atuação do sujeito em situações novas devido ao que se chama *fixidez funcional* ou *efeito de disposição* ou *efeito de hábito* (*set effect*), que consiste numa certa rigidez de comportamento. O efeito de disposição dificulta o encontro de soluções alternativas, que não chegam a aparecer na MT. A utilidade da composição pode ser avaliada pela presença de dois critérios:

1. improbabilidade de mudar os procedimentos, que afaste o perigo do efeito de disposição;
2. probabilidade de uso frequente, que justifique o interesse por maior velocidade na ação.

#### 6.1.1.4 Apoio Instrucional da Composição

Dois processos facilitam a composição: prática e fidebeque. (a) A *prática* oferece oportunidade para que as duas produções se encontrem simultaneamente ativas na MT, oferecendo oportunidades para a composição. (b) O fidebeque informa se se está a processar a composição que interessa. Note-se que os PSA não são eficazes sem acompanhamento dos PRP, que indicam quando se deve usar os PSA. Embora a aprendizagem da generalização, discriminação, procedimentalização e composição impliquem estratégias de ensino diferentes, pode dizer-se que a prática e o fidebeque estão implicados em todas as estratégias da aprendizagem de procedimentos (não necessariamente na aprendizagem de conhecimento declarativo). Também a utilidade do recurso a analogias familiares na aprendizagem de novos procedimentos tem sido sublinhada por vários autores pelo facto de permitir o acesso a alguma informação logo à partida.

## 6.2 A Atenção

No modelo de processamento de informação, a percepção operada através dos recetores sensoriais aparece relacionada com a atenção. É pois preciso considerar os conceitos de percepção e atenção. A *percepção* consiste na atribuição de significado a um estímulo. As leis da organização percetual foram objeto de estudo minucioso, especialmente por parte dos psicólogos

da Gestalt, como foi visto anteriormente. Resta agora rever algumas linhas de investigação sobre a atenção.

A *atenção* consiste na atribuição de recursos cognitivos a uma dada tarefa cognitiva. Uma *tarefa* consiste numa situação na qual se exige uma ação ou um conjunto de ações para atingir um objetivo. A investigação sobre a atenção pode ser resumida nos seguintes quatro modelos.

#### 6.2.1.1 Modelo de Atenção Precoce de Broadbent

Na década de 50, Cherry (1953) e Broadbent (1958) introduziram uma linha de investigação sobre a atenção, utilizando tarefas de escuta dicótica. Os sujeitos destas experiências recebiam auscultadores com possibilidade de mensagens diversificadas para os canais dos dois ouvidos. O sujeito devia repetir em voz alta a mensagem que estava a receber. O sujeito poderia mudar a direção da sua atenção se a tarefa o exigisse. Broadbent concluiu que a atenção funcionava como um interruptor, possibilitando a audição de um ou outro canal, mas não dos dois canais simultaneamente.

#### 6.2.1.2 Modelo de Atenção Diminuída de Anne Treisman

Na década de 60, o modelo de Broadbent foi posto em causa com os estudos de Anne Treisman (1960). Se a atenção estivesse exclusivamente empenhada numa única fonte de informação, não seria possível explicar o conhecido *fenómeno de reunião social*, pelo qual conseguimos identificar o nosso nome quando pronunciado por alguém num grupo vizinho apesar de estarmos a atentos na conversa com outro grupo. Segundo o modelo de Treisman, os diversos canais sensoriais recebem atenção desigualmente repartida, mas suficiente para que o sujeito possa aperceber-se de eventos de especial relevo para os quais pode dirigir um maior número de recursos atencionais se nisso estiver interessado.

#### 6.2.1.3 Modelo de Processamento Completo de Shiffrin

Nos Anos 70, Shiffrin propôs um modelo de processamento completo da atenção. A atenção é considerada como um recurso mental muito limitado, que, por ser limitado, exige uma aplicação criteriosa. A distribuição da atenção seria sempre suficiente para que se completasse o processo de reconhecimento de padrões expressos nos estímulos que atingem os canais sensoriais.

Excetuando o caso de estímulos ambíguos, em condições normais operar-se-ia sempre automaticamente o reconhecimento dos padrões expressos pelos estímulos. O problema da distribuição dos recursos atencionais só se poria na memória de trabalho, depois de reconhecidos os padrões perceptivos.

#### 6.2.1.4 Modelo de Distinção entre Recursos e Dados

Fisher, Duffy, Young e Pollatsek (1988) propuseram uma nova abordagem da atenção que parece explicar as divergências apresentadas nos estudos em que se fundamentam os modelos anteriores. Esta abordagem assenta na distinção entre dificuldades de perceção que resultam de tarefas com recursos limitados e dificuldades que resultam de tarefas com dados limitados. As tarefas com recursos limitados são aquelas que melhorariam se lhes fossem atribuídos mais

recursos cognitivos (v. g., estudar cálculo quando se vê a telenovela). Estariam neste caso as experiências usadas nos estudos de Treisman.

Tarefas de dados limitados são aquelas cuja execução melhoraria, não pela atribuição de maiores recursos atencionais, mas pela melhoria da qualidade dos dados expressos nos estímulos sensoriais (v. g., quando se ouve um filme com má gravação sonora). Neste caso estariam as experiências usadas nas experiências de Shiffrin.

Como conclusão, os recursos atencionais são limitados e podem ser distribuídos desigualmente. Existem processos automáticos que exigem muito pouca atenção e podem ser facilmente realizados simultaneamente com outros que exigem mais atenção.

#### 6.2.2 Implicações Educacionais da Metodologia do Processamento de Informação

A teorização do processamento de informação como foi resumida acima poderá ter implicações nas seguintes áreas:

1. uso de analogias da psicologia cognitiva na sala de aulas;
2. estudo sobre estratégias de aprendizagem a partir do tempo gasto;
3. atenção ao movimento dos olhos dos alunos;
4. técnica de pensar em voz alta para seguir o trabalho do aluno;
5. uso de relatório Verbal imediato;
6. uso do teste diagnóstico usando o computador;
7. ênfase no ensino de estratégias de aprendizagem.

## 7 REFERÊNCIAS

- Anderson, J. R. (Ed.). (1976). *Language, Memory and Thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. (1989). A Theory of Origins of Human Knowledge. *Artificial Intelligence*, 40, 313-351.
- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive Psychology and Its Implications* (2.<sup>a</sup> ed.). Nova Iorque: Freeman. (2.<sup>a</sup> ed : BDEFC)
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and Its Control Process. Em K. Spence & J. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Vol. 2*. Nova Iorque: Academic Press.
- Baddeley, A. (1976). *The Psychology of Memory*. Nova Iorque: Basic Books.
- Baddeley, A. (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bandura, A. (1973). *Aggression: A Social Learning Analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (BDEFCUL)
- Bandura, A. (1978). The Self System in Reciprocal Determinism. *American Psychologist*, 33, 344-358.
- Bandura, A. (1982). Self-Efficacy Mechanism in Human Agency. *American Psychologist*, 37, 122-147.

- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1989). Human Agency in Social Cognitive Psychology. *American Psychologist*, 44, 1175-1184.
- Bandura, A., & Schunk, D. H. (1981). Cultivating Competence, Self-Efficacy and Intrinsic Interest through Proximal Self-Motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 586-598.
- Bandura, A., & Walters, R. H. (1963). *Social Learning and Personality Development*. Nova Iorque: Holt, Rinehart & Winston.
- Bigge, M. (1982). *Learning Theories for Teachers* (4.<sup>a</sup> ed.). Nova Iorque: Harper and Row.
- Bower, G. H. (1972) Mental Imagery and Associative Learning. Em L. Gregg (Ed.), *Cognition in Learning and Memory*. Nova Iorque: Wiley.
- Brewer, —(1988) . Em U. Neiser & E. Winograd (Eds.), *Remembering Reconsidered: Ecological and Traditional Approaches to the Study of Memory*. Nova Iorque: Cambridge University Press.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication*. Londres: Pergamon.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A Study of Thinking*. Nova Iorque: Wiley.
- Cherry, E. C. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech with One and with Two Ears. *Journal of Acoustical Society of America*, 25, 975-979.
- Chomsky, N. (1959/1964). A Review of B. F. Skinner's *Verbal Behavior*. Em J. A. Fodor & J. J. Katz (Eds.), *The Structure of Language: Readings in the Philosophy of Language*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. (Reimpressão de *Language*, 1959, 35, 26-58)
- Cooper, A. J. R., & Monk, A. (1976). Learning for Recall and Learning for Recognition. Em J. Brown (Ed.), *Recall and Recognition*. Londres: Wiley.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis*. Leipzig: Duncker & Humboldt.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal Reports as Data. *Psychological Review*, 87, 215-251.
- Estes, W. K. (1970). *Learning Theory and Mental Development*. Nova Iorque: Academic Press.
- Farah, M. J., Hammond, K. M., Levine, D. N., & Calvanio, R. (1988). Visual and Spacial Mental Imagery: Dissociable Systems of Representation. *Cognitive Psychology*, 20, 439-462.
- Fisher, D. L., Duffy, S. A., Young, C., & Pollatsek, A. (1988). Understanding the Central Processing Limit in Consistent-Mapping Visual Search Tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 253-266.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). *Human Performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Flavell, J. H. (1971). First Discussant's Comments: What is Memory Development the Development of? *Human Development*, 14, 272-278
- Gagné, E. D. (1985). *The Cognitive Psychology of School Learning*. Boston: Little, Brown and Company. (BDEFUL)
- Gagné, E. D., Yekovitch, C. W., & Yekovitch, F. R. (1993). *The Cognitive Psychology of School Learning* (2.<sup>a</sup> ed.). New York: HarperCollins.
- Gagné, R. M. (1985). *The conditions of Learning*. (4.<sup>a</sup> ed.). Nova Iorque: Holt, Rinehart, and Winston. (Tradução portuguesa da 2.<sup>a</sup> edição, publicada em 1970: *Como se Realiza a Aprendizagem*). (BDEFUL)
- Gardner, H. (1985). *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. Nova Iorque: Basic Books. (BUJPII)
- Hayes-Roth, B., & Thorndyke, P. W. (1979). Integration of Knowledge from Text. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 91-108.
- Joyce, B., & Weil, M. (1986). *Models of Teaching* (3.<sup>a</sup> ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kintsch, W. (1974). *The Representation of Meaning in Memory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual Images Preserve Metric Spatial Information: Evidence from Studies of Image Scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.
- McCombs, B. L. (1988). Motivational Skills Training: Combining Metacognitive, Cognitive, and Affective Learning Strategies. Em C. E. Weinstein, E. T. Goetz & P. A. Alexander (Eds.), *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation*. San Diego, CA: Academic Press. (BUJPII)
- Meichenbaum, D. H. (1977). *Cognitive Behavior Modification: An Integrative Approach*. Nova Iorque: Plenum.
- Meichenbaum, D. H., & Goodman, J. (1971). Training Impulsive Children to Talk Themselves: A Means of Developing Self-Control. *Journal of Abnormal Psychology*, 77, 115-126
- Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, plus or minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Miller, N. E., & Dollard, J. (1941). *Social Learning and Imitation*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Mucchielli, R. (1976). *La Dynamique des Groupes*. Paris: ESP
- Neiser, U. (1978). Memory: What Are the Important Questions? Em M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical Aspects of Memory*. Londres: Academic Press.
- Neiser, U., & Winograd, E. (Eds.). (1988). *Remembering Reconsidered: Ecological and Traditional Approaches to the Study of Memory*. Nova Iorque: Cambridge University Press.
- Nicholls, J. G. (1984). Conceptions of Ability and Achievement Motivation. Em R. Ames & C. Ames (Eds.), *Research on Motivation in Education: Vol. 1. Student Motivation*. San Diego, CA: Academic Press.
- Paivio, A. (1971) *Imagery and Verbal Processes*. Nova Iorque: Holt, Rinehart, and Winston.
- Paivio, A. (1986) *Mental Representation: A Dual Coding Approach*. Nova Iorque: Oxford University Press.
- Polya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rotter, J. B. (1954). *Social Learning and Clinical Psychology*. Nova Iorque: Prentice-Hall.
- Rubin, D. C. (Ed.). (1986). *Autobiographical Memory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rumelhart, D. E., Lindsay, P., & Norman, D. A. (1972). A Process Model for Long-Term Memory. Em E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory*. Nova Iorque: Academic Press.
- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*. Londres: Hutchinson's University Library.
- Schacter, D. L., & Tulving, E. (1994). What are the Memory Systems of 1994? Em D. L. Schacter & E. Tulving (Eds.), *Memory Systems of 1994*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schunk, D. H. (1984). Sequential Attributional Feedback and Children's Achievement Behaviors. *Journal of Educational Psychology*, 76, 1159-1169.
- Schunk, D. H. (1985). Participation in Goal Setting: Effects on Self-Efficacy and skills of Learning Disabled Children. *Journal of Special Education*, 19, 307-317.
- Schunk, D. H. (1986). Verbalization and Children's Self-Regulated Learning. *Contemporary Educational Psychology*, 11, 347-369.

- Schunk, D. H. (1989). Self-Efficacy and Cognitive Skill Learning. Em C. Ames & R. Ames (Eds.), *Research on Motivation in Education: Vol. 3: Goals and Cognitions*. San Diego, CA: Academic Press. (BUJPII)
- Schunk, D. H. (1991). *Learning Theories: An Educational Perspective*. Nova Iorque, Macmillan.
- Schunk, D. H., & Rice, J. M. (1987) Enhancing Comprehension Skill and Self-Efficacy with Strategy Value Information. *Journal of Reading Behavior*, 19, 285-302.
- Shank, R. C., & Abelson, R. (1977). *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27, pp. 379-423, 623-656.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, 171, 701-703.
- Simon, H. A. (1974). How Big is a Chunk? *Science*, 183, 482-488.
- Simon, H. A. (1979). Information Processing Models of Cognition. *Annual Review of Psychology*, 30, 363-396.
- Skinner, B. F (1978). *Comportamento Verbal*. São Paulo: Cultrix. (Trabalho original em inglês publicado em 1957)
- Sternberg, R. J. (Ed.). (1985). *Handbook of Human Intelligence*. Cambridge: Cambridge University press.
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive Behavior in Animals and Men*. Nova Iorque: Appleton-Century-Crofts.
- Treisman, A. M. (1960). Contextual Cues in Selective Listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248.
- Tulving, E. (1972). Episodic and Semantic Memory. Em E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory*. Nova Iorque: Academic Press.
- Tulving, E. (1983). *Elements of Episodic Memory*. Nova Iorque, Oxford University Press.
- Tulving, E. (1985). How Many Memory Systems Are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, MA: The M.I.T. Press. (Trabalho original em russo publicado em 1934)
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wallas, G. (1921). *The Art of Thought*. Nova Iorque: Harcourt, Brace and World.
- Watson, J. (1913). Psychology as a Behaviorist Views It. *Psychological Review*, 20, 158-177.
- Wertheimer, M. (1959). *Productive Thinking* (ed. rev.). Nova Iorque: Harper. (Primeira edição publicada em 1945) (BUJPII)
- White, R. W. (1959). Motivation Reconsidered: The Concept of Competence. *Psychological Review*, 66, 297-333.
- Wickelgren, W. A. (1974). Single-Trait Fragility Theory of Memory Dynamics. *Memory and Cognition*, 2, 775-780.
- Wiener, N. (1948/1961). *Cybernetics, or control and Communication in the Animal and the Machine* (2.ª ed.). Cambridge, MA: MIT Press. (Primeira edição publicada em 1948)

#### 7.1.1.1 Abreviaturas.

- BDEFUL = Biblioteca do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da U. L.  
 BFCG = Biblioteca da Fundação Calouste Gulbenkian.

- BFPCEUL = Biblioteca da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da U. L.  
 BISPA = Biblioteca do ISPA.  
 BUJPII (UC) = Biblioteca Universitária João Paulo II (U. C.).  
 PD = Projecto Dianóia.

Data de impressão: 2011, Outubro 31, segunda-feira