

Modelos de Memória de Longa Duração em Humanos¹

Maria Cristina Magila²
Universidade Federal de São Paulo
Gilberto Fernando Xavier
Universidade de São Paulo

RESUMO - A concepção de que a memória não é uma entidade unitária, mas que se compõe de múltiplos sistemas independentes, porém interativos, parece atualmente consensual. No presente trabalho, são apresentados os principais modelos de organização dos sistemas de longa duração da memória humana.

Palavras-chave: memória; aprendizagem; longa duração; neuropsicologia.

Models of Long-Term Memory in Humans

ABSTRACT - The concept that memory is not a single entity, and it is formed from multiple independent systems that are interactive, seems to be a consensus at the present time. In this paper, the main organizational models concerning long-term memory systems in humans are described.

Key words: memory; learning; long-term; neuropsychology.

Diversas evidências da literatura favorecem a noção de que a existência de múltiplos sistemas de memória é tanto funcional como biologicamente sustentável. Várias propostas de classificação destes sistemas são encontradas, algumas considerando apenas os sistemas de longa duração, outras tentando incluir também a memória de curta duração e ainda outras enfatizando primordialmente o modo de evocação das informações. Contudo, a análise sobre o processamento das informações nos diferentes sistemas e mesmo entre eles é sistematicamente negligenciada. O objetivo do presente trabalho é descrever e discutir as principais teorias sobre os sistemas de memória de longa duração em humanos. Para uma revisão sobre os sistemas de curta duração, ver Magila e Xavier (no prelo).

Memória declarativa e memória de procedimentos de Cohen

Em relação aos sistemas de longa duração, Cohen (1984) distingue entre memória declarativa e memória de procedimentos. A primeira relativa a informações conscientemente explicitáveis e a segunda referente a habilidades, hábitos e pré-ativações (ou *priming*), consideradas modificações graduais nos elementos de processamento das informações.

Cohen e Eichenbaum (1994) entendem que a memória declarativa é destinada à acumulação de fatos e dados derivados de experiências de aprendizagem, resultado do processamento de vários módulos sensoriais, motores e límbicos que convergem no sistema hipocampal. Seus produtos são representados em redes interconectadas, de modo que as inter-relações entre os elementos nelas contidas sejam potencialmente inúmeras. Assim, a natureza das representações declarativas é essencialmente relacionai, sejam essas relações simplesmente sensoriais, perceptuais ou de contigüidade temporal, de modo que a ativação de um único elemento da rede pode automaticamente causar a ativação de itens a ele relacionados.

Cada elemento ou unidade de memória de uma dada rede declarativa pode participar de várias interconexões, ocupando posições e valores relativamente diferentes em cada uma, resultando em uma grande flexibilidade representacional, característica peculiar do sistema. Cada unidade de informação é passível de ativação através de motivações internas ou sensoriais externas, independentemente da situação atual, de modo que cada representação pode ser manipulada e flexivelmente expressa em inúmeros contextos que não aquele no qual foi adquirida (Cohen & Eichenbaum, 1994).

Por outro lado, representações relativas ao sistema de procedimentos são, segundo os autores, inflexíveis. Sua estocagem limitar-se-ia e permaneceria indissociável dos módulos de processamento envolvidos diretamente na aprendizagem. Este tipo de memória não se refere à estocagem dos produtos das operações de processamento, mas sim ao refinamento e às mudanças no modo como estas operações acontecem, à modificação nos próprios elementos de processamento. Decorre daí que suas representações são inflexíveis e altamente específicas, somente acessíveis através da atividade dos módulos engajados durante as experiências

1 Este trabalho é parte ligeiramente modificada de dissertação de mestrado apresentada ao Núcleo de Neurociências e Comportamento do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. M.C.M. e G.F.X. receberam bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e apoio financeiro da Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia (AFIP).

2 Endereço: Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP/EPM. Departamento de Psicobiologia, Edifício de Ciências Biomédicas. Rua Botucatu, 862, 1º andar. CEP: 04023-062 São Paulo - SP. Tel: (11) 539-0155 R 118/(11) 9904-4731. E-mail: mcmagila@medscape.com

de aprendizagem originais (Cohen & Eichenbaum, 1994; Musen, Shimamura & Squire, 1990).

De acordo com Cohen (1984), o sistema declarativo é essencialmente dependente das estruturas hipocâmpais, enquanto que o sistema de procedimentos relaciona-se às estruturas neurais envolvidas especificamente em cada procedimento. Em sujeitos normais, ambos os sistemas operam paralela e cooperativamente, armazenando cada qual seu tipo específico de representação relativo aos episódios de aprendizagem (Cohen & Eichenbaum, 1994). As dificuldades de memória observadas na amnésia são consideradas pelo autor um prejuízo seletivo da memória declarativa frente a preservação total da memória de procedimentos.

Um exemplo da independência entre os sistemas é encontrado no experimento desenvolvido por Cohen e Squire (1980). Tríades de palavras graficamente invertidas horizontalmente, como se fossem vistas através de um espelho, são apresentadas aos sujeitos, que devem lê-las o mais rapidamente possível. Em cada bloco de dez tríades, cinco são totalmente novas, isto é, nunca foram vistas pelos sujeitos previamente; portanto, a velocidade de leitura destas tríades depende apenas da aquisição da habilidade de ler palavras invertidas. As outras cinco são apresentadas repetidamente ao longo do teste; assim, uma vez que a primeira palavra de cada tríade tenha sido lida, as demais podem ser referidas simplesmente com base em memória - se esta estiver intacta - não havendo necessidade de sua leitura. Isso reduz substancialmente o tempo total de leitura das tríades repetidas. A análise dos tempos de resposta indica que tanto pacientes amnésicos como sujeitos normais aprimoram a habilidade de leitura em espelho (ou seja, passam a ler as palavras cada vez mais rapidamente) no decorrer dos blocos de treino e que este efeito de aprendizagem é mais marcante para as tríades repetidas que para as novas. Além disso, nos dois grupos também constatou-se a manutenção da habilidade por um período de três meses após a aprendizagem. Entretanto, não obstante a amnésia não afete a aquisição das regras e procedimentos envolvidos no desempenho da tarefa, refletida na curva de aprendizagem semelhante a dos sujeitos normais na leitura de tríades novas, os pacientes, diferentemente daqueles, são incapazes de identificar as tríades repetidas em um teste de reconhecimento, uma vez que sua memória declarativa está prejudicada. Também não possuem lembranças das tentativas de aprendizagem e nem têm qualquer consciência sobre a natureza do conhecimento subjacente ao desempenho da prova. Há, portanto, uma clara distinção entre a aquisição das operações e regras da tarefa e a memorização dos resultados específicos destas operações, ou seja, entre "saber como" e "saber que" (Cohen & Squire, 1980). Distinção esta que também foi observada na doença de Alzheimer (Deweer, Pillon & Dubois, 1993; Moscovitch, Wincour & McLachlan, 1986) e, em determinadas condições experimentais, em sujeitos normais (Kolers, 1975, 1976a, 1976b).

Para o autor (Cohen, 1984), a aquisição de habilidades pode se dar no plano puramente perceptual, como no experimento acima, mas também em termos percepto-motores

(p. ex., aprimoramento da capacidade de desenhar guiando visualmente os movimentos através de um espelho - o que implica na inversão da imagem) e mesmo cognitivos. Neste último, enquadra-se a solução da Torre de Hanoi, uma tarefa complexa de resolução de problemas cujo desempenho ótimo envolve um mínimo de 31 movimentos que são alcançados através de uma dada estratégia. O material de exame compõe-se de uma prancha com três pinos nos quais podem ser encaixados cinco discos de tamanhos diferentes. Na posição inicial, os cinco discos são apresentados no pino à esquerda do paciente, com os menores nas posições superiores, formando uma torre. A tarefa do sujeito é reconstruir essa torre no pino mais à direita, transferindo apenas uma peça por vez entre os três pinos, e nunca colocando um disco maior sobre um menor. Pacientes amnésicos, incluindo o caso HM, apresentam uma taxa normal de aprendizagem nesta prova durante quatro dias consecutivos de treino, não obstante não estabeleçam memórias sobre os episódios de testagem propriamente ditos (Cohen & Corkin, 1981, citados por Cohen). Estes resultados indicam que pacientes amnésicos têm preservada a capacidade de aprendizagem da estrutura do problema, das regras e das estratégias envolvidas na sua solução e de reter este tipo de informação pelo período de pelo menos um ano após a aquisição (Cohen, 1984). Estudos subsequentes levaram à sugestão de que este tipo de aprendizagem depende de circuitos envolvendo o putâmen, núcleo caudado e córtex pré-frontal (Saint-Cyr, Taylor & Lang, 1988; Saint-Cyr, Taylor, Trépanier & Lang, 1992).

Além da aquisição de habilidades, outra capacidade de aprendizagem preservada na amnésia diz respeito ao efeito de pré-ativação, facilitação ou viés no desempenho provocado pela pré-exposição ao material a ser testado. No procedimento originalmente proposto por Graf, Squire e Mandler (1984), chamado pré-ativação por repetição, uma lista de palavras incompletas, contendo apenas as três primeiras letras de cada estímulo, são apresentadas a pacientes amnésicos e sujeitos normais, com a instrução de que devem ser completados com a primeira idéia que lhes vier à mente. Sob esta condição de testagem (denominada *word-completion* ou *stem-completion*) os dois grupos têm desempenho equivalente (Graf, Mandler & Haden, 1982; Graf, Shimamura & Squire, 1985), ambos apresentando grande probabilidade de completar os estímulos com as palavras de uma série previamente apresentada, ainda que as mesmas não sejam declarativamente lembradas. Entretanto, quando a instrução indica que as pistas devem ser usadas como auxílio na evocação das palavras anteriormente vistas (*cued recall*), apenas sujeitos normais exibem desempenho satisfatório.

Igualmente, em relação ao experimento anterior, a facilitação na leitura das tríades repetidas exibida por pacientes amnésicos pode ser considerada efeito de pré-ativação, uma vez que a releitura de estímulos previamente apresentados envolve os mesmos processos de codificação em cada ocasião, resultando em aumento na sua eficácia ou no seu nível de ativação (Cohen, 1984).

Para Cohen (1984), o efeito de pré-ativação deriva do mesmo mecanismo de refinamento e modificação de módulos

de processamento que a aprendizagem de hábitos. Ambos resultam em uma influência observável no desempenho causada por experiências prévias, sem que o indivíduo tenha recordações sobre estas experiências e constituem o sistema de procedimentos. Em contrapartida, o sistema declarativo envolve a criação de um banco de dados explicitamente acessíveis à recuperação. Uma vez que os sistemas possuem diferenças em relação ao tipo de informação processada e à natureza do processamento propriamente dito, Cohen considera que "as possibilidades de comunicação entre os sistemas parecem ser muito limitadas" (p. 97).

O modelo SPI (serial, paralelo e independente) de Tulving

Em 1972, Tulving (citado por Schacter & Tulving, 1994) propôs a distinção entre lembranças e memórias como dois sistemas de processamento de informação parcialmente superpostos. O primeiro sistema, chamado episódico, estocaria e tornaria possível a recuperação posterior de experiências pessoais do passado, informações estas temporalmente datadas e relevantes para o sujeito; o segundo, chamado semântico, permitiria a aquisição de conhecimento factual e informações no mais amplo sentido, dados impessoais e não-datados. A relação entre os sistemas implica na subordinação da memória episódica em relação à semântica, uma vez que apenas esta pode operar independentemente daquela. Nesse sentido, é possível saber sobre fatos sem que haja recordação do episódio específico de aprendizagem, ao passo que não existe lembrança específica sem conhecimento factual. Segundo o autor os correlates anatômicos da memória semântica abrangem o lobo temporal mesial, hipocampo, amígdala, núcleo dorso-medial do tálamo e corpos mamilares, e os da memória episódica incluem, além destas estruturas, os lobos frontais (Tulving, 1989).

Posteriormente, o esquema original foi acrescido de mais um elemento, a memória de procedimentos, que permite a retenção de conexões entre estímulos e respostas (Tulving, 1985). Os sistemas de procedimentos, semântico e episódico relacionam-se através de um arranjo chamado mono-hierárquico, no qual os inferiores dão suporte aos superiores, enquanto estes são funcionalmente independentes dos precedentes e possuem capacidades que extrapolam as dos demais. Apenas o sistema de procedimentos pode operar de modo completamente independente dos outros, inviabilizando, de acordo com Tulving (1985), alguns tipos de dupla dissociação. A observação clínica de pacientes com prejuízo seletivo de memória episódica ou semântica obviamente fala contra esta idéia (ver adiante).

Mais recentemente, o autor apresentou uma proposta de classificação contendo cinco sistemas de memória (Tulving, 1995):

- (1) de procedimentos, que capacita a retenção de conexões entre estímulos e respostas;
- (2) sistema de representação perceptual, referente à identificação de objetos como entidades físico-perceptuais

estruturadas, responsável, por exemplo, pelo efeito de pré-ativação (Tulving & Schacter, 1990);

- (3) semântico, relativo a informações factuais e ao conhecimento geral sobre o mundo;
- (4) primário, destinado ao registro e retenção de informações por curto período de tempo, abrangendo as memórias operacional e de curta duração;
- (5) episódico, que trata de eventos da experiência pessoal e autobiográfica (Tulving, 1989).

O primeiro sistema, dito de ação, distingue-se dos demais, chamados cognitivos ou de representação, por não comportar uma caracterização proposicional ou simbólica dos resultados da aprendizagem. Suas operações expressam-se apenas através de habilidades comportamentais ou procedimentos. Já os produtos dos sistemas de representação, cognitivamente mediados, têm sua expressão no conhecimento consciente e podem ser, ainda que não necessariamente, convertidos em comportamento verbal e manifesto.

O autor propõe relações de precedência filo e ontogenética entre os cinco sistemas, sendo o de procedimentos o mais primitivo, enquanto que o episódico seria evolutivamente mais recente. Novamente, a ordenação entre os sistemas também se refere a uma relação de dependência funcional, uma vez que as operações dos últimos têm supostamente suporte nas dos primeiros, enquanto que estes podem atuar mais autonomamente.

O modelo SPI pretende descrever a integração entre os sistemas de memória e os processos mnêmicos classicamente conhecidos, codificação, estocagem e evocação. O autor considera que as relações entre os sistemas se dão de modo particular dependendo do processo específico em questão. Mas a aplicação deste modelo restringe-se aos sistemas cognitivos, ficando o de procedimentos não contemplado (Tulving, 1995). De acordo com a proposta, dada a ocorrência de um evento, seus diferentes aspectos são registrados serialmente em cada um dos quatro sistemas. Informações sobre suas características sensoriais são codificadas no sistema de representação perceptual, que alimenta o sistema semântico no qual são realizados processamentos mais elaborados sobre as relações entre o estímulo e seu significado. Estes conteúdos, por sua vez, alcançam o sistema primário, que permite a elaboração adicional dos dados em termos de operações de ensaio e codificação e o sistema episódico, que capta as características temporais e espaciais do evento. Assim, o processamento em cada sistema é contingente ao processamento nos demais, sendo, portanto, serial. Já a estocagem dos dados nos diferentes sistemas se dá de modo paralelo, ou seja, cada aspecto peculiar da informação é armazenado sob determinado código, segundo as propriedades de cada sistema. Finalmente, a evocação dos conhecimentos estocados de modo compartimentalizado pode ser independente, viabilizando a recuperação isolada de um ou mais aspectos do evento, que, segundo o autor, ocorre de modo implícito no sistema de representação perceptual e no semântico, e de modo explícito nos sistemas primário e episódico (Tulving).

Não obstante o mérito da proposta de um modelo sobre as relações entre sistemas e processos de memória, uma vez que a codificação é considerada serial segue-se que não apenas a elaboração primária ou de curta duração seja dependente das operações preliminares do sistema semântico, como também que a codificação de dada situação se dê, primeiramente, em relação a seu conteúdo semântico e depois em relação aos seus aspectos contextuais-episódicos. Parece questionável imaginar que uma informação possa ser capturada em um sistema de longa duração, como é o semântico, sem que seja previamente processada no sistema primário ou de curta duração, que, segundo o próprio autor, tem como função manter as informações acessíveis por um curto período após a aquisição para tratamento posterior (Tulving, 1995). Sem querer propor um retorno ao modelo modal (Atkinson & Shiffrin, 1968), a lógica indica que um elemento ou experiência só pode ser tratado em termos de significação semântica mais profunda depois de sua apreensão imediata. Igualmente, talvez fosse mais correto supor que de um evento sejam tomadas, inicialmente, suas características contextuais e episódicas, apenas após o que se derivariam seus significados semânticos e gerais.

Mais além, a independência na evocação de aspectos particulares de um objeto ou experiência prevê que se pode lembrar de modo isolado e exclusivo, por exemplo, do sabor de café - talvez através do sistema de representação perceptual - sem que se lembre do nome da bebida, informação relacionada ao sistema semântico. Alternativamente e de acordo com Cohen (Cohen & Eichenbaum, 1994), parece natural entender que as representações declarativas organizam-se em redes, segundo relações tais que implicam na ativação de itens conectados a cada elemento recuperado, tornando pouco provável a evocação isolada de dados completamente desvinculados de qualquer contexto relacionai.

Finalmente, considerar que a evocação dos aspectos semânticos de um evento seja feita exclusivamente de modo implícito não condiz com as experiências corriqueiras de lembranças declarativas sobre dados factuais que todos vivemos. Com isso, não se pretende descartar a possibilidade de que informações de caráter semântico venham a influenciar o comportamento sem que o indivíduo tenha necessariamente que transformá-las em proposições, sejam verbais ou não. O conhecimento semântico sobre as propriedades do fogo leva um sujeito a não tocar na chama de uma vela, ainda que estes conhecimentos não sejam trazidos à recordação explícita a cada novo encontro com o objeto; no entanto, é absolutamente factível que estas informações sejam explicitamente declaráveis segundo as necessidades correntes ou a deliberação do indivíduo.

Memória explícita e memória implícita de Schacter e Graf

Segundo Schacter e Graf (Graf & Schacter, 1985; Schacter, 1987, 1992b), a memória implícita revela-se quando o desempenho em uma tarefa é facilitado por experiências

prévias e na ausência de lembranças conscientes destas experiências, enquanto que memória explícita implica necessariamente na evocação de vivências passadas. A questão central nesta teoria diz respeito à necessidade ou não de que exista consciência sobre as experiências de aprendizagem no momento da testagem. A memória implícita é demonstrada indireta ou veladamente, quando os efeitos da experiência passada fazem-se notar sem que haja recordação direta e consciente destas experiências; inversamente, os conteúdos e, eventualmente, os episódios de aprendizagem na memória explícita são conscientemente acessíveis. Os autores consideram a existência de diversas manifestações da memória implícita, entre elas a aprendizagem de hábitos e a pré-ativação, que se diferenciam, segundo eles, pela quantidade de tentativas de estudo necessárias para a aquisição - múltiplas no primeiro caso e única no segundo.

Em relação ao efeito de pré-ativação, a aprendizagem de palavras visualmente apresentadas pode ser testada através de quatro procedimentos (Schacter, 1993): completamento de palavras, envolvendo a apresentação de três letras de uma palavra a ser completada (p. ex., jan_ _ _ , janela); complementação de fragmentos, com o fornecimento de fragmentos de palavras a serem completadas (p. ex., a_ _ a_t_ , assalto); identificação perceptual, no qual os estímulos são degradados ou expostos por milissegundos para posterior identificação; e decisão lexical, quando seqüências de letras são apresentadas e devem ser o mais rapidamente possível identificadas pelo sujeito como partes de palavras reais ou de não-palavras. Quando a apresentação dos estímulos é oral, a testagem pode envolver a identificação perceptual e o completamento de palavras. Conforme já descrito, em todos estes procedimentos, o viés ou facilitação no desempenho provocado pela pré-exposição ao material a ser testado acontece apenas quando as instruções da avaliação não fazem referência direta aos estímulos anteriormente apresentados (Graf, Squire & Mandler, 1984).

Sujeitos normais são susceptíveis aos efeitos da pré-ativação, que opera independentemente da recordação explícita que eventualmente possam ter a respeito do material de estudo. A manipulação do nível de processamento dos estímulos durante a fase de estudo - superficial, através de julgamento sobre suas características físicas, ou profundo, através do julgamento sobre sua categoria semântica - exerce pouco efeito sobre a evocação implícita, mas afeta grandemente a recordação explícita (Graf, Mandler & Haden, 1982; Jacoby & Dallas, 1981). Assim, comprova-se que o desempenho nas provas implícitas pode ser dissociado da memória explícita mesmo nos casos em que esta é disponível. Adicionalmente, em sujeitos normais este efeito mantém-se mais duradouramente que a recordação explícita dos estímulos (Tulving, Schacter & Stark, 1982).

Estes dados e mais as dissociações entre evocação explícita prejudicada e pré-ativação preservada, reveladas reiteradamente em diversos experimentos com pacientes amnésicos, indicam a independência entre os dois sistemas de memória (Graf, Shimamura & Squire, 1985; Graf, Squire

& Mandler, 1984; Squire, Shimamura & Graf, 1985). Os efeitos de pré-ativação na amnésia possuem duas características principais: ocorrem apenas em relação a itens que têm representação pré-existente na memória e em relação a associações familiares (p. ex., marido-mulher), mas não relativamente a estímulos que não possuam estas representações prévias bem estabelecidas, tais como não-palavras, nem relativamente a novas associações experimentalmente criadas (McKone & Slee, 1997).

Em um teste realizado por Shimamura e Squire (1989), pares de palavras não relacionadas foram apresentados embebidos em sentenças (p. ex., O *sino* estava pendurado sobre o *berço* do bebê). Na condição de testagem "semelhante", cada fragmento de palavra foi acompanhado daquela com que aparecia na frase durante o período de estudo (p. ex., sino-ber___), enquanto que na condição "diferente", era acompanhado de palavra nunca vista (p. ex., maçã-ber___). Sujeitos normais completam mais palavras na condição "semelhante", ao passo que em pacientes amnésicos esta vantagem em relação à condição "diferente" não se observou. Assim, as associações aleatórias entre palavras, que supostamente não existiam como pré-representações na memória dos pacientes amnésicos, falham em provocar o efeito de pré-ativação. Em relação aos resultados de estudos em que a pré-ativação de associações novas foi obtida em pacientes amnésicos (Graf & Schacter, 1985; Schacter & Graf, 1986), acredita-se que tenham sido alcançados devido à capacidade residual de memória explícita, uma vez que, em sujeitos normais, este mesmo efeito só acontece mediante codificação profundamente elaborativa - portanto, ao menos em parte, através de processamento explícito (McKone & Slee, 1997; Shimamura & Squire, 1988).

No conjunto, estes achados são consistentes com os fundamentos teóricos da concepção de memória implícita: acredita-se que os efeitos de pré-ativação reflitam mudanças induzidas pela experiência no sistema de representação perceptual (Schacter, 1992a; Schacter, 1993; Tulving & Schacter, 1990), que contém informações sobre a forma e estrutura de palavras e objetos, mas não sobre seu significado ou outras propriedades associativas. Dada a apresentação dos estímulos no episódio de estudo e ainda que o episódio propriamente dito não seja explicitamente acessível, sua representação já estabelecida torna-se facilmente ativável ou mais prontamente acessível. Estas conclusões aplicam-se não apenas à pré-ativação verbal, como também àquela envolvendo material não-verbal (Gabrieli, Milberg, Keane & Corkin, 1990; Musen & Squire, 1992).

Memória declarativa e memória não-declarativa de Squire e Zola-Morgan

Na primeira classificação apresentada por Squire (1986), a principal distinção apresentada é entre memória declarativa e memória de procedimentos. Memória semântica e memória episódica são subordinadas à primeira, enquanto que sob a categoria de procedimentos incluem-se habilidades, pré-ativação, condicionamento clássico simples e outros.

Nesta publicação, os termos memória semântica e episódica são considerados, respectivamente, equivalentes à memória de referência e operacional, denominações derivadas de estudos com animais (Honig, 1978; Olton, 1983; Olton, Becker e Handelman, 1979). O primeiro termo refere-se às informações, regras e procedimentos aplicáveis a muitas instâncias diferentes da mesma classe de eventos e o segundo diz respeito aos aspectos específicos de cada situação, aplicáveis apenas no contexto corrente e, conseqüentemente, de duração restrita segundo sua utilidade. Curiosamente, este tipo de memória caracteristicamente efêmera é equiparada pelo autor nesta ocasião ao sistema episódico de longa duração.

A seguir e ainda tomando como ponto de partida o critério da acessibilidade consciente aos conteúdos, o sistema de procedimentos, também referido como de "habilidades e hábitos", é considerado apenas uma das expressões de um sistema mais abrangente, a memória não-declarativa. A taxonomia proposta por Squire e Zola-Morgan (1988; 1991) distingue:

- (1) memória declarativa, referente ao conhecimento conscientemente evocável através de imagens ou proposições, subdividida em:
 - (1 a) memória para fatos, relativa ao conhecimento semântico sobre informações gerais;
 - (1 b) memória para eventos, relativa a episódios específicos, temporal e espacialmente localizados.
- (2) memória não-declarativa, na qual o conhecimento é manifesto através do desempenho sem que o sujeito tenha consciência de possuí-lo, subdividida em:
 - (2a) habilidades e hábitos, nas modalidades motora, perceptual e cognitiva;
 - (2b) pré-ativação, ou alteração do desempenho em função de material previamente apresentado;
 - (2c) condicionamento clássico simples;
 - (2c 1) associações emocionais;
 - (2c 2) associações motoras;
 - (2d) aprendizagem não-associativa.

Segundo os autores, o funcionamento do sistema declarativo depende da integridade de estruturas temporais mediais e diencefálicas, enquanto que o sistema não-declarativo seria sustentado pelas estruturas envolvidas no desempenho direto da tarefa (Squire, 1983; 1992; Squire & Zola-Morgan, 1991; Zola-Morgan & Squire, 1993). Mais especificamente, a aquisição de habilidades e hábitos depende do corpo estriado; pré-ativação, do neocórtex; condicionamento clássico relativo a respostas emocionais, da amígdala; condicionamento clássico envolvendo respostas musculares, do cerebelo; e aprendizagem não associativa, de arcos reflexos (Squire e Knowlton, 1995).

Inúmeros experimentos embasam estas afirmações: a dupla dissociação observada em estudos com pacientes portadores de diferentes síndromes demenciais, por exemplo, justifica o fracionamento da memória não-declarativa. Na demência de Alzheimer há prejuízo no desempenho de provas de pré-ativação, principalmente as envolvendo análise semântica, mas preservação de habilidades e hábitos

percepto-motores (Eslinger & Damasio, 1986), ao passo que pacientes com doença de Huntington apresentam o perfil oposto (Martone, Butters, Payne, Becker & Sax, 1984). Tendo em vista as patologias específicas em questão, estes dados confirmam que os diferentes sistemas de memória não-declarativa dependem de estruturas neurais distintas (Heindel, Salmon, Shults, Walicke & Butters, 1989).

Lesões hipocâmpais acarretam dificuldades em tarefas de evocação e reconhecimento, mas deixam preservado o efeito de pré-ativação (Shimamura, 1986). Do mesmo modo, não impedem a aquisição de respostas condicionadas, mas prejudicam a formação de conhecimento declarativo sobre os fatos envolvidos no treinamento (Bechara, Tranel, Damasio, Adolphs, Rockland & Damasio, 1995). Contrariamente, danos cerebelares prejudicam a aquisição de respostas condicionadas e não afetam a memória declarativa (Topka, Valls-Solé, Massaquoi & Hallet, 1993).

Entretanto, ao assumir que tanto a memória para fatos como para eventos é sustentada pelos lobos temporais mediais e diencéfalo, este modelo não explica as dissociações entre os dois sistemas relatadas na literatura (p. ex., Tulving, 1986). Há indivíduos que perdem exclusivamente a capacidade de evocar episódios ou dados autobiográficos, como o paciente descrito por McCarthy e Hodges (1995). Este senhor sofreu um infarto talâmico bilateral abrangendo os núcleos dorsomediais e o tracto mamilotálâmico que resultou em dificuldades na memória de longa duração e densa amnésia retrógrada. Esta última abrangia praticamente toda a sua vida adulta, sendo ligeiramente mais pronunciada para informações pessoalmente relevantes e dados autobiográficos que em relação a eventos públicos, enquanto que o conhecimento semântico adquirido previamente à enfermidade permaneceu proporcionalmente bastante preservado - por exemplo, figuras públicas eram melhor reconhecidas que pessoas de suas relações.

Por outro lado, há relatos de casos de amnésia semântica nos quais conhecimentos sobre fatos e dados gerais, como informações sobre história e geografia adquiridas na escola, são diferencialmente afetadas em relação à recordação de episódios pessoalmente relevantes ou autobiográficos. Este fenômeno foi registrado tanto em presença de lesão temporal anterior no hemisfério esquerdo (De Renzi, Liotti & Nichelli, 1987) como lesão parietal esquerda (Grossi, Trojano, Grasso & Orsini, 1988).

Em estudo conduzido por Dall'Ora, Delia Sala e Spinnler (1989), observou-se grande prejuízo de memória autobiográfica em pacientes com demência de Alzheimer e amnésia resultante de danos cerebrais não-focais, prejuízo este desproporcional às dificuldades de memória episódica e semântica constatadas naqueles casos, levantando a possibilidade de que sejam funções dissociáveis. Ainda assim, Squire apenas refere ocasionalmente a co-participação dos lobos frontais na memória episódica (Knowlton & Squire, 1995). Mas, de modo geral, a especificidade dos circuitos neurais envolvidos no sistema episódico parece pouco explorada neste modelo.

Conclusão

Diversos fenômenos favorecem a noção de que a existência de múltiplos sistemas de memória é tanto funcional como biologicamente sustentável. Várias propostas de classificação dos sistemas de longa duração são encontradas na literatura, todas essencialmente taxonômicas, nas quais a análise sobre o processamento das informações nos diferentes sistemas, e mesmo entre eles, é sistematicamente negligenciada.

Mais além, muitos dos modelos descrevem fenômenos basicamente semelhantes atribuindo a eles nomes diversos. Assim, o sistema denominado declarativo por Cohen (1984) corresponde à memória explícita de Schacter e Graf (Graf & Schacter, 1985; Schacter, 1987, 1992b), bem como à memória declarativa de Squire e Zola-Morgan (1988, 1991); estes últimos autores desdobram este sistema declarativo em dois, para fatos e para eventos, a exemplo do que ocorre na sistematização de Tulving (1995), que denomina estas mesmas instâncias respectivamente de memória semântica e memória episódica.

O conceito de memória de procedimentos de Cohen (1984) repete-se no modelo de Schacter e Graf (Graf & Schacter, 1985; Schacter, 1993), sendo por eles, no entanto, denominado de memória implícita. Em ambos os casos, estes sistemas envolvem tanto a pré-ativação como a aquisição de habilidades e hábitos. Tulving (1995), por sua vez, considera que estes dois fenômenos sejam não apenas partes de um sistema mais abrangente, mas que representem cada qual um sistema particular, denominando o primeiro de sistema de representação perceptual e o segundo de sistema de procedimentos. Já segundo Squire e Zola-Morgan (1988, 1991), ambos os fenômenos, juntamente com o condicionamento clássico simples e a aprendizagem não-associativa, fariam parte de um sistema mais amplo chamado não-declarativo.

Observa-se assim, na falta de uma uniformidade dos termos empregados na neuropsicologia da memória humana de longa duração, a necessidade de explicitação do sistema teórico de referência adotado por cada investigador da área, visando a uma compreensão mais apurada sobre a significação dos termos adotados.

Por fim, os dados da presente revisão enfatizam a necessidade conceitual e experimental de investigações direcionadas ao entendimento da interação entre sistemas e processos de memória, campo ainda pouco explorado em nosso meio.

Referências

- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., Adolphs, R., Rockland, C. & Damasio, A.R. (1995). Double dissociation of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in humans. *Science*, 269, 1115-1118.
- Cohen, N.J. (1984). Preserved learning capacity in amnesia: Evidence for multiple memory systems. Em L.R. Squire & N.

- Butters (Orgs.), *The neuropsychology of memory* (pp. 83-103). New York: Guilford Press.
- Cohen, N.J. & Eichenbaum, H. (1994). *Memory, amnesia and the hippocampal system*. Cambridge: MIT Press.
- Cohen, N.J. & Squire, L. (1980). Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210, 207-210.
- Dall'Ora, P., Delia Sala, S. & Spinnler, H. (1989). Autobiographical memory - its impairments in amnesic syndromes. *Cortex*, 25, 197-217.
- De Renzi, E., Liotti, M. & Nichelli, P. (1987). Semantic amnesia with preservation of autobiographic memory - a case report. *Cortex*, 23, 575-597.
- Deweert, B., Pillon, B. & Dubois, B. (1993). Mirror reading in Alzheimer's disease: Normal skill learning and acquisition of item-specific information. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 15, 789-804.
- Eslinger, P.J. & Damasio, A.R. (1986). Preserved motor learning in Alzheimer's disease: Implications for anatomy and behavior. *The Journal of Neuroscience*, 6, 3006-3009.
- Gabrieli, J.D., Milberg, W., Keane, M.M. & Corkin, S. (1990). Intact priming of patterns despite impaired memory. *Neuropsychology*, 28, 417-427.
- Graf, P., Mandler, G. & Haden, R.E. (1982). Simulating amnesic symptoms in normal subjects. *Science*, 218, 1243-1244.
- Graf, P. & Schacter, D.L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 501-518.
- Graf, P., Shimamura, A.R. & Squire, L.R. (1985). Priming across modalities and priming across category levels: Extending the domain of preserved function in amnesia. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 386-396.
- Graf, P., Squire, L.R. & Mandler, G. (1984). The information that amnesic patients do not forget. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 164-178.
- Grossi, D., Trojano, L., Grasso, A. & Orsini, A. (1988). Selective "semantic amnesia" after closed-head injury - a case report. *Cortex*, 24, 457-464.
- Heindel, W.C., Salmon, D.P., Shults, C.W., Walicke, P.A. & Butters, N. (1989). Neuropsychological evidence for multiple implicit memory systems: A comparison of Alzheimer's, Huntington's, and Parkinson's disease patients. *The Journal of Neuroscience*, 9, 582-587.
- Honig, W.K. (1978). Studies of working memory in the pigeon. Em S.H. Hulse, H. Fowler & W.K. Honig (Orgs.), *Cognitive processes in animal behavior* (pp. 211-248). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Jacoby, L.L. & Dallas, M. (1981). On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 306-340.
- Knowlton, B.J. & Squire, L.R. (1995). Remembering and knowing: Two different expressions of declarative memory. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory, and Cognition*, 21, 699-710.
- Kolers, P.A. (1975). Memorial consequences of automatized encoding. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1, 689-701.
- Kolers, P.A. (1976a). Pattern-analyzing memory. *Science*, 191, 1280-1281.
- Kolers, P.A. (1976b). Reading a year later. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 554-565.
- Magila, M.C. & Xavier, G.F. (no prelo). Interação entre sistemas e processos de memória em humanos. *Temas em Psicologia*.
- Martone, M., Butters, N., Payne, M., Becker, J.T. & Sax, D. (1984). Dissociations between skill learning and verbal recognition in amnesia and dementia. *Archives of Neurology*, 41, 965-970.
- McCarthy, R. & Hodges, J.R. (1995). Trapped in time: Profound autobiographical memory loss following a thalamic stroke. Em R. Campbell & M.A. Conway (Orgs.), *Broken memories - case studies in memory impairment* (pp. 31-44). Oxford: Blackwell.
- McKone, E. & Sleet, J.A. (1997). Explicit contamination in "implicit" memory for new associations. *Memory and Cognition*, 25, 352-366.
- Moscovitch, M., Winocour, G. & McLachlan, D. (1986). Memory as assessed by recognition and reading time in normal and memory impaired people with Alzheimer's disease and other neurological disorders. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 331-347.
- Musen, G., Shimamura, A.R. & Squire, L.R. (1990). Intact text-specific reading skill in amnesia. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1068-1076.
- Musen, G. & Squire, L.R. (1992). Nonverbal priming in amnesia. *Memory and Cognition*, 20, 441-448.
- Olton, D.S. (1983). Memory functions and the hippocampus. Em W. Seifert (Org.), *Neurobiology of the hippocampus* (pp. 335-373). New York: Academic Press.
- Olton, D.S., Becker, J.T. & Handelmann, G.E. (1979). Hippocampus, space, and memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 2, 313-365.
- Saint-Cyr, J.A., Taylor, A.E. & Lang, A. (1988). Procedural learning and neostriatal dysfunction in man. *Brain*, 111, 941-959.
- Saint-Cyr, J.A., Taylor, A.E., Trépanier, L.L. & Lang, A.E. (1992). The caudate nucleus: Head ganglion of the habit system. Em G. Vallar, S.F. Cappa & C.W. Wallesch (Orgs.), *Neuropsychological disorders associated with subcortical lesions* (pp. 204-226). Oxford: Oxford University Press.
- Schacter, D.L. (1987). Implicit memory: History and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 501-518.
- Schacter, D.L. (1992a). Understanding implicit memory - a cognitive science approach. *American Psychologist*, 47, 559-569.
- Schacter, D.L. (1992b). Implicit knowledge: New perspectives on unconscious processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 89, 11113-11117.

- Schacter, D.L. (1993). Implicit memory: A selective review. *Annual Review of Neuroscience*, 16, 159-182.
- Schacter, D.L. & Graf, R. (1986). Effects of elaborative processing on implicit and explicit memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 432-444.
- Schacter, D.L. & Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? Em D.L. Schacter & E. Tulving (Orgs.), *Memory systems 1994* (pp. 1-38). Cambridge: MIT Press.
- Shimamura, A.R. (1986). Priming effects in amnesia: Evidence for a dissociable memory function. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 619-644.
- Shimamura, A.R. & Squire, L.R. (1988). Long-term memory in amnesia: Cued recall, recognition memory, and confidence ratings. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 763-770.
- Shimamura, A.R. & Squire, L.R. (1989). Impaired priming of new associations in amnesia. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 721-728.
- Squire, L.R. (1983). The hippocampus and the neuropsychology of memory. Em W. Seifert (Org.), *Neurobiology of the hippocampus* (pp. 491-511). London: Academic Press.
- Squire, L.R. (1986). Mechanisms of memory. *Science*, 232, 1612-1619.
- Squire, L.R. (1992). Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological Review*, 99, 195-231.
- Squire, L.R. & Knowlton, B.J. (1995). Memory, hippocampus, and brain systems. Em M.S. Gazzaniga (Org.), *The cognitive neurosciences* (pp. 825-837). Cambridge: MIT Press.
- Squire, L.R., Shimamura, A.R. & Graf, P. (1985). Independence of recognition memory and priming effects: A neuropsychological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 37-44.
- Squire, L.R. & Zola-Morgan, S. (1988). Memory: Brain systems and behavior. *Trends in Neurosciences*, 11, 170-175.
- Squire, L.R. & Zola-Morgan, S. (1991). The medial temporal lobe system. *Science*, 253, 1380-1386.
- Topka, H., Valls-Solé, J., Massaquoi, S.G. & Hallet, M. (1993). Deficit in classical conditioning in patients with cerebellar degeneration. *Brain*, 116, 961-969.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Tulving, E. (1986). What kind of a hypothesis is the distinction between episodic and semantic memory? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 307-311.
- Tulving, E. (1989). Remembering and knowing the past. *American Scientist*, 77, 361-367.
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: Quo vadis? Em M.S. Gazzaniga (Org.), *The cognitive neurosciences* (pp. 339-347). Cambridge: MIT Press.
- Tulving, E. & Schacter, D.L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.
- Tulving, E., Schacter, D.L. & Stark, H.A. (1982). Priming effects in word-fragment completion are independent of recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 336-342.
- Zola-Morgan, S. & Squire, L.R. (1993). Neuroanatomy of memory. *Annual Review of Neuroscience*, 16, 547-563.

Recebido em 24.11.1998

Primeira decisão editorial em 04.08.1999

Versão final em 16.11.1999

Aceito em 17.11.1999 ■