

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MEMÓRIA E ENVELHECIMENTO

**Autora: Viviane Peixoto Salgado Abreu
Orientador: Prof. Dr. Gilberto Fernando Xavier**

2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MEMÓRIA E ENVELHECIMENTO

Autora: Viviane Peixoto Salgado Abreu
Orientador: Prof. Dr. Gilberto Fernando Xavier

Este exemplar
corresponde à redação
final da dissertação de
mestrado defendida por
Viviane Peixoto Salgado
Abreu e aprovada pela
Comissão Julgadora em
Data: ___/___/___
Assinatura:

Orientador

Comissão Julgadora:

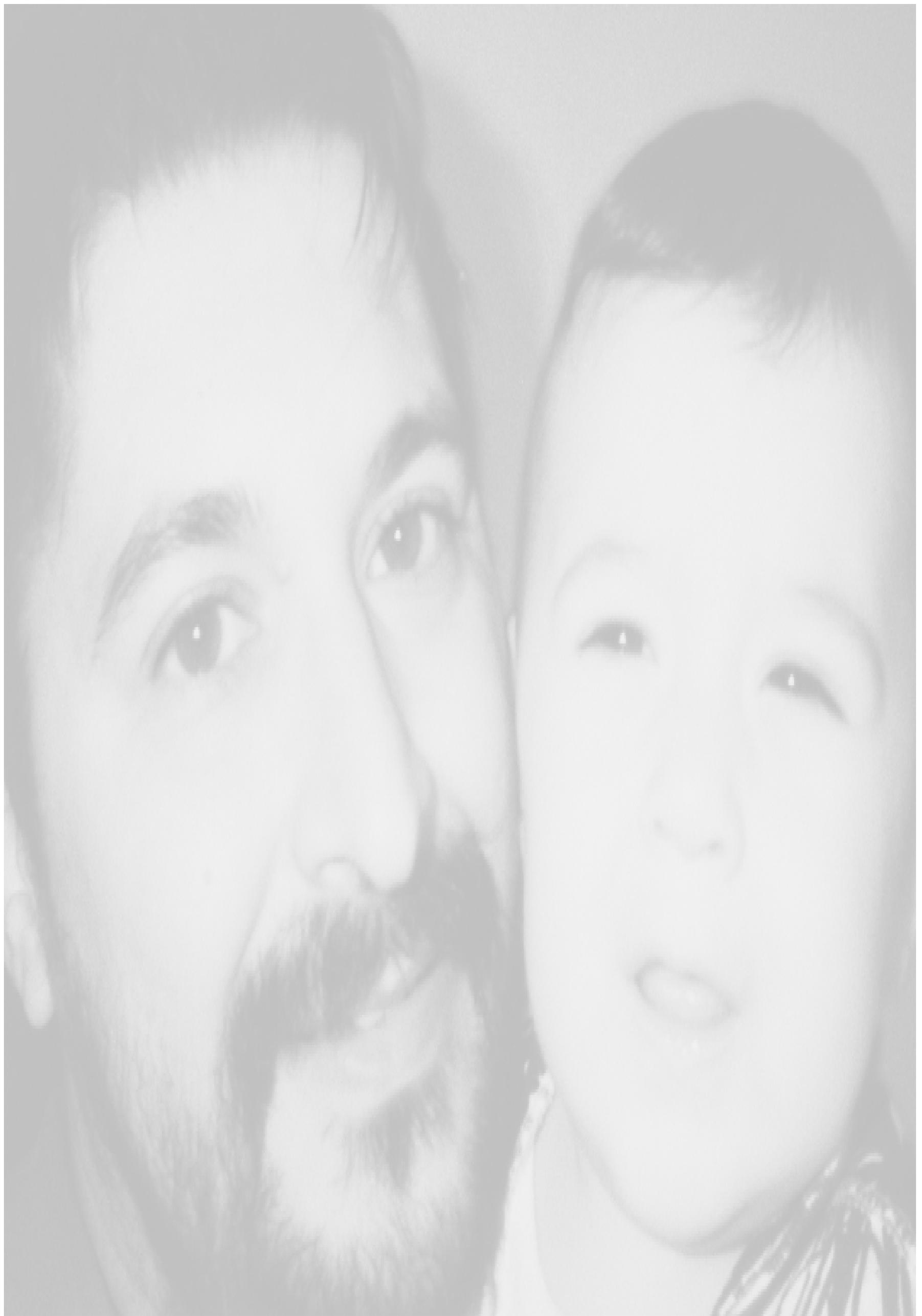
**CATALOGAÇÃO NA FONTE ELABORADA PELA BIBLIOTECA
DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/ UNICAMP**

Ab86m Abreu, Viviane Peixoto Salgado.
Memória e envelhecimento / Viviane Peixoto Salgado Abreu. --
Campinas, SP : [s.n.], 2000.

Orientador: Gilberto Fernando Xavier.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Educação.

1. Envelhecimento. 2. Memória. 3. Idosos . I. Xavier,
Gilberto Fernando. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Educação. III. Título.

**Dissertação apresentada ao
Curso de Pós-Graduação em
Gerontologia da Faculdade
de Educação da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do título de Mestre
em Gerontologia.**



AGRADECIMENTO MUITO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Gilberto Fernando Xavier, pela generosidade em compartilhar seu conhecimento, pela paciência, respeito e seriedade na orientação segura e competente, pelo compromisso com a minha formação e desenvolvimento, pela afetividade sempre presente, mesmo nos meus momentos de dificuldade e, em especial, pelo seu lado mais humano. Minha sincera admiração.

Agradecimentos:

Prof^a. Dr^a Anita Liberalesso Neri pelos reiterados exemplos de competência, dinamismo, disponibilidade, coragem, ética e compromisso com a Gerontologia e acima de tudo, pelo carinho e intensa dedicação à formação da primeira turma de Pós - Graduação em Gerontologia da Unicamp.

À primeira turma de alunos da Pós - Graduação em Gerontologia: Andrea Lopes, Andrea Prates, Cláudia, Denise, Edison, Elizabeth, Flávia, Frances, Guillermo, Jaime, João, Maria Eliane, Maria Lúcia, Meives, Ondina, Paulo, Serafim e Sônia, pela amizade e responsabilidade com que todos encararam a tarefa de crescimento pessoal e profissional que o curso exigiu.

Aos professores do Programa de Gerontologia, pela competência, idealismo e confiança...

Prof. Dr. Benito Damasceno, por sua extrema seriedade e competência, e por primeiro possibilitar o conhecimento nessa área.

Nadir, da secretaria da Pós - Graduação da Faculdade de Educação, pela companhia no primeiro almoço na Unicamp, pela atenção, disponibilidade, competência e eterno bom humor.

Sonia, minha querida amiga, pela sua alegria de viver, pelos maus momentos, pelo crescimento e pela doce amizade que certamente sempre terei.

Paulo e Maria, pela oportunidade de aprender com vocês a viver a vida com mais carinho e amor. Paulo, pelas incansáveis explicações e discussões sobre as disciplinas de interesse.

Andreinha, pela amizade, companheirismo, pela cor que emprestou à turma, pelas boas risadas e pelo tanto que aprendi da sua linguagem social nas grandes e infladas discussões...

Flávia, pelo carinho, amizade, competência e cuidado com que olhou por nós todos. Antecipadamente pela sua volta.

Jaime, pelos braços sempre abertos às nossas dúvidas, ansiedades e necessidades.

João Tonilo e Cleofa Toniolo, pela confiança e pela referência amiga, por proporcionar a prática gerontológica desse processo de vida.

Carlos e Betânia, pelo profissionalismo nas áreas da Geriatria e Gerontologia.

Profa. Dra. Maria Auxiliadora Cursino Ferrari, a Maricy, pela confiança no meu desempenho, pela amizade, pela presença sempre importante na minha vida profissional e por apoiar meu ingresso nesse curso.

Paulina, pela irmã por escolha, pela força e pelo radar sempre alerta.

Márcia, pela amizade, companheirismo, dedicação, e pela certeza de seu sucesso.

A todos os funcionários, pacientes idosos e familiares que ao longo desse período têm acompanhado esse trilhar e caminhar ...

**“É PRECISO DAR TRATOS À CABEÇA
PARA SE ESCREVER ALGO ASSIM...”**

Nicolau Giardino, 92 anos .

SUMÁRIO

Lista de figuras	xvii
Resumo	xix
Abstract	xxi
Introdução	01
Sistemas de memória	11
1. Breve histórico	13
2. Processos, módulos de memória e o sistema nervoso	21
2.1 Memória operacional.....	21
2.1.1 O executivo central	23
2.1.2 A alça visuoespacial	27
2.1.3 A alça fonológica.....	29
2.2 Memória Explícita.....	35
2.2.1. Memória para fatos e para eventos.....	36
2.3. Memória Implícita.....	41
2.3.1. Habilidades, hábitos e condicionamento	42
2.3.2. Pré-ativação.....	43
3. Interação entre sistemas e processos de memória	45
Memória e envelhecimento	51
1.1. O funcionamento do executivo central no envelhecimento.....	71
1.1.1 Controle atencional e envelhecimento.....	75
Conclusão	81
Referência Bibliográfica	87

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Dupla dissociação.....	17
FIGURA 2. Memória de Longa Duração.....	19
FIGURA 3. Modelo de Memória Operacional.....	22
FIGURA 4. Modelo de Controle de Ação.....	26
FIGURA 5. Modelo de Alça Fonológica.....	30

ABREU, V. P. S. (2000). *Memória e envelhecimento*. Dissertação de Mestrado em Gerontologia. Campinas: Programa de Pós-Graduação em Gerontologia da Faculdade de Educação da UNICAMP.

RESUMO

Este trabalho revisa as evidências de mudanças na memória associadas ao envelhecimento normal.

Os dados parecem ser controversos. Ou seja, existem descrições de alterações de memória associadas com o envelhecimento normal mas também de ausência de alterações; além disso, alguns artigos descrevem melhoras no desempenho de pessoas idosas em tarefas específicas de memória. Esta controvérsia parece estar associada à natureza das tarefas usadas na avaliação, ao contexto de sua aplicação, às instruções apresentadas aos sujeitos ao longo das sessões de testes e aos limites temporais para sua execução.

Análise das evidências disponíveis no contexto da concepção de modularidade das funções de memória - a idéia que a memória não é uma entidade única mas um conjunto de habilidades diversas mediadas por sistemas cerebrais distintos, que trabalham independentemente mas cooperativamente - revelou que a memória operacional parece exibir um declínio de sua capacidade associada com o envelhecimento normal. Esta sutil disfunção usualmente não impede o sucesso no desempenho das tarefas, se tempo suficiente é fornecido para os sujeitos. Outros sistemas de memória parecem não estar prejudicados pelo processo de envelhecimento normal.

As causas para este declínio não estão bem estabelecidas; há propostas de que seja o resultado de reduções da velocidade do processamento da informação e/ou dificuldades para inibir o processamento de informação irrelevantes. Mais pesquisas serão necessárias para esclarecer este aspecto.

Finalmente, os dados sugerem que estratégias ou processos cognitivos compensatórios, desenvolvidos ao longo do processo de envelhecimento, são usados com sucesso pelos idosos para manter as representações de memória operacional.

ABREU, V. P. S. (2000). *Memory and Aging*. Campinas: Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Gerontologia da Faculdade de Educação, UNICAMP.

ABSTRACT

This work reviews evidence of memory changes associated with normal aging.

Data seem to be controversial. That is, there have been descriptions of memory disruption associated with normal aging but also of lack of any disruption at all; in addition, some papers have described improvements of performance in specific memory tasks by older people. This controversy seems to be related to the nature of the tasks used in the evaluation, the context of its application, the instructions presented to the subjects along the testing session and to setting temporal limits for their execution.

Analysis of the available evidence in the context of the modularity of memory functions concept - the idea that memory is not a single entity but a pool of several abilities mediated by distinct brain systems, that work independently but cooperatively - revealed that working memory seems to exhibit a decline of its capacity associated with normal adult aging. This subtle dysfunction usually does not prevent the successful completion of the tasks, if enough time is provided for the subjects. Other memory systems seem not to be disrupted by the normal aging process.

The causes for this decline are not well established; there are proposals that it is the result of reductions in the speed of information processing and/or difficulties to inhibit processing of irrelevant information. More research will be needed to clarify this point.

Finally, data suggest that compensatory strategies or cognitive processes, developed along the aging process, are successfully used by the elderly to maintain working memory representations.

INTRODUÇÃO

A expectativa de vida dos seres humanos, associada a uma redução na taxa de natalidade, vêm elevando a média de idade das populações humanas. Esse fenômeno, particularmente evidente nos países desenvolvidos, tem estimulado investigações sobre as alterações anatômicas, funcionais e cognitivas decorrentes do processo de envelhecimento. E pode-se adiantar desde logo que há grande controvérsia sobre a natureza das alterações observadas.

Nas últimas duas décadas as pesquisas têm gradualmente apontado que as mudanças não são iguais para as diferentes faixas etárias; ademais, apenas a idade cronológica usada como a variável independente não ajuda muito a explicar o processo de envelhecimento. A questão central da pesquisa em envelhecimento diz respeito à relação entre idade como a variável independente primária e alguns outros fatores de interesse, como por exemplo, mortalidade, morbidade, autonomia, qualidade de vida, capacidades mentais e produtividade. As investigações também avaliam a extensão na qual variáveis intervenientes, tais como fatores socio-demográficos, ambientais, psicossociais, biopsicológicos, ou de estilo de vida estão associados às alterações observadas com a idade. Sob a perspectiva dos dois processos de vida, o desenvolvimento e o envelhecimento, é importante discutir que embora alterações associadas à idade entre esses estágios estejam intimamente baseadas em concepções biológicas de crescimento e declínio, os processos de mudanças não seguem paralelas necessariamente com um fim esperado ou deterioração (Birren e Schroots, 1996).

Por exemplo, em relação às mudanças neurofisiológicas, há atualmente intenso debate sobre a ocorrência ou não de perda celular no sistema nervoso ao longo do processo de envelhecimento; e.g., enquanto Creasey e Rapport (1985) sugeriram que há significativa perda neuronal após os 30 anos, outros pesquisadores questionam a ocorrência de qualquer perda neuronal no

envelhecimento. Neste caso específico, não é improvável que essa controvérsia esteja associada com a natureza dos métodos anatômicos utilizados para estimar a quantidade de neurônios no sistema nervoso. Isto é, como muitos desses estudos envolvem a estimativa da quantidade de células nervosas a partir de medidas de densidade celular e esta pode variar em função do grau de retração tecidual (que é menor no cérebro idoso), o emprego desse tipo de método pode enviesar os resultados em favor de uma menor densidade celular no cérebro idoso. Daí a conclusão de que haveria um processo de perda celular. Mais recentemente, porém, estudo empregando métodos estereológicos não enviesados de estimativa da quantidade de neurônios no neocórtex de seres humanos, com idades variando entre 20 e 90 anos, revelou que há apenas cerca de 10% de perda neuronal ao longo do envelhecimento até esta última idade, independentemente do sexo, o que permite questionar, ao menos em parte, o mito de que há substancial perda neuronal no envelhecimento (Pakkenberg e Gundersen, 1997). Ainda do ponto de vista neuroanatômico, parece ocorrer substancial redução na quantidade de substância branca ao longo do envelhecimento, o mesmo não ocorrendo em relação à substância cinzenta (Schneider, 1985). Entretanto, parece mais provável que a perda neuronal que acontece com o envelhecimento, ocorra de forma distinta em diferentes partes do cérebro (veja Lezak, 1995).

Também alterações neurofisiológicas e cognitivas vem sendo descritas em associação com o processo de envelhecimento normal (ver adiante). Há, como veremos, uma tendência geral na literatura dessa área de tratar essas alterações sob a óptica "da deterioração", "do declínio" ou "da degradação". Esses termos, carregados de conotação negativa, devem, no nosso entendimento, ser encarados com cautela, por diversas razões. Primeiramente, porque dependendo da natureza do teste de avaliação cognitiva empregado o resultado é uma melhora de desempenho ao longo da idade, e não uma piora, como seria esperado no caso de uma deterioração funcional.

Assim, no presente trabalho, quando fizermos referências a "prejuízos" ou "deficiências" de desempenho, essas menções devem ser encaradas sob o prisma estrito do escore obtido nos testes neuropsicológicos empregados.

O entendimento da natureza das alterações relacionadas ao processo de envelhecimento deverá contribuir decisivamente para uma melhora da qualidade de vida do idoso. E nem poderia ser de outra forma.

Desse modo, diversas interpretações para os padrões de envelhecimento cognitivo tem levado alguns pesquisadores a propor explicações baseadas em conceitos como as chamadas habilidades mentais fluidas (raciocínio e solução de problemas, que envolvem a velocidade de processamento da informação) (Birren e Schorroots, 1996). Por exemplo, como na habilidade de solucionar problemas em que o sujeito identifica estratégias mnemônicas para a evocação (Schaie e Willis, 1993). Isto é, quando o raciocínio é empregado para solucionar um problema não familiar ou problemas estruturalmente complexos e exigem dos sujeitos distinguir entre informação irrelevante ou elementos redundantes, as pessoas idosas tendem a desempenhar pior (Lezak, 1995).

Formação de conceito e abstração também são tarefas que sofrem com a idade, já que as pessoas idosas tendem a pensar em termos mais concretos que as pessoas mais jovens, e a flexibilidade mental necessária às novas abstrações e para formar novos elos diminui com a idade, com um declínio acentuado após os 70 anos. Ainda em pessoas idosas saudáveis, problemas como a formação de conceitos e flexibilidade mental podem não tornar-se pronunciados - ou mesmo notórios - até os 80 anos. A inflexibilidade mental, por sua vez, aparece em muitos estudos com pessoas idosas, como uma dificuldade de adaptar-se a novas situações, solucionar novos problemas ou mudar mentalmente a situação (Lezak, 1995).

Por outro lado, as habilidades cristalizadas (habilidades bem praticadas e familiares), refletiriam as influências sócio-culturais (ou seja, conhecimento geral do mundo) e poderiam exibir algum desenvolvimento com a idade (Birren

e Schorroots, 1996). Portanto, alguns aspectos, tais como as atividades verbais poderiam resistir aos efeitos do envelhecimento; o vocabulário pode permanecer relativamente estável através do curso de vida normal de um indivíduo saudável, podendo mesmo aumentar. No entanto, relatos podem diferir dependendo de se as comparações entre os grupos etários são feitas em bases trans-seccionais ou longitudinais. As dificuldades com a evocação verbal - ou seja, dificuldade de acesso à memória verbal - é o mais usualmente identificado e ubíquo problema verbal, afetando algumas pessoas aos 60 anos e podendo tornar-se mais comum e severo com o tempo (Lezak, 1995).

Estes fenômenos cognitivos, além de bons preditores de desempenho em testes de memória, enfatizam a questão sobre a extensão na qual os processos de desenvolvimento e envelhecimento são diferentes para cada um, dado que ambos processos refletem a mudanças associadas à idade.

Dentre as funções que mais têm atraído a atenção dos pesquisadores interessados no envelhecimento, encontra-se a memória. A antiga crença popular de que o envelhecimento resulta inexoravelmente numa redução do desempenho da memória vem sendo submetida à investigação experimental. Diferentes estudos vêm gerando resultados controversos em relação à natureza das alterações de memória observadas em idosos. Isto é, enquanto alguns estudos relatam uma acentuação das dificuldades de memória ao longo da idade avançada (e.g., Dobbs e Rule, 1989; Verhaeghen, Marcoen e Gossens, 1993), outros descrevem ausência de prejuízos em idosos (e.g., Salthouse e Coon, 1994; Burack e Lachman, 1996). Esse tipo de controvérsia parece estar relacionada com a natureza dos testes empregados na avaliação das funções de memória, o contexto de sua aplicação, as instruções apresentadas aos sujeitos e o estabelecimento de limites temporais para a realização dos testes, entre outros.

A memória humana, definida como a capacidade de modificar o comportamento em função de experiências anteriores, manifesta-se de formas tão diversas como a lembrança de um número de telefone tomado de um

catálogo enquanto a ligação é realizada, a lembrança das palavras de uma frase enquanto a mesma é compreendida, a datilografia, o uso de um espelho para pentear o cabelo, o relato de uma experiência da infância, a aprendizagem de conceitos, ou o uso da linguagem com suas regras. Assim, além da partição da memória na dimensão temporal, incluindo as distinções entre memória de curta duração, de duração intermediária e de longa duração, é possível distinguir entre diferentes sistemas de memória associados à natureza da informação processada.

Quando ocorrem dificuldades de memória em idosos, elas são usualmente atribuídas, no contexto da discussão sobre sistemas de memória (i. e., memória de curta duração, memória operacional e memória de longa duração), a um desses sistemas em particular.

Deve-se ter em mente ainda, que memória envolve a codificação, retenção e recuperação da informação, nos distintos sistemas (Gillhooly e Logie, 1998). Tem sido enfatizado, neste sentido, que a representação da memória não envolveria um sistema unitário, mas uma combinação complexa de subsistemas.

Mais recentemente, algumas pesquisas apontam que os problemas de memória podem ocorrer em qualquer sistema de memória, sendo o tipo de processamento exigido em uma determinada tarefa de memória, mais que um sistema particular, considerado mais importante. Os fatores que influenciam o processamento têm sido divididos em quatro categorias principais: (1) as características da pessoa; (2) fatores associados à codificação ou aprendizagem da informação; (3) as características do material a ser aprendido e (4) fatores associados à evocação (Bäckman, Mantyla, e Herlitz, 1990; Craick e Jennings, 1992 apud Schaie e Willis, 1996).

Abordagens decorrentes da teoria do processamento da informação enfatizam que a aprendizagem seria tipicamente definida como a fase de codificação ou aquisição da memória, através de prática ou experiência. A recordação seria definida como a recuperação da informação que foi armazenada na memória. Poder-se-ia falar, portanto, como postulado por

Schaie e Willis (1996), de um sistema geral de aprendizagem -memória que envolveria todos os três processos: codificação (aquisição), armazenagem (memória) e evocação (recordação). Alguns estudos têm relatado que a capacidade de aprendizagem diminui com a idade com perdas particularmente proeminentes quando a aprendizagem é medida pela evocação. Ou seja, a demora na evocação tipicamente aumenta a sensibilidade para a idade em um teste, com desempenhos diferentes intragrupos, sendo ampliada com a idade mais avançada dos sujeitos (Lezak, 1995).

Sob uma abordagem funcional, aprendizagem e memória poderiam ser consideradas como especializações adaptativas que lidam com problemas específicos em ambientes distintos. Adaptações que serviriam a uma função não poderiam, pela sua natureza especializada, servir de forma efetiva a uma outra função. Isso não significa, no entanto, que o sistema não seria capaz de lidar com uma grande variedade de problemas (Xavier, 1993).

Essa teria sido a pressão seletiva para o aparecimento de múltiplos sistemas de memória. Segundo essa concepção, o sistema nervoso estaria, portanto organizado de forma estritamente modular. Cada módulo contém conexões diferentes com os outros e o nível de independência no funcionamento desses módulos parece variar. Lesões em módulos independentes eliminariam as funções por eles desempenhadas, enquanto que lesões em módulos que cooperam resultam numa alteração de desempenho nos módulos remanescentes de modo a minimizar as deficiências. O funcionamento independente porém cooperativo entre os diferentes módulos permite explicar não só dissociações experimentalmente observadas em indivíduos com lesões cerebrais, mas também a sensação de uma experiência de memória única em indivíduos normais, ou ainda explicar a permanência de representações, mesmo em caso de perda celular, como pode ocorrer com o passar da idade.

Mudanças na capacidade fisiológica que acompanham o envelhecimento poderiam afetar diretamente o desempenho de memória, bem como

diferencialmente a outros domínios incluindo as demandas ambientais para memória, estilo de vida, crenças sobre a memória e auto-eficácia, uso de estratégias, e a base de conhecimento para aprendizagem, as quais, por sua vez, poderiam afetar o desempenho de memória. Este tipo de abordagem levou pesquisadores (Sugar e McDowd, 1992) a formularem um modelo cuja abordagem é a ênfase no desempenho como oposto à capacidade. Um segundo aspecto importante é que as mudanças que acompanham o envelhecimento podem ter aspectos positivos, tanto quanto negativos, no desempenho da memória.

A distinção entre capacidade e desempenho se faz importante, considerando que dentre os muitos fatores que influenciam o desempenho de memória e aprendizagem, a capacidade é certamente um deles; além disso, ser capaz de desempenhar bem não é o mesmo que desempenhar bem. A capacidade se refere ao que o indivíduo pode fazer - quando existe uma oportunidade para exercitá-la - enquanto que o desempenho se refere ao que atualmente o indivíduo faz, dadas as oportunidades que seus meios fornecem. Esforços tem sido realizados a fim de investigar e de compreender mais das teorias das relações capacidade-desempenho e das diferenças individuais em aquisição de habilidades nos adultos idosos (veja Rogers e col., 1994). Uma capacidade é descrita como uma característica mais geral de um indivíduo que é associada ao desempenho de uma variedade de tarefas. Uma habilidade, por outro lado, refere-se ao nível de proficiência em uma dada tarefa (Fleishman, 1966 apud Rogers, 1994). Ou seja, o desempenho depende da habilidade e da oportunidade para expressar essa capacidade (Schaie e Willis, 1996).

A partir da década de 90, algumas tentativas de síntese sobre as principais observações envolvendo envelhecimento, memória e aprendizagem têm sido encontradas na literatura. Elas sugerem que (1) o envelhecimento não produz um declínio uniforme nos processos de memória, (2) existem algumas diferenças entre adultos jovens e mais velhos nas habilidades cognitivas, diferenças que geralmente favorecem os adultos mais jovens, (3) as diferenças

associadas à idade no desempenho cognitivo são pequenas, (4) de um ponto de vista prático, as diferenças observadas devido à idade podem ser insignificantes, embora teoricamente interessantes, (5) algumas diferenças associadas à idade desaparecem com a prática, treinamento ou ambos, e (6) em algumas tarefas de memória e aprendizagem, os adultos idosos algumas vezes simplesmente desempenham melhor que alguns adultos mais jovens (Sugar e Mcdowd, 1992).

Duas abordagens têm tentado explicar as diferenças associadas à idade em desempenho de memória e aprendizagem. Salthouse (1985), por exemplo, teorizou que uma redução total na velocidade de processamento justifica o declínio de habilidades em adultos idosos. Pouco depois, Hasher e Zacks (1988) propuseram que o envelhecimento causa um decréscimo na habilidade para inibir informação irrelevante. De acordo com esta noção, com o envelhecimento os estímulos ambientais passam a nos causar mais impacto e conseqüentemente nos tornamos mais lentos em entender novas informações e recuperar informações antigas.

Por outro lado, alguns pesquisadores argumentam que muitas das diferenças de idade observadas são devidas a fatores não cognitivos que interferem no tipo e extensão das alterações observadas, entre eles o grau de escolaridade e o nível socio-econômico (Magaziner e col., 1987). Também, o constante envolvimento em atividades intelectuais altera a velocidade das mudanças observadas ao longo do envelhecimento. Além das variáveis educacionais, adultos jovens e idosos podem diferir em estilo de vida e personalidade que podem afetar o desempenho de memória e aprendizagem (Schaie e Willis, 1996).

As pesquisas em atenção tem caracterizado outra área de influência sobre o entendimento das capacidades de memória no envelhecimento, postulando que as tarefas de extensão de memória refletem a habilidade para manter a atenção (Birren e Schaie, 1995;1996). Uma das descrições encontradas para a atenção a seria o aumento de destinação de recursos de processamento da informação (Steckler e Muir, 1996). A atenção seria o

mecanismo pela qual a informação é decodificada à priori para então passar ao processamento posterior.

Na linguagem diária, a atenção é primariamente usada para denotar percepção diretiva e seletiva, como quando referindo-se a alguém "prestando atenção" a uma fonte particular de estímulo. Esta proposta (prestar atenção) sugere uma visão da atenção como um processo conscientemente controlado aumentando a percepção e envolvendo certos custos (van Zomeren e Brouwer, 1994). Essa forma sugere um aspecto tanto quantitativo como seletivo da atenção, como se uma dada situação exigisse uma certa quantidade de atenção a ser prestada. O uso coloquial da palavra atenção também sugere esforço quando, por exemplo, é dito que uma pessoa está fortemente concentrada em uma tarefa. Finalmente, a atenção como usada pelo leigo pode também conter um elemento de tempo, muitas vezes com uma conotação negativa: a atenção vacila, ou seja, um indivíduo parará de prestar atenção se a fonte de estímulos torna-se enfadonha (van Zomeren e Brouwer, 1994).

Os modelos tradicionais de memória humana caracterizaram a atenção como um mecanismo de filtragem que limita a quantidade de informação que entra e permanece armazenada na memória (Atkinson e Shiffrin, 1968; Broadbent, 1958). Nessa concepção, memória temporária e atenção foram consideradas distintas, associadas com funções separadas. Esta distinção foi desacreditada, contudo, com o desenvolvimento da noção de "recursos de processamento", originalmente proposta dentro do contexto das teorias de atenção (Navon e Gopher, 1979; Wickens, 1984). Esta última noção ganhou popularidade e foi incorporada no modelo hipotético de memória operacional (Baddeley e Hitch, 1974; Just e Carpenter, 1992).

O presente trabalho parte da concepção de que a compreensão da controvérsia sobre eventuais alterações nas funções de memória ao longo do envelhecimento depende de uma análise prévia sobre (1) a distinção entre os diferentes sistemas e processos de memória, (2) a organização cognitiva de

forma modular, representada por sistemas paralelos de processamento de informações e (3) a natureza dos testes empregados em sua avaliação.

Pretendemos enfatizar que muitas das alterações no desempenho cognitivo relacionadas ao envelhecimento estão associadas ao desempenho de funções conceitualmente reunidas sob a denominação "memória operacional" (ver adiante) (ver também Baddeley, 1986; 1992; e Salthouse, 1990; 1991; 1996); no geral, o desempenho de funções que independem da memória operacional não parecem estar alteradas no envelhecimento. Em razão da ênfase do trabalho em teorias cognitivas da memória, os fatores exógenos ou ditos não cognitivos, não serão contemplados ao longo da discussão sobre as alterações associadas ao envelhecimento.

SISTEMAS DE MEMÓRIA

O conceito de modularidade das funções de memória - a noção de que memória compreende um conjunto de habilidades mediadas por diferentes módulos do sistema nervoso que funcionam de forma independente, porém cooperativa (para revisão, ver Xavier, 1993) - vem contribuindo significativamente para o entendimento das dificuldades de memória em diferentes pacientes neurológicos e pessoas idosas. O processamento de informações nesses módulos dar-se-ia de forma paralela e distribuída, permitindo que um grande número de unidades de processamento influencie outras em qualquer momento no tempo e que uma grande quantidade de informações seja processada concomitantemente.

Sob esse ponto de vista, a enorme especificidade anatômica do sistema nervoso apoia a noção de níveis múltiplos de processamento da informação. Por exemplo, o sistema visual processaria informações separadamente do sistema de processamento auditivo, e mesmo dentro de cada sistema, as informações poderiam ser separadamente processadas.

Apesar da integração da informação requerer de cada nível uma vasta rede de conexões anatômicas, a cooperação entre os sistemas não evidencia a divisão presente em tarefas e processamentos, produzindo a sensação de memória única. Entretanto, o acesso e controle voluntário a todos os aspectos envolvidos nesse processamento podem ocorrer em alguns módulos apenas, especialmente na ausência de automatização durante o processamento da informação.

Uma possibilidade seria devido às diferenças na arquitetura desses sistemas, que manipulam diferentemente a informação. No entanto, aspectos comuns ao funcionamento desses sistemas são capazes de alterar o funcionamento ontogenético, simplesmente por terem realizado processamentos anteriores ou por causa do produto dos processamentos anteriores, realizados em outras unidades.

Em uma rica rede de conexões que formariam ligações associativas, conjuntos de nós representariam tanto informações da memória de longa duração, quanto uma malha de ligações entre esses nós, os quais podem ser ativados por processos sensoriais, como por exemplo, no caso da codificação de representações de eventos externos e internos, ou mesmo objetivos e ações em curso. Assim, uma dada população de nós ativada representaria aspectos da informação em diferentes regiões corticais, e sua manutenção seria obtida através do envolvimento dos nós que se relacionam à informação e não por um nó individual. O funcionamento seria similar quando a ativação de um dos nós da rede desencadeasse uma cascata de eventos que resultasse na ativação de nós cujas malhas tornam-se fortalecidas pela ativação repetitiva.

Mesmo em caso de perda celular, como a que possivelmente ocorre com o passar da idade, haveria permanência de sub-conjuntos de células constituintes das populações de nós que garantiriam o processamento.

Muitas das evidências relevantes para o estabelecimento de correlações entre funções de memória e módulos do sistema nervoso derivaram de dificuldades de memória observadas em pacientes com danos cerebrais identificáveis. Mais recentemente, o refinamento nas técnicas de neuro-imagem, incluindo a tomografia por emissão de pósitrons (PET) e imagens por ressonância magnética (MRI), e de registro de potenciais evocados (ERPs), vêm permitindo investigar essas unidades funcionais em indivíduos normais, durante o desempenho de tarefas que envolvem o engajamento dos diferentes módulos de memória, trazendo informações mais precisas sobre as regiões e processos cerebrais envolvidos nessas funções.

1. Breve histórico

Em estudos para avaliação da memória, voluntários recebiam uma lista de palavras não relacionadas e, em seguida, tinham que lembrá-las. As primeiras e as últimas palavras apresentadas eram melhor lembradas que as intermediárias, fenômenos que foram descritos como efeito de primazia e efeito de recência, respectivamente. Se, no entanto, a evocação fosse retardada por alguns segundos e uma tarefa distratora fosse introduzida nesse intervalo (contar, por exemplo), o efeito de primazia era mantido, mas o efeito de recência era perdido, isto é, a lembrança das últimas palavras era prejudicada (e.g., Brown, 1958; Peterson e Peterson, 1959). A interpretação apresentada para este tipo de resultado foi que as palavras apresentadas por último eram armazenadas num sistema de memória de curta duração, enquanto as apresentadas no início num sistema de memória de longa duração; apenas o primeiro seria afetado pela passagem do tempo. Esse tipo de resultado levou Atkinson e Shiffrin (1968) a proporem o modelo serial de processamento segundo o qual a informação passaria da memória de curta duração para a memória de longa duração. Ou seja, para ingressar no sistema de memória de longa duração a informação deveria necessariamente passar pelo sistema de memória de curta duração.

Os dados existentes até essa ocasião não discrepavam dessa interpretação. Por exemplo, Scoville e Milner (1957) descreveram o caso H.M., um paciente submetido à remoção bilateral de parte do lobo temporal medial, incluindo o giro parahipocampal, córtex entorrinal, amígdala e dois terços anteriores do hipocampo, numa tentativa de controlar os ataques associados com a epilepsia, que passou a exibir uma profunda incapacidade de formar novas memórias (amnésia anterógrada). A acuidade de sua memória para eventos ocorridos pouco antes da cirurgia também estava severamente comprometida (amnésia retrógrada); esse comprometimento, no entanto, tornava-se progressivamente menor para informações adquiridas até 3 anos antes da cirurgia de tal modo que informações adquiridas anteriormente a este

período eram lembradas normalmente. Diversas outras funções estavam intactas. Por exemplo, H.M. era capaz de conversar normalmente, desde que não fosse distraído (Pribram, 1986), sua atividade intelectual estava normal (Scoville e Milner, 1957), sua memória de curta duração estava preservada (Milner e col., 1968), seu desempenho em testes de percepção era normal (Milner e col., 1968; Scoville e Milner, 1957), assim como sua capacidade para adquirir novas habilidades motoras, perceptuais e cognitivas (Cohen, 1984) e reter essas habilidades por longos períodos de tempo. Não obstante diversas estruturas tenham sido removidas no paciente H.M., os efeitos amnésicos foram atribuídos à lesão hipocampal. De fato, Zola-Morgan, Squire e Amaral (1986) mostraram que perdas celulares restritas às células piramidais do campo CA1 do hipocampo, em decorrência de isquemia cerebral transitória, resultavam nos mesmos tipos de deficiências de memória. Também pacientes com anormalidades hipocampais decorrentes de encefalite viral (Press, Amaral e Squire, 1989) exibem uma síndrome amnésica similar.

Pacientes amnésicos portadores da síndrome de Korsakoff (com lesões diencefálicas bilaterais nos núcleos talâmicos mediais, corpos mamilares e cerebelo, e atrofia cortical), também preservam suas capacidades intelectuais e para adquirir novas habilidades (Cohen, 1984), associada a um severo quadro de amnésia anterógrada. Diferentemente dos pacientes hipocampais, no entanto, sua amnésia retrógrada pode estender-se a décadas, não estando claro se esse fenômeno é uma decorrência secundária da amnésia anterógrada associada a um lento desenvolvimento da síndrome.

É notável, portanto, que esses pacientes sejam capazes de adquirir novas habilidades motoras, perceptuais e cognitivas, e de, como pessoas normais, reter esse tipo de informações por prolongados períodos de tempo: a retenção da habilidade é evidenciável em testes realizados mesmo um ano após a aquisição original, apesar dos pacientes não serem capazes de lembrar da experiência de treino. Também o efeito de pré-ativação (facilitação

inconsciente ou viés no desempenho em de corrência da exposição prévia às informações utilizadas no teste - “priming”, em inglês) encontra -se preservado nesse tipo de paciente amnésico (para revisão, ver Cohen, 1984). Além disso, a memória de curta duração, ou memória operacional, como prefere Baddeley (1992), parece intacta (Baddeley e Warrington, 1970). Este último resultado é particularmente interessante pois permite descartar a possibilidade de que haja problemas de percepção (ou registro), de aprendizagem de regras ou prejuízo em alguma outra função cognitiva que impedisse a aquisição da informação. Portanto, sua principal dificuldade parece ser a de reter determinados tipos de informação por prolongados períodos de tempo.

Adicionando a essa discussão, Shallice e Warrington (1970) descreveram uma síndrome oposta num paciente capaz de reter apenas 2 dígitos de informação, portanto com um severo prejuízo da memória de curta duração, sem qualquer lembrança das últimas palavras de uma lista, que tinha sua memória de longa duração completamente normal. Essa dupla dissociação (ver abaixo) sugere que os sistemas de arquivamento de memória de curta duração e de memória de longa duração são distintos e não funcionam de forma serial, como havia sido proposto por Atkinson e Shiffrin (1968). Além disso, se a memória de curta duração fosse necessária para a formação da memória de longa duração, como seria possível explicar que pacientes com problemas na memória de curta duração podem aprender e ter uma vida quase normal?

É importante mencionar, neste contexto, que o desempenho de indivíduos normais também varia em função das características da informação processada. Por exemplo, Baddeley (1966a) mostrou que palavras com sons similares são pior lembradas pela memória de curta duração que palavras fonologicamente diferentes, mesmo que com significados semelhantes. Por outro lado, este padrão se reverte quando memória de longa duração é requerida (Baddeley, 1966b), sugerindo que, pelo menos em relação a palavras, a memória de curta duração depende da acústica, enquanto a memória de longa duração favorece a codificação semântica. Por outro lado,

em tarefas concorrentes, em que voluntários devem desempenhar um raciocínio gramatical ao mesmo tempo que repetem continuamente de 0 a 8 dígitos, aumentos na quantidade de dígitos concorrentes levam a aumento no tempo de processamento, mas não prejudicam a precisão do desempenho (Baddeley, 1986), indicando que a capacidade de manter a atenção para o raciocínio gramatical é independente da retenção dos dígitos na memória de curta duração. Resultados similares foram obtidos em testes de compreensão e de recordação livre, em que uma carga de dígitos concomitante impediu a memória de longa duração mas manteve a lembrança dos últimos itens experienciados intacta. Como poderiam os sujeitos continuar resolvendo problemas mesmo com a memória de curta duração cheia de informações? Por que não houve prejuízo na lembrança dos últimos itens experienciados apesar da tarefa concorrente? A conclusão foi que a memória operacional também pode ser dividida em sub-componentes (ver Baddeley, 1992).

Essas dissociações, i.e., prejuízos no desempenho de algumas tarefas em contraposição a um desempenho normal em outras tarefas, são apontados como evidência da existência de diferentes sistemas de memória. Mencione-se que alguns autores tentaram interpretar essas dissociações como decorrentes da sensibilidade diferencial das tarefas utilizadas. De acordo com este ponto de vista, os pacientes amnésicos exibiriam dificuldades em tarefas cuja demanda seria maior e seu desempenho estaria preservado em tarefas cuja demanda seria menor (e.g., Meudell e Mayes, 1981). No entanto, como apontado por Xavier (1993), esse

“raciocínio não se aplica ... quando os resultados experimentais apontam para a existência de uma dupla dissociação. Isto é, quando lesões em determinados sistemas neurais resultam em prejuízos no desempenho de uma dada tarefa ‘1’, deixando intacto o desempenho em uma segunda tarefa ‘2’, enquanto um segundo tipo de lesão produz o resultado inverso, ou seja, prejuízo na tarefa ‘2’ e desempenho normal em ‘1’.” (p. 66) (ver Figura 1).

Teste Comportamental

t		1	2
i			
p			
o	A	prejudicada	preservada
de			
l			
e			
s	B	preservada	prejudicada
ã			
o	_____		

Figura 1. Dupla dissociação: lesão do sistema "A" resulta em prejuízo no desempenho de uma tarefa '1', deixando intacto o desempenho em uma segunda tarefa '2', enquanto que um segundo tipo de lesão "B", produz o resultado inverso.

Estudos de dissociação levaram Cohen (1984), Squire e Zola-Morgan (1991), e Squire (1992) a propor a distinção entre memória declarativa (ou explícita) e memória não-declarativa (ou processual ou, ainda, implícita), ambos considerados como sistemas de memória de longa duração. Várias propostas de classificação desses sistemas são encontradas, algumas considerando apenas os sistemas de longa duração, outras que incluem também a memória de curta duração e ainda outras enfatizando primordialmente o modo de evocação das informações.

Memória declarativa refere-se à retenção de experiências sobre fatos e eventos do passado, i.e., o indivíduo tem acesso consciente ao conteúdo da informação, sendo adequada para o arquivamento de associações arbitrárias após uma única experiência. De acordo com esses autores, memória declarativa seria flexível e prontamente aplicável a novos contextos e é exatamente o tipo de memória prejudicada nos pacientes amnésicos. Em contraposição, não haveria possibilidade de acesso consciente ao conteúdo da memória não-declarativa, que seria evidenciável apenas através do desempenho. Este tipo de informação seria adquirida gradualmente ao longo de diversas experiências, estando fortemente ligada à situação de aquisição original; seria, portanto, inflexível e pouco acessível a outros sistemas. A memória declarativa é adicionalmente subdividida em memória para fatos (ou semântica) e para eventos (ou episódica), sendo esta última autobiográfica, e a memória não-declarativa em habilidades e hábitos, pré-ativação, condicionamento clássico simples e aprendizagem não associativa, incluídas aqui habituação e sensibilização (Squire e Zola-Morgan, 1991). Essa taxonomia dos sistemas de memória foi, posteriormente (Squire e Knowlton, 1995), associada a diferentes estruturas do sistema nervoso; lesões nessas estruturas resultariam em deficiências no processamento de informações por aqueles sistemas. De acordo com essa proposta, memória declarativa (tanto para fatos, como para eventos) estaria associada às estruturas do lobo temporal medial e diencéfalo, habilidades e hábitos ao estriado, pré-ativação ao neocórtex, condicionamento clássico simples relacionado à amígdala nas respostas emocionais e ao cerebelo nas respostas da musculatura esquelética, e aprendizagem não-associativa à vias reflexas.



Figura 2. Taxonomia da memória de longa duração e estruturas nervosas associadas, de acordo com Squire e Knowlton (1995).

Já de acordo com Tulving (1995), é possível identificar pelo menos 5 categorias principais de memória humana, ou sistemas de memória, com algumas subcategorias. Os sistemas processuais se expressariam através de (1) habilidades comportamentais e de procedimentos que independem de qualquer cognição; são, por exemplo, os preponderantemente envolvidos em equilibrar uma bandeja na mão ou no ato de ler (não incluindo a atribuição de significado ao que é lido). Em contraposição, os sistemas cognitivos seriam representacionais, i.e., as mudanças que resultam da aprendizagem podem ser

caracterizadas em termos proposicionais, que mediam mudanças na cognição ou pensamento; estes seriam os sistemas que guiam o comportamento manifesto. Eles incluem (2) pré-ativação, (3) memória semântica ou conhecimento geral sobre o mundo (que permite a aquisição e retenção de informações factuais, que proporcionam material para o pensamento, i.e., para as operações cognitivas de aspectos do mundo que fogem da percepção imediata), (4) memória primária (também referida como memória de curta duração ou memória operacional - que registra e mantém informações de uma forma altamente acessível, por um curto período de tempo após sua aquisição) e (5) memória episódica (que permite lembrar o passado num contexto biograficamente específico). Segundo Tulving (1995), a evocação nos sistemas 1, 2 e 3 é implícita, i.e., a expressão da memória ocorre sem consciência de sua aquisição no espaço e no tempo, enquanto a evocação nos sistemas 4 e 5 seria explícita, i.e., refere-se à expressão do que o indivíduo reconhece e como consciência pessoal. Essa seqüência numérica refletiria as relações postuladas entre os sistemas, i.e., as operações dos últimos dependeriam e embasar-se-iam nas operações dos primeiros. Finalmente, de acordo com Tulving (1995), a codificação da informação nos sistemas de memória cognitiva dar-se-ia de forma serial, o processo de armazenamento seria paralelo, e o processo de evocação seria independente. Não obstante o mérito da proposta, parece questionável supor 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 esse autor, tem como função manter as informações acessíveis por um curto período após aquisição para tratamento posterior.

2. Processos, módulos de memória e o sistema nervoso

Como vimos, embora seja geralmente aceita a proposta de que existem diferentes módulos de memória, há discrepâncias em relação a quantos tipos de memória existiriam e, particularmente, quanto à relação entre eles. Analisaremos, a seguir, evidências sobre o envolvimento de diferentes regiões do sistema nervoso nos processos de aquisição e utilização de diferentes tipos de informação. Deve-se ter em mente, no entanto, que é possível (talvez provável) que o processamento dessas informações envolva sistemas diferentes nos estágios iniciais e finais do processo de aquisição, ou que a contribuição relativa de cada sistema mude ao longo do processamento e da sua posterior utilização.

2.1. Memória operacional

Memória operacional é um conceito hipotético que refere-se ao arquivamento temporário da informação para o desempenho de uma diversidade de tarefas cognitivas. Embora ela seja usualmente identificada com (e mesmo tratada como sinônimo de) memória de curta duração, este último conceito mostrou-se por demais simples para lidar com os tipos de retenção de informação por curtos períodos de tempo, evidenciados experimentalmente. A memória operacional é conceitualizada como um dispositivo multicomponente responsável por manter e manipular (armazenar) a informação enquanto o sujeito está engajado em vários processos ou tarefas cognitivas (Baddeley, 1992). Baddeley (1992) referiu-se à memória operacional como uma ampla variedade de interações entre sistemas de armazenamento temporário. Nesse modelo, a retenção de curta duração, assinalada por seu caráter transitório, e não como um indicador de conteúdos recentemente adquiridos, envolve a operação de componentes interativos que compõem o sistema.

De acordo com Baddeley e Hitch (1974), memória operacional compreende um sistema de controle de atenção, o *executivo central*,

responsável por coordenar a demanda advinda de diferentes fontes, além de ser o depositário e controlador dos recursos de processamento que seria auxiliado por dois sistemas de apoio responsáveis pelo arquivamento temporário e manipulação de informações, um de natureza *visuo-espacial* e outro de natureza *fonológica*.

Esses sistemas modulares interdependentes incluídos na operação da memória operacional seriam responsáveis pela retenção da informação em códigos particulares. A alça visuo-espacial reteria informação sob um código visuo-espacial. A alça fonológica (assim denominada por Baddeley em 1990, inicialmente conhecida como alça articulatória), contribui para a retenção e manipulação da informação verbal. A Figura 3 fornece um esquema simplificado de representação do modelo da memória operacional.

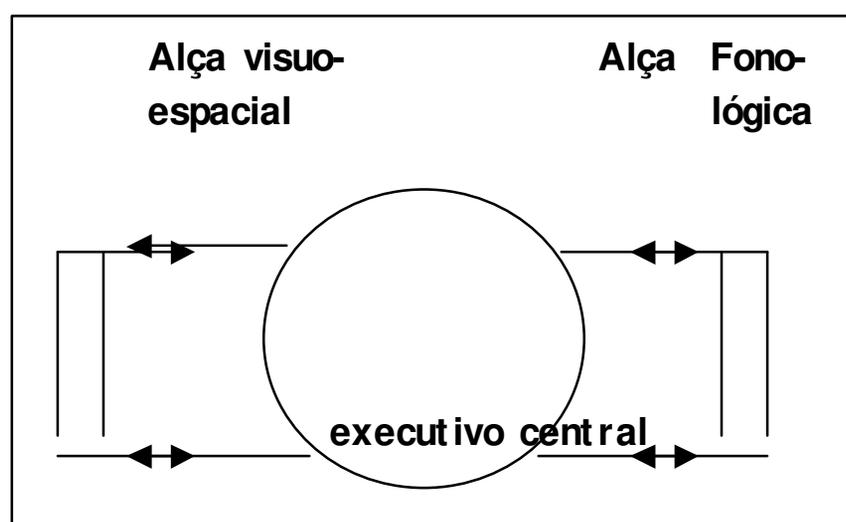


Figura 3 . Representação simplificada do modelo de memória operacional proposto por Baddeley (1995).

Embora o modelo de memória operacional não seja o único a apresentar uma explicação satisfatória para as alterações de memória no envelhecimento normal e patológico, tem fornecido, até agora, uma estrutura conveniente e frutífera para a investigação da natureza do envelhecimento cognitivo.

2.1.1. O Executivo Central

O executivo central, com capacidade limitada, regularia o fluxo de informação na memória operacional, proporcionaria a conexão entre os sistemas de apoio e a memória de longa duração, atuaria na evocação da informação de outros sistemas de memória incluindo os de memória de longa duração, sendo ainda o responsável pela seleção de estratégias e planos (Baddeley, 1992); sua atividade estaria relacionada ao funcionamento do lobo frontal que teria a função de supervisionar informações a serem codificadas, armazenadas e evocadas, concomitantemente ao seu ingresso no sistema. Uma vez que sua capacidade é limitada, a eficiência no seu funcionamento é comprometida pelo aumento da demanda (por exemplo, quando do desempenho de tarefas duplas); esse comprometimento pode expressar-se sob a forma de um aumento do tempo requerido para o processamento da informação ou um prejuízo na precisão da informação estocada. Ou seja, ultrapassado o limite dos recursos limitados do executivo central, a execução de tarefas concorrentes sofre uma lentificação comparativamente ao desempenho em tarefa única.

As funções reguladoras desempenhadas pelo executivo central correspondem a algumas das funções descritas no modelo atencional de controle da ação, desenvolvido por Norman e Shallice (1980). Resumidamente, de acordo com esse modelo, ações bem treinadas ou atividades automáticas são desempenhadas sob o controle de esquemas organizados hierarquicamente sob a forma de sub-rotinas, disparados por estímulos desencadeadores. Diante do estímulo desencadeador apropriado, os esquemas de controle da ação são ativados de modo que suas sub-rotinas entram em ação imediatamente desencadeando a ação automática apropriada para a situação. Em situações comuns, conflitos gerados pela presença concomitante de estímulos desencadeadores de ações distintas seriam solucionados por um sistema autônomo hierarquicamente superior - o sistema gerenciador de divergências "contention scheduling system". Porém, o

desempenho de novas ações ou a presença de estímulos urgentes ou ameaçadores demandam o envolvimento de um sistema adicional hierarquicamente superior, que apresenta grande demanda de recursos de processamento, o Sistema Atencional Supervisor (SAS), que intervém diretamente no controle da ação. Nestas condições, o SAS inibe ou ativa esquemas de controle da ação diretamente, e pode também sobrepujar as ações do gerenciador de divergências. Além disso, o S.A.S. é acionado (1) no monitoramento dos fatores externos que interferem na tomada de decisões em situações nas quais os processos automáticos não são adequados; (2) quando são necessárias seqüências de atos novos ou recentemente estabelecidos e (3) quando está envolvida alguma resposta mais forte ou habitual (Shallice, 1988). A Figura 4 mostra (da esquerda para a direita) como os hábitos ou esquemas contínuos que controlam ações rotineiras são acionados automaticamente, enquanto que o SAS é representado por uma série de flechas verticais que são capazes de interromper e/ou modificar tal comportamento contínuo. Baddeley (1986) sugeriu que o SAS corresponderia ao executivo central do modelo de memória operacional.

Testes neuropsicológicos cujo desempenho parece depender da participação do executivo central incluem cálculo mental (Hitch, 1980), recordação de longas listas de dígitos (Baddeley e Hitch, 1974), raciocínio lógico (Baddeley e Hitch, 1974), produção de listas aleatórias de letras - o que envolve inibir o uso de seqüências previamente automatizadas, por exemplo, ABC ou MNO - (Baddeley, 1966a) e recordação de eventos autobiográficos da memória de longa duração (Hitch, 1980); essa demanda torna-se particularmente significativa em condições de restrição temporal para o desempenho da tarefa ou de desempenho concomitante de atividades concorrentes. Tarefas de geração de seqüências aleatórias de letras e de atualização que exigem considerável flexibilidade do processamento da informação e engajamento e desengajamento da atenção, colocariam significativas demandas no executivo central.

Uma compreensão da natureza do SAS e, portanto, do executivo central, é fornecida por pacientes neuropsicológicos que, através de acidente ou doença, têm adquirido lesão frontal. Desde muito tempo se conhece que as lesões dessa área cortical acarretam distúrbios no controle consciente da ação, o que Baddeley (1986) denominou de síndrome desexecutiva. Lesões frontais prejudicam o desempenho em testes de extensão de dígitos, mas não interferem na aquisição de novas informações declarativas (Janowsky e col., 1989); também, há prejuízo de desempenho em testes de evocação livre em contraposição a um desempenho normal em testes de reconhecimento (Janowsky e col., 1989). É possível que testes de evocação livre demandem intensamente estratégias de memória geradas internamente, requerendo uso extensivo de processos de pesquisa e evocação. Pacientes frontais têm dificuldades em ignorar informações irrelevantes (Perret, 1974) e em avaliar a organização temporal de eventos a que foram expostos, embora sejam capazes de lembrar dos eventos *per se* (Milner, 1971). Esses pacientes tipicamente demonstram uma combinação paradoxal de perseveração de comportamento quando desempenham repetidamente a mesma ação ou dizem a mesma palavra ou frase ou ainda, distraidamente fazem uso de objetos que estão ao alcance da mão, independentemente de sua ação ser socialmente apropriada (Baddeley, 1998). Por exemplo, um paciente que cortava pedaços de fita na terapia ocupacional, pela extremidade errada, ao ser corrigido, concordou com o erro, embora continuasse cortando a fita da mesma maneira (Baddeley, 1998). Nesse caso, o SAS comprometido não pode intervir para interromper a ativação do esquema. A distratibilidade aconteceria assim, na ausência da preponderância da ativação de um esquema. Também por esse motivo, pacientes com lesão do lobo frontal muitas vezes podem achar difícil iniciar uma atividade. Em outras ocasiões, são incapazes de concentrar-se em atividades simples por alguns poucos minutos. O fato do paciente com lesão de lobo frontal assumir uma estratégia e não conseguir interrompê-la explica sua dificuldade em aprender mais que uma categoria e a sua tendência em perseverar na atividade (Baddeley, 1998).

Também, o executivo central parece desempenhar um papel crucial no planejamento de ações futuras (Shallice e Burgess, 1991), bem como na aquisição de ações novas; neste último caso, sua participação declina à medida que a ação se torna automática. Portanto, o desempenho de tarefas que não sejam passíveis de automatização impõem grande demanda ao executivo central.

O cerebelo também parece estar envolvido no processamento da memória operacional. Pascual-Leone e col. (1993) propuseram que o cerebelo atua na catalogação e manutenção de seqüências de eventos, que seriam necessários para o funcionamento da memória operacional em situações que requerem o ordenamento temporal das informações (ver também Ito, 1990; Bloedel, 1992).

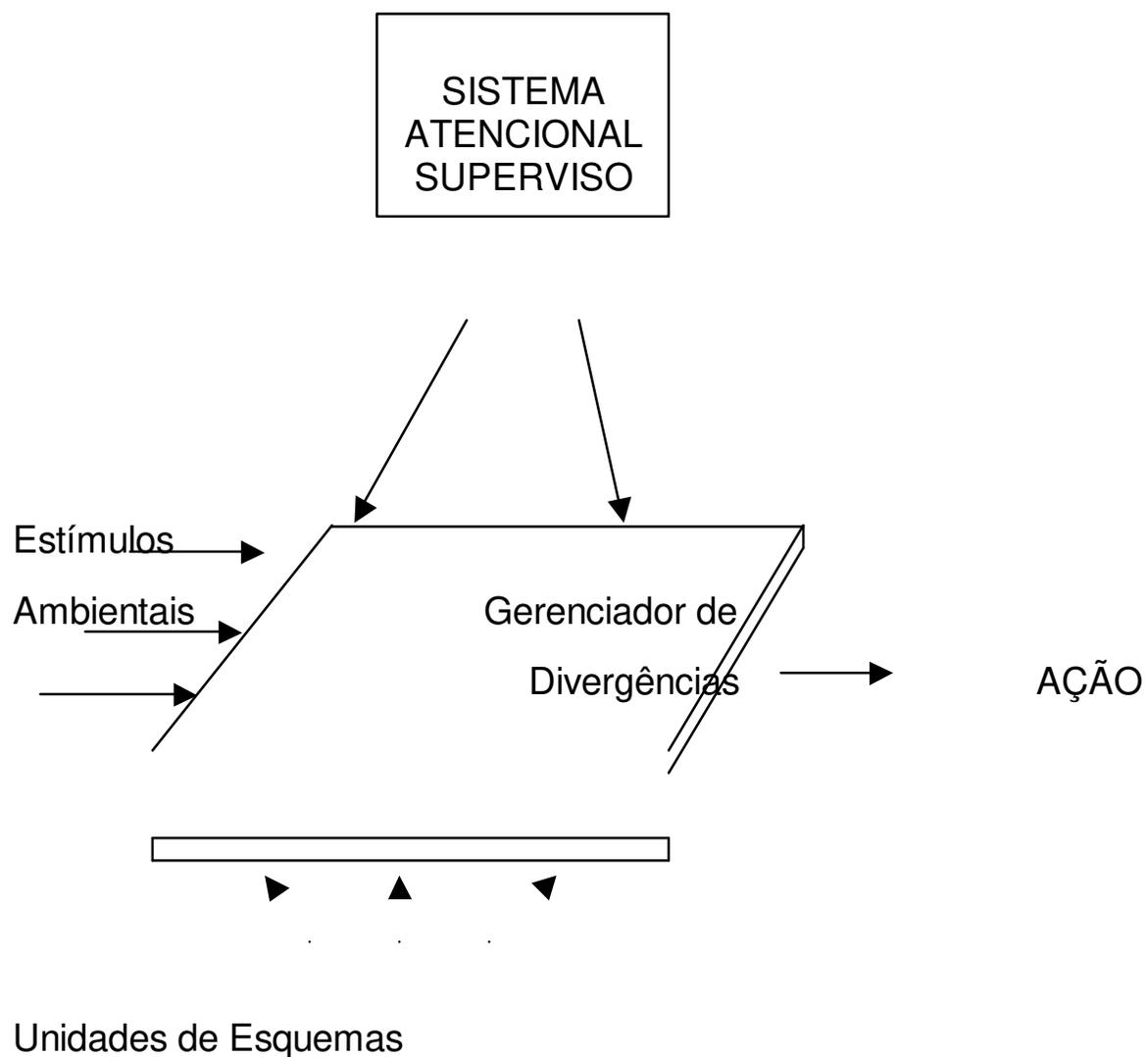


Figura 4. Modelo de controle da ação

2.1.2. A alça visuo-espacial

A alça visuo-espacial seria um sistema de apoio especializado para o processamento e arquivamento temporário de informação visual e espacial, e de material verbal que gera imaginação visual (por exemplo, quando o sujeito ouve a palavra "garrafa", pode imaginar visualmente esse objeto).

Em teste típico para avaliar o funcionamento desse sistema, sujeitos recebem instruções para "preencher" as células de uma matriz de 4 x 4 com números apresentados numa dada seqüência. As instruções contêm as palavras direita, esquerda, cima e baixo, de modo que os sujeitos podem imaginar a seqüência de números sob a forma de um trajeto espacial; assim, podem se recordar da seqüência de instruções recebidas lembrando apenas do "trajeto" percorrido durante a inserção dos números na matriz. Um grupo controle recebe instruções similares, porém sem a possibilidade de "criar" um trajeto espacial (por exemplo, através do uso de palavras do tipo rápido, lento, duro e mole); assim, os sujeitos deste grupo devem se recordar da seqüência de instruções com base em informações não visuais (usualmente se utilizam de estratégia verbal) (ver Brooks, 1967). Supõe-se que o desempenho da tarefa que possibilita a imaginação do trajeto espacial dependa do sistema visuo-espacial enquanto esta última tarefa independe do sistema espacial. Baddeley, Grant, Wight e Thomson (1975) mostraram que o desempenho de uma outra tarefa que requer "perseguição" de um alvo visuo-espacial prejudica significativamente a lembrança das instruções no teste que envolve a imaginação do "trajeto espacial", mas não afeta a lembrança das instruções no teste que independe do sistema espacial. Essa interferência seletiva indica que a retenção das informações no teste que envolve imaginação do trajeto espacial funciona de forma independente daquele envolvido no teste que independe da estratégia espacial.

Baddeley e Lieberman (1980) desenvolveram uma tarefa que permitiu investigar adicionalmente a natureza do sistema de processamento visuo-espacial na memória operacional. Na versão espacial da tarefa sujeitos vendados devem apontar para uma fonte sonora móvel. A versão visual da tarefa envolve o julgamento do brilho de uma lâmpada. O desempenho concomitante da versão espacial dessa tarefa prejudica a lembrança das instruções no teste que envolve imaginação do trajeto espacial, como descrito por Baddeley e col. (1975), mas não afeta a lembrança das instruções no teste que independe da imaginação do trajeto espacial. Interessantemente, o desempenho concomitante da versão visual da tarefa prejudica a lembrança das instruções no teste que independe da imaginação do trajeto espacial em maior extensão do que a lembrança das instruções que dependem de imaginação do trajeto espacial. Esses resultados de interferência seletiva sugerem a existência de pelo menos dois sub-sistemas relacionados ao processamento de informações de natureza visual; um deles seria de natureza **espacial** e o outro de natureza **visual** apenas. Em algumas tarefas, é possível selecionar qual componente serve de base para o desempenho das tarefas e por conseguinte, determinar se a natureza da tarefa é espacial mais que visual (Gathercole e Baddeley, 1993).

Ao examinar a função do executivo central em controlar as operações de codificação da alça visuo-espacial, Morris (1987) concluiu que o controle do executivo central foi exigido na codificação, mas não durante a manutenção do ensaio. Tarefas secundárias que colocaram carga no executivo central produziram uma redução no desempenho apenas durante a codificação.

Evidências neuropsicológicas também apoiam que o sistema de apoio visuo-espacial teria dois sub-componentes, o visual, relacionado à região occipital, e outro espacial, dependente de regiões parietais (Farah, 1988). Na maioria das situações corriqueiras esses dois sistemas trabalhariam em conjunto, mas em determinadas condições experimentais é possível reunir evidências experimentais que enfatizam a noção de que se tratam de fato de sistemas distintos.

Essa distinção vem sendo confirmada por estudos envolvendo PET, durante o desempenho de tarefas que requerem memória operacional visual (Jonides e col., 1993).

2.1.3. A alça fonológica

A alça fonológica seria um sistema de apoio especializado para o arquivamento temporário de informação verbal e seria constituída de 2 sub-sistemas (Baddeley, 1986). **O estoque fonológico** arquivaria informações de acordo com um código fonológico (sensível à similaridade fonológica de itens a serem retidos) e exibiria decaimento com a passagem do tempo. Informações verbais (originárias de fala que ganham acesso ao sistema através do sistema auditivo) seriam processadas diretamente no estoque fonológico. **O ensaio articulatório sub-vocal** atuaria no sentido de revigorar a atividade de representações em decaimento no estoque fonológico (sensível aos simultâneos articulação e comprimento de palavra a serem retidos) mantendo assim a memória dessas informações (veja Figura 5). Este segundo sistema participaria também da função de decodificação de informações não fonológicas (como textos ou figuras impressas) para um código fonológico de modo que a informação possa ser mantida no estoque fonológico.

As principais evidências que favorecem a proposta desse modelo constituído de dois sub-componentes estão associadas a fenômenos experimentais envolvendo material verbal, descritas a seguir.

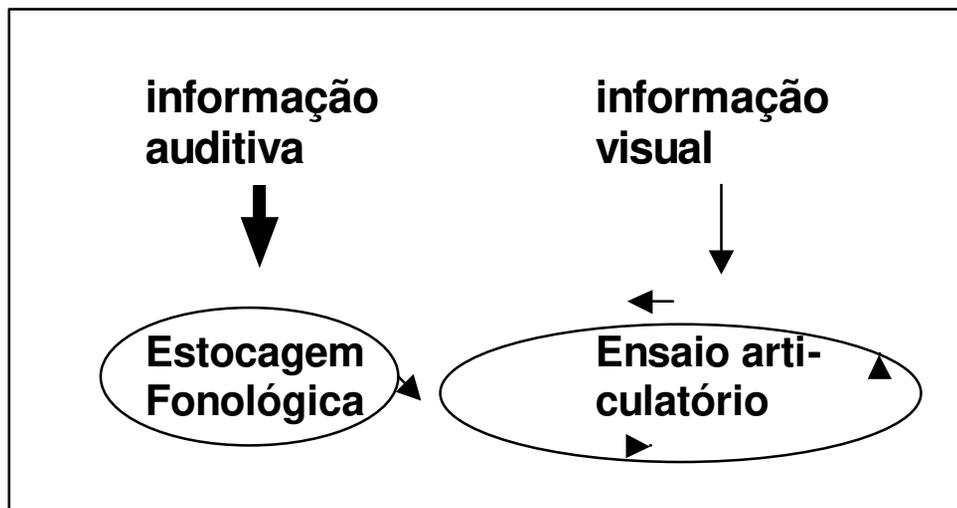


Figura 5. Diagrama esquelético do modelo de alça fonológica proposto por Della Sala e Logie (1993).

(1) *Efeito de supressão articulatória.* Se um sujeito experimental tiver que articular material irrelevante (por exemplo, dizer repetidamente uma palavra qualquer) ao mesmo tempo que lê uma lista de palavras para retenção na memória de curta duração, há um significativo prejuízo de desempenho na retenção da lista (Murray, 1968; Levy, 1971). De acordo com o modelo de memória operacional, esse efeito está relacionado com prevenção do ensaio articulatorio, pela repetição do material irrelevante. Isto é, por um lado, o registro fonológico é prejudicado e, por outro, o ensaio sub-vocal que permitiria manter o material estudado na memória é prevenido. Como consequência o pouco conteúdo que conseguiu ganhar acesso ao estoque fonológico não é revigorado decaindo rapidamente, o que leva ao prejuízo de desempenho no teste, interpretado como esquecimento da informação.

(2) *Efeito de comprimento da palavra.* O desempenho num teste de memória imediata é significativamente afetado pelo comprimento pronunciado

(duração articulatória) da palavra (Baddeley, Thomson e Buchanam, 1975b). Listas ordenadas de palavras constituídas de apenas uma sílaba são melhor lembradas que listas de palavras contendo maior número de sílabas, independentemente de sua apresentação se dar de forma visual (escrita) ou auditiva (pronunciada). Esses autores mostraram adicionalmente que quanto menor o tempo de leitura das palavras da lista, maior é a lembrança dessas mesmas palavras. Mesmo palavras contendo o mesmo número de sílabas mas de pronúncia mais curta são melhor lembradas que as de pronúncia mais longa, sugerindo que é a duração articulatória da palavra e não o número de sílabas que gera esse efeito. Deve-se notar que quanto menor o comprimento pronunciado da palavra, maior a possibilidade de ensaio articulatório num dado intervalo de tempo, resultando numa melhor retenção no estoque fonológico. Além disso, esse fenômeno independe da língua falada pelos sujeitos experimentais (Ellis e Hennisly, 1980; Naveh -Benjamin e Ayres, 1986), enfatizando que se trata de um efeito fonológico.

Em sendo assim, pode-se antecipar que o efeito de comprimento de palavras deve desaparecer em condições de supressão articulatória já que tanto o efeito de supressão como o de comprimento de palavras dependem do ensaio articulatório, o que foi confirmado por Baddeley e col. (1975) num estudo mostrando que o efeito de comprimento de palavras desaparece quando a lista de palavras é apresentada visualmente ao mesmo tempo que os sujeitos engajam-se em articulação irrelevante durante a apresentação da lista. No caso de apresentação da informação por via auditiva, o efeito de comprimento de palavras não é afetado por supressão articulatória (supostamente a informação ganhou acesso direto ao estoque fonológico) exceto quando a supressão articulatória é realizada durante a apresentação e o momento da lembrança dos itens (Baddeley, Lewis e Vallar, 1984b).

(3) *Efeito de similaridade fonológica.* A recordação imediata de itens fonologicamente similares é pior que a de itens fonologicamente distintos, mesmo para a apresentação de letras apresentadas visualmente - o que

elimina a possibilidade de confusão auditiva entre os itens apresentados (Conrad e Hull, 1964), sugerindo que o postulado estoque fonológico é responsável pelo fenômeno. Ademais, a utilização de itens ortográfica ou semanticamente similares, mas fonologicamente diferentes, elimina esse efeito (Baddeley, 1966b). A interpretação oferecida para este fenômeno considera que a perda de um fator fonológico da informação que permite sua discriminação em relação ao outro item é mais crítica quando se tratam de itens fonologicamente similares (pois assim haverá possibilidade de confusão com o outro item) do que quando os itens utilizados são fonologicamente distintos. Este efeito desaparece em condições de supressão articulatória quando a lista de itens a ser memorizada é apresentada visualmente (Levy, 1971). Admite-se que a supressão articulatória bloqueia o ensaio articulatório prevenindo o ingresso de material visual no estoque fonológico. Porém, se a apresentação dos itens é realizada auditivamente, há manutenção do efeito de similaridade fonológica mesmo quando o ensaio é prevenido pela supressão articulatória (Baddeley e col., 1984b). Acredita-se, neste caso, que a informação auditiva ganha acesso direto ao estoque fonológico independentemente do ensaio articulatório.

(4) *Efeito de fala irrelevante.* A apresentação (visual ou auditiva) de uma lista de itens para lembrança posterior em concomitância com a pronúncia de um conjunto de palavras irrelevantes prejudica a lembrança da lista (Colle e Welsh, 1976). Admite-se que as palavras irrelevantes pronunciadas ganham acesso ao

estoque fonológico interferindo com a retenção dos itens da lista que também seriam mantidos nesse sistema. Note que independentemente da apresentação dos itens ser visual ou auditiva, há necessidade da participação do estoque fonológico para sua retenção, daí o prejuízo provocado pela fala irrelevante (que também é processada pelo estoque fonológico) em ambas as situações.

Em resumo, os efeitos de comprimento de palavras e de supressão articulatória estariam relacionados às características de funcionamento do sistema de ensaio sub-vocal, enquanto os efeitos de similaridade fonológica e de fala irrelevantes estariam relacionados à natureza do funcionamento do sistema de estoque fonológico.

Essa postulada subdivisão no sistema de suporte fonológico vem sendo confirmada através de estudos envolvendo exames neuropsicológicos e de neuro-imagem. Esses estudos envolvendo por exemplo PET (Paulesu e col., 1993), enfatizam a existência de um arquivo de memória capaz de reter informações fonológicas por períodos de 1-2 segundos, associado a um processo de controle articulatório (ver Baddeley, 1986, para detalhes). Neste subsistema, articulação sub-vocal auxiliaria na manutenção da informação. A origem das dificuldades na memória de curta duração em alguns pacientes parece estar relacionada ao sistema de suporte fonológico (Vallar e Shallice, 1990). Lesões no giro supramarginal e angular do hemisfério esquerdo produzem dificuldades na memória verbal auditiva de curta duração. O executivo central e o sistema visuo-espacial parecem funcionar adequadamente, o que permitiria uma vida normal. Acredita-se, assim, que o sistema fonológico esteja relacionado com a aquisição de linguagem, sendo, portanto, mais importante para uma criança do que para um adulto.

Esses resultados sugerem ainda que as estruturas de processamento específico de uma dada informação são as responsáveis pela sua manutenção por curtos períodos de tempo.

Esse modelo de memória operacional envolvendo sub-componentes fonológicos e visuo-espaciais, com funcionamento independente, permite explicar diversos resultados intrigantes. Por exemplo, Brandimonti, Hitch e Bishop (1992) realizaram um experimento de imaginação visual em que se apresentava a figura de um objeto familiar e se pedia ao sujeito para subtrair

parte da figura de modo a descobrir uma nova figura; posteriormente, a lembrança da seqüência de figuras vistas era testada. Diferentes manipulações ("condições") experimentais resultaram na lembrança de quantidades diferentes de itens. Na condição controle (condição 1) a tarefa foi realizada sem que se informasse aos sujeitos que teriam que se lembrar posteriormente das figuras. Nas demais condições (2, 3 e 4), os sujeitos receberam instruções para memorizar a seqüência de figuras; essas instruções, porém, foram fornecidas (2) antes do início da tarefa de subtração, (3) após o treinamento na tarefa de subtração, ou (4) enquanto os sujeitos se engajavam em supressão articulatória antes do treinamento. A lembrança da seqüência de figuras foi melhor nas condições 1 e 4 do que nas condições 2 e 3; além disso, não houve diferença na taxa de lembrança nas condições 1 e 4 entre si, bem como entre as condições 2 e 3 entre si. Portanto, dentre os sujeitos que receberam instruções para se lembrarem das figuras (que tentavam fazê-lo ativamente - condições 2, 3 e 4), os que se engajaram em articulação irrelevante (condição 4) exibiram melhor desempenho do que os que não se engajaram em outras tarefas (condições 2 e 3). Essa surpreendente melhora de desempenho na condição que envolve distração pode ser explicada, de acordo com o modelo de memória operacional, como se segue. Os sujeitos que receberam instruções para se lembrar das figuras tentam codificá-las fonologicamente; assim, menosprezam a (mais efetiva) codificação visual resultante da transformação das imagens pela imaginação. Como a supressão articulatória previne a realização da conversão fonológica (pois a alça fonológica estaria "ocupada"), os sujeitos testados nesta condição são forçados a desempenhar a tarefa com base na memória visual cujo desempenho é superior ao da memória fonológica. Essa interpretação é confirmada pelo fato de que esse fenômeno torna-se evidente apenas quando as figuras são nomeáveis; testes envolvendo figuras não nomeáveis não produziram o mesmo padrão de resultados.

2.2. Memória explícita (ou declarativa)

Memória explícita refere-se à lembrança consciente de experiências prévias, usualmente avaliada nos testes de evocação livre e de reconhecimento, que requer evocação intencional da informação armazenada (Graf e Schacter, 1985; Schacter, 1987). É observada em tarefas típicas de laboratório quando uma pessoa é instruída para aprender uma lista de palavras. É um tipo de memória da qual a pessoa está consciente, tem a intenção de evocar a informação, e pode processá-la conscientemente.

De acordo com Squire e Knowlton (1995), a memória declarativa depende de estruturas localizadas no lobo temporal medial e diencéfalo. Estudos envolvendo pacientes amnésicos (e.g., Scoville e Milner, 1957) e primatas não-humanos (e.g., Squire e Zola-Morgan, 1991) apoiam este ponto de vista.

As estruturas do lobo temporal medial incluem o hipocampo, o córtex entorrinal, o córtex parahipocampal e o córtex perirrinal. Em estudos envolvendo primatas não-humanos observou-se deficiências progressivamente maiores ao se incluir, na lesão, maior quantidade destas estruturas (Squire e Zola-Morgan, 1991). Esses resultados são consistentes com os observados em seres humanos: R.B., com lesões restritas ao campo CA1 do hipocampo exibiu uma amnésia menor que a de H.M., que possuía lesões mais extensas.

Como vimos, a amnésia retrógrada produzida por lesões no lobo temporal medial é temporalmente graduada, sugerindo um envolvimento transitório dessas estruturas no arquivamento das informações. A extensão dessa gradação temporal, no entanto, depende das dimensões da lesão, isto é, em pacientes como R.B., com lesões restritas ao hipocampo, a amnésia retrógrada pode envolver 1 a 2 anos anteriores ao momento da lesão (Zola-Morgan, Squire e Amaral, 1986), enquanto lesões maiores podem estender essa amnésia para 1 ou 2 décadas (Squire, Haist e Shimamura, 1989).

Congruentemente, investigações em pacientes com amnésia global transitória através da tomografia computadorizada de emissão de fóton

único (SPECT), que permite examinar os padrões de fluxo sanguíneo regional no sistema nervoso, mostram que há redução do suprimento sanguíneo no lobo temporal medial (Stillhard e col., 1990) e diencefálico medial (Goldenberg e col., 1991).

O prosencéfalo basal também parece importante para os processos de memória declarativa. Por exemplo, von Cramon e col. (1993) enfatizaram o papel do septo; von Cramon e Schuri (1992) o papel dos tratos de fibras do prosencéfalo basal para o hipocampo, e Morris e col. (1990) descreveram um caso de paciente amnésico com lesão restrita à banda diagonal de Broca.

Tomados em conjunto, os resultados desses experimentos permitem especular que diferentes estruturas do sistema nervoso, conectadas entre si, parecem estar envolvidas na formação da memória declarativa. A amnésia produzida por lesões em qualquer dessas estruturas pode, portanto, ser vista como uma forma de desconexão, como proposto anteriormente por Malamut e col. (1992) e por Warrington e Weiskrantz (1982).

2.2.1. Memória para fatos e para eventos

Evidências experimentais permitem subdividir adicionalmente a memória declarativa. A lembrança consciente da situação em que a aprendizagem sobre um determinado item ocorreu, i.e., a memória para eventos (ou episódica), parece diferir da sensação de familiaridade perante um determinado item de informação, sem no entanto, a lembrança do episódio específico em que essa informação foi adquirida, i.e., memória para fatos (ou semântica). A memória episódica está relacionada com lembrança de coisas específicas associadas com tempo e lugar - recordação do que se fez em um dia particular ou lembrar quando tomar uma medicação; a memória semântica envolve a memória para conhecimento factual - recordar fatos, por exemplo, que medicamentos são tomados no caso de determinadas doenças ou que vacinas previnem doenças (Schaie e Willis, 1996). Embora ambas pareçam

dependem das estruturas do lobo temporal medial, relações destas estruturas com outras, como os lobos frontais, parecem importantes.

Por exemplo, pacientes idosos com sinais de disfunção nos lobos frontais exibem maiores dificuldades na memória para eventos do que na memória para fatos (Parkin e Walter, 1992). Além disso, lesões associadas aos lobos temporal medial e frontais, provavelmente presentes em pacientes como K.C. (ver Tulving, 1972), vítima de amnésia após traumatismo craniano, resultam em deficiências da memória episódica, com pouca interferência na memória semântica. Evidências produzidas através de estudos funcionais com neuro-imagem (Fazio e col., 1992; Heiss e col., 1992; Pepin e Auray-Pepin, 1993; Sandson e col., 1991) favorecem o ponto de vista de que esses sistemas tornam-se ativos durante o processamento de informações episódicas para a memória de longa duração. Kapur e col. (1992) descreveram um paciente com lesões bilaterais na região temporo-polar e frontal com amnésia retrógrada específica para eventos. Da mesma forma, Markowitsch e col. (1993a; 1993b) mostraram que danos similares produzem amnésia retrógrada para eventos pessoais, mas não amnésia anterógrada; além disso, a memória semântica estava intacta.

Por outro lado, Grossi e col. (1988) descreveram um caso de traumatismo crânio-encefálico com lesão no lobo parietal esquerdo e prejuízo na memória semântica. Também, uma paciente com lesão no lobo temporal anteromedial inferior, em decorrência de infecção por herpes encefalite, exibia a memória autobiográfica completamente normal, seu conhecimento de regras sintáticas e gramaticais também era normal, mas seu conhecimento factual estava drasticamente prejudicado. Sua memória processual (ver abaixo) estava completamente intacta.

Evidências de estudos envolvendo ERPs (pequenas alterações da atividade elétrica encefálica relacionadas a eventos específicos) também favorecem essa distinção. Por exemplo, Paller (1990) registrou ERPs em indivíduos normais durante uma tarefa em que os sujeitos deveriam lembrar algumas palavras e esquecer ativamente outras. Embora a manipulação de

esquecimento tenha influenciado a evocação explícita, o fenômeno de pré-ativação para estas palavras continuava intacto; mais interessante, os registros de ERPs durante a codificação de palavras que deveriam ser lembradas diferiu significativamente em relação aos ERPs de palavras que deveriam ser esquecidas, ao passo que não havia qualquer correlação entre os ERPs e a existência ou não de pré-ativação para palavras específicas.

Num outro experimento, Paller (1990) registrou ERPs em um grupo de voluntários durante o estudo de um conjunto de palavras posteriormente utilizadas em testes de recordação ou de pré-ativação. Durante o teste, apenas 3 letras das palavras originais foram apresentadas sendo que parte dos voluntários recebeu a instrução de completar as lacunas com as palavras previamente estudadas (teste de recordação de palavras com dicas) enquanto a outra parte recebeu a instrução de completar as lacunas com a primeira palavra que viesse à mente (teste de pré-ativação). Há uma correlação positiva entre ERPs e o desempenho no teste de recordação de palavras com dicas (e mesmo num teste posterior de recordação livre), mas não com o teste de pré-ativação, sugerindo, de acordo com Paller, que há uma diferença qualitativa nos processos de codificação relacionados à memória explícita e à memória implícita.

Em outras palavras, esses resultados sugerem que há uma diferença no tipo de atividade elétrica cerebral no momento da aquisição da informação, que determina se a mesma estará acessível à memória explícita ou à memória implícita.

Por outro lado, Smith e Halgren (1989) realizaram registros de ERPs em pacientes submetidos a lobotomia temporal anterior unilateral e em voluntários normais, durante o desempenho de uma tarefa de reconhecimento de palavras. Resumidamente, um bloco de 10 palavras foi inicialmente apresentado para estudo. Durante o teste, as 10 palavras originais e 10 palavras novas foram apresentadas, uma a uma, em seqüência aleatória. Voluntários normais e pacientes com ressecção à direita exibem ERPs distintos para itens novos e itens previamente apresentados; por outro lado, nos

pacientes com ressecção à esquerda a distinção nos ERPs não é observada. Essa distinção parece refletir uma atenuação na amplitude do componente N400 para itens reconhecidos, acompanhada de um componente positivo subsequente com amplitude aumentada. Smith e Halgren (1989) sugeriram que esses processos desempenham um papel funcional na codificação e evocação da memória episódica.

No entanto, Rugg e Doyle (1992, 1994) mostraram que o componente positivo subsequente associado a palavras reconhecidas é maior para palavras de baixa frequência do que para palavras de alta frequência e sugeriram que esse componente reflete, de fato, diferenças na familiaridade relativa, e não na lembrança contextualmente específica (que envolveria memória episódica) de palavras previamente estudadas.

Para avaliar essa questão, Smith (1993) registrou ERPs durante o desempenho de uma tarefa em que os voluntários deveriam classificar o item previamente experienciado como “lembrado” (requerendo, portanto, a memória explícita da experiência) ou apenas “conhecido” (com base num sentimento de familiaridade sobre o item, sem sua lembrança explícita). Os ERPs relacionados a itens “lembrados” exibiram maior positividade em relação aos itens “conhecidos”, que por sua vez, eram mais positivos que itens novos. Smith (1993) concluiu que os ERPs refletem a operação da memória de reconhecimento.

Paralelamente, Rugg e col. (1993, apud Rugg, 1995) repetiram o teste utilizado por Rugg e Doyle (1992) envolvendo palavras de alta e de baixa frequência, incluindo a classificação por parte do voluntário, sobre se o item era lembrado ou conhecido. Estes autores observaram uma positividade maior dos ERPs para itens lembrados em relação a itens reconhecidos. No entanto, essa positividade era maior para palavras de baixa frequência em relação a palavras de alta frequência. Isto é, mesmo entre as palavras “lembradas” a frequência da palavra influencia a amplitude do ERP.

Duas interpretações são possíveis para este conjunto de resultados envolvendo correlatos entre memória e ERPs. Por um lado, que os

juízos (por ato introspectivo) entre “lembrar” e “conhecer” não permitem a dissociação entre memória episódica e memória semântica. Por outro lado, é possível que esses juízos permitam a distinção, mas que sua expressão nos ERPs ocorra de uma forma graduada e não de uma forma tudo-ou-nada.

Em relação à memória episódica também parece haver subdivisões (Tulving e Schacter, 1992), incluindo uma distinção entre informações de natureza verbal e não-verbal, neste caso relacionada às duas metades do sistema nervoso, ou de informações de natureza neutra ou até emocional-afetiva, que pode envolver estruturas como amígdala e septo (com participações proporcionais ao tipo de processamento realizado). Deve-se mencionar que a amígdala já foi considerada um bom exemplo de estrutura nervosa com uma participação seletiva nos processos de memória (Zola-Morgan, Squire e Mishkin, 1982), mas que estudos mais recentes têm levado a um questionamento desse envolvimento (Squire e Knowlton, 1995).

2.3. Memória implícita (não-declarativa ou processual)

Memória implícita, de acordo com Schacter (1987),

“é revelada quando a experiência prévia facilita o desempenho numa tarefa que não requer a evocação consciente ou intencional daquela experiência” (p. 501).

De acordo com Cohen (1984), a aquisição de informações pelo sistema não-declarativo depende de mudanças cumulativas que ocorrem a cada ocasião em que o sistema é acionado. Isso implica que o sistema não-declarativo requer treinamento repetitivo para a aquisição do comportamento e que a aquisição ocorre de forma gradual. Todavia, a pré-ativação, usualmente considerada como parte do sistema não-declarativo (Squire e Zola-Morgan, 1991), não depende de treinamento repetitivo, sendo evidenciável após uma única exposição ao material de estudo.

Xavier (1993) propôs que esse tipo de discrepância pode ser resolvido levando-se em consideração o processo de aquisição de informações ao longo da história individual. Isto é, como o sistema subjacente ao fenômeno da pré-ativação foi naturalmente treinado (de forma gradual e cumulativa ao longo da história individual) e os mecanismos de processamento tornaram-se automáticos, o que se avalia durante o teste de pré-ativação é o resultado final desse treinamento, que *agora* propicia o aparecimento do fenômeno mesmo após uma única exposição ao material de teste.

Pacientes com doença de Parkinson ou de Huntington oferecem evidências do envolvimento dos gânglios basais nos processos de memória processual (Damasio e Tranel, 1991; Knopman e Nissen, 1991). Heindel e col. (1989) mostraram que há dissociação entre pré-ativação verbal e aprendizagem motora em pacientes com a doença de Alzheimer. Também pacientes com disfunções cerebelares exibem prejuízos em situações de condicionamento e na aquisição de conhecimento não-declarativo (Akshoomoff

e col., 1992; Bloedel e col., 1991; Fiez e col., 1992; Lalonde e Botez, 1990; Schmahmann, 1991).

2.3.1. Habilidades, hábitos e condicionamento

A aprendizagem de habilidades motoras parece depender de aferências corticais de áreas sensoriais de associação para o estriado ou gânglios basais (Mishkin e col. 1984). O caudado e putamen recebem grandes projeções corticais e projetam-se para o globo pálido e estruturas do sistema extra-piramidal, podendo constituir um dos elos na aquisição de memória implícita que envolve conexões entre estímulos e respostas.

O condicionamento clássico de respostas da musculatura esquelética parece depender do cerebelo (Thompson, 1990, para revisão); já o condicionamento de respostas emocionais depende da amígdala (LeDoux, 1987; 1989; Davis, 1992).

Seitz e col. (1990) descreveram alterações no fluxo sangüíneo no cerebelo e gânglios basais durante a aprendizagem de tarefas que envolvem movimentos complexos dos dedos da mão. Houve, inicialmente aumento do fluxo sangüíneo no cerebelo e decréscimo no estriado; ao longo do processo de aquisição da habilidade, houve um aumento paulatino de fluxo no estriado. Não surpreende, portanto, que a aquisição desse tipo de habilidade motora esteja afetada em pacientes portadores da doença de Parkinson. No entanto, esses mesmos pacientes são capazes de adquirir habilidades perceptuais visuais (Harrington e col., 1990).

O neo-estriado (Saint-Cyr e col., 1988) e cerebelo (Grafman e col., 1992) parecem estar envolvidos na aquisição do planejamento que envolve o desempenho da ação. É possível, portanto, que constituam elos entre o sistema implícito, operacional e explícito, devido às suas conexões com estruturas relacionadas a estes últimos, através do tálamo e dos lobos frontais (Schmahmann, 1991; Leiner e col., 1991). Nesse sentido, é curioso que as

dificuldades de pacientes parkinsonianos estejam relacionadas com o início do movimento, o que pode ser decorrência das dificuldades de induzir a excitação cortical que antecede o desempenho da ação. O mesmo raciocínio aplicar-se-ia à atividade do córtex pré-frontal: o decréscimo dos níveis de dopamina tornaria seu funcionamento mais lento, resultando em visíveis dificuldades na memória operacional.

2.3.2. Pré-ativação

Na pré-ativação, uma única exposição a uma palavra, por exemplo, pode ser suficiente para facilitar seu processamento horas depois (e.g., Scarborough e col., 1977; Jacoby, 1983).

Estudos envolvendo pacientes com a doença de Alzheimer, caracterizada por danos em áreas de associação cortical bem como em estruturas límbicas, revelam deficiências na pré-ativação em tarefas para completar palavras, ao mesmo tempo que sua capacidade para adquirir tarefas motoras parece intacta (Butters e col., 1990). Já pacientes com a doença de Huntington, caracterizada por danos nos gânglios basais, exibem o efeito inverso, i.e., seu desempenho em testes de pré-ativação para completar palavras está normal, ao passo que a aquisição de habilidades motoras está severamente comprometida (Butters e col., 1990). Essa dupla dissociação favorece interpretações sobre a independência dos sistemas subjacentes a estes dois tipos de aprendizagem implícita, e enfatiza a relação entre o fenômeno da pré-ativação e áreas corticais e os gânglios basais e habilidades motoras.

De fato, estudos envolvendo PET vêm produzindo resultados consistentes com a idéia de que a pré-ativação para completar palavras está relacionada com o neocórtex posterior direito (e.g., Squire e col., 1992), sugerindo uma dependência em relação ao sistema visual e processamento de

aspectos ortográficos. Pré-ativação entre modalidades, tipos de faces, auditivo e para informações semânticas, presumivelmente, dependeriam de outras regiões corticais. Schacter e col. (1993, apud Schacter, 1995), também em estudos envolvendo PET, mostraram que o desempenho em testes de pré-ativação para completar palavras previamente apresentadas visualmente está associado a um decréscimo da atividade do córtex occipital extraestriado direito, em relação ao desempenho para palavras não apresentadas previamente.

Também existem correlações entre o fenômeno de pré-ativação e ERPs. Por exemplo, o componente N400 de ERPs originados pela apresentação (visual ou auditiva) de palavras exibe uma amplitude inversamente proporcional à extensão da pré-ativação pelo contexto prévio (Kutas e van Petten, 1988).

É particularmente interessante a descrição de Schacter e col. (1993) sobre um paciente com lesão cortical no hemisfério esquerdo que exibia o fenômeno de pré-ativação auditiva normal, apesar de sua incapacidade para compreensão auditiva, sugerindo que o fenômeno de pré-ativação constitui um fenômeno pré-semântico, que independe da integridade e envolvimento de processos conceituais.

Assim, os efeitos de pré-ativação parecem depender de sistemas de representação perceptual que seriam compostos por sub-sistemas modalmente específicos que estariam sediados nas porções posteriores do córtex; seu funcionamento independeria de processamento conceitual, i.e., eles seriam capazes de processar informações sobre forma e estrutura, mas não o significado e propriedades associativas.

3. Interação entre sistemas e processos de memória

A discussão sobre a interação entre sistemas e processos de memória tem sido relegada a um segundo plano na literatura da área. Isso é um tanto surpreendente uma vez que mesmo sendo passíveis de dissociação experimental, como vimos acima, os sistemas de memória atuam interativamente no processamento cognitivo normal.

Por exemplo, considera-se que a aquisição de conhecimentos declarativos pode ocorrer depois de apenas uma experiência, o que é praticamente inquestionável no caso da memória episódica, que envolve arquivar informações aplicáveis a um contexto temporal e espacial específico e único. Porém, nem sempre o processamento de uma experiência individual, evidenciável através de descrições imediatas sobre a mesma, resulta em arquivamento sob uma forma que poderia ser denominada de memória de longa duração. Depreende-se, neste caso, que o conteúdo da memória operacional não foi submetido a arquivamento sob a forma de uma memória episódica. É importante enfatizar, neste caso, que embora seja possível imaginar, do ponto de vista do sistema nervoso, uma transferência de conteúdos entre diferentes sistemas neurais que se constituiriam no substrato desses sistemas de memória, não se está implicando, no presente trabalho, que seja assim. Parece mais parcimonioso admitir que a informação seja processada em um conjunto de unidades de processamento no sistema nervoso e que haja diferentes processos de manutenção da informação arquivada, nessas unidades; esses processos podem ser modificados ao longo do tempo em decorrência da ação de várias estruturas nervosas. Estas últimas, por sua vez, interagem entre si e com as unidades de processamento em função de fatores que incluem processamentos anteriores e posteriores de informações, natureza da informação processada, interação com conteúdos potencialmente relacionados mantidos em outras unidades de processamento, estados motivacionais, fisiológicos e intencionalidade, entre outros, podendo interferir na forma de manutenção da informação arquivada. Atividade nervosa

nesse conjunto de unidades poderia representar a informação. Disfunções nas estruturas nervosas que modulam esse processo poderiam dar origem às dissociações que levaram à proposta de existência de diferentes sistemas de memória, descritas acima.

A evocação de conteúdos arquivados dependeria da produção de atividade nervosa ao menos em parte do conjunto de unidades originalmente envolvidas no processamento, talvez incluindo parte das unidades relacionadas. Esse acionamento poderia ocorrer em decorrência da entrada de informações potencialmente relacionadas no sistema ou por engajamento intencional (atencional, talvez, possivelmente com envolvimento do córtex frontal, nos mamíferos).

Em relação ao conhecimento implícito, Xavier (1993) enfatizou que ao se pensar na interação entre sistemas de memória deve-se levar em consideração o processo de aquisição de informações ao longo da história individual e a forma como cada indivíduo organizou seus arquivos de memória. Segundo esse autor a aquisição de habilidades depende de atenção para os movimentos produzidos bem como para as conseqüências da ação gerada. Porém, à medida que a habilidade torna-se, através da prática, automatizada, sua dependência em relação ao comando atencional diminui.

Xavier (1993) propôs, **in verbis**:

"Sub-rotinas distintas, adquiridas de forma similar, controlam diversos movimentos 'básicos'. Movimentos complexos podem ser produzidos através da ação conjunta de diversas dessas sub-rotinas. Novamente, nas fases iniciais da aquisição, agora de um movimento complexo, haverá necessidade de controle pelo sistema explícito (teria sido melhor dizer atencional). Também através da execução repetitiva desse movimento, haverá a criação de uma nova sub-rotina. Esta, no entanto, pode valer-se das sub-rotinas pré-existentes e responsáveis pelos sub-componentes do movimento complexo. Assim, este segundo tipo de sub-rotina teria a função de acionar, de forma orquestrada, sub-rotinas pré-existentes. Nesse sentido podem ser vistas como ocupando um

nível hierárquico diferente. A criação de uma sub-rotina para trocar a marcha de um automóvel (sub-rotina de nível "n") constitui um bom exemplo para esse processo. Os movimentos de mãos, braços, pernas e tronco necessários para o ato de trocar a marcha são controlados por sub-rotinas já estabelecidas anteriormente (digamos, sub-rotinas de nível "n-1") capazes de acionar outras sub-rotinas previamente adquiridas (sub-rotinas de nível "n-2"). O processo de aprendizagem corresponde, neste caso, a "criar", através do treinamento repetitivo, a sub-rotina de nível "n" capaz de acionar, de forma orquestrada, cada uma das sub-rotinas de nível "n-1" previamente adquiridas. Esse processo de criação da nova sub-rotina é inicialmente controlada passo-a-passo pelo sistema explícito e/ou atencional cuja atividade representa objetivos e planos gerados por instruções verbais ou observação e imitação; a atenção é necessária. À medida que a habilidade é adquirida, ela passa a prescindir do controle imediato daqueles sistemas. Então, a simples atividade, nesses sistemas, correspondente a objetivos e planos, desencadeia, automaticamente, a completa execução da habilidade correspondente." (p. 80-81).

A aquisição de habilidades perceptuais e cognitivas ocorreria de forma similar (Xavier, 1993).

Considerando os objetivos do presente estudo, de discutir as alterações de memória no envelhecimento, parece importante enfatizar o papel desempenhado pela atenção na aquisição de conhecimento implícito.

Ainda segundo Xavier (1993),

"por serem processos que se tornaram automáticos, pouca ou nenhuma atenção é necessária. Sabe-se que a capacidade de prestar atenção, por ser limitada, constitui a principal limitação no processamento de informações. Assim, um processamento automático por consumir pouca ou nenhuma atenção torna-se adaptativo quando intensamente utilizado: pode ser realizado

ao mesmo tempo em que a atenção é direcionada para outras informações. Embora o processamento automático traga grandes vantagens adaptativas, sua principal desvantagem é que o indivíduo tem pouco controle explícito sobre as informações processadas". (p. 81).

Em síntese, na discussão da interação entre os diferentes sistemas de memória, parece plausível pensar que as informações oriundas do ambiente sejam processadas inicialmente nos circuitos nervosos modalmente específicos {incluindo, além dos sistemas auditivo (envolvendo a alça fonológica) e visual (envolvendo o sistema visuo -espacial), como proposto por Baddeley (1986), sistemas relacionados ao processamento de informações de outras modalidades sensoriais} e que sejam aí mantidas temporariamente para elaboração adicional, enquanto relevantes (sendo a relevância definida em função de uma diversidade de fatores que inclui o contexto momentâneo, a experiência prévia do sujeito, suas motivações e intenções, entre outros), sob a influência do executivo central. Em função de treino prévio, o sistema pode ainda "rotular" o tempo durante o qual a informação deve ser mantida sob essa forma lábil. Porém, dadas as limitações da capacidade de processamento desses sistemas, informações consideradas como irrelevantes não seriam sustentadas (estimuladas) pelo executivo central sofrendo decaimento e gerando, assim, "espaço" para o ingresso de novas informações. Por outro lado, informações salientes ou relevantes (assim "definidas" pelo processamento dessa informação, por exemplo, nos circuitos relacionados ao arquivamento de conhecimento declarativo - que inclui as estruturas do lobo temporal medial, diencéfalo e prosencéfalo basal) receberiam processamento adicional, possivelmente levando a uma modificação no processo de manutenção do traço mnêmico no próprio sistema de processamento modalmente específico. As informações assim mantidas seriam facilmente acessíveis em função da demanda. Conhecimento de expressão explícita armazenado em associação com informações de natureza emocional e informações contextuais espaço-temporais manifestar-se-iam como conhecimento episódico; aparentemente, a manifestação desse tipo de

conhecimento depende em grande extensão da função do executivo central. O conhecimento de expressão explícita poderia também manifestar-se de forma independente do contexto espaço-temporal específico de aquisição e, portanto, como conhecimento factual; a evocação desse tipo de conhecimento parecer ser menos dependente do executivo central uma vez que não há necessidade de acessar informações referentes ao contexto espaço-temporal específico em que a informação foi adquirida. Conhecimento de expressão implícita seria estabelecido pelo treinamento repetitivo e pela identificação de invariâncias nesse processamento. Dependendo do nível de complexidade do conhecimento a ser expresso, essa manifestação dependerá não apenas do sistema de processamento modalmente específico, mas também da atividade das estruturas nervosas supostamente envolvidas na sua aquisição (incluindo os gânglios da base, cerebelo e amígdala).

MEMÓRIA E ENVELHECIMENTO

Uma questão crucial no estudo das alterações de memória relacionadas ao envelhecimento refere-se à sua generalidade, isto é, como a memória humana parece (1) estar organizada sob a forma de módulos que funcionam de forma relativamente independente e (2) envolver diferentes processos, deve-se investigar em que medida essas alterações se apresentam em todos os sistemas e processos ou se elas são restritas a apenas alguns deles.

A variedade de esquemas que tem sido elaborados para afirmar a dissociação entre os diferentes sistemas de memória, postulam tanto a existência de sistemas como de processos e tipos de informações independentes. Ou seja, as correlações entre as funções de memória e os diferentes sistemas nos indivíduos idosos normais, podem ser estabelecidas, segundo as características da informação processada.

Do estudo de pacientes com lesões cerebrais, é importante mencionar que apenas um desses sistemas pode estar comprometido pela amnésia (Light e Singh, 1987). Uma regra parecida poderia ser estabelecida para os déficits de memória no envelhecimento normal? Em relação à natureza do comprometimento de memória no envelhecimento, poderia ser devido a um fator único ou estar associado ao déficits mostrados em outras populações que apresentam comprometimentos de memória, tais como os descritos anteriormente, os amnésicos anterógrados? Não seria surpreendente se tais associações fossem encontradas, dado que as bases fisiológicas para os déficits de memória no envelhecimento normal e nas amnésias, podem ser as mesmas.

À partir deste ponto de vista, resultados de muitos estudos têm indicado que o desempenho reduzido em vários testes de habilidade cognitiva está freqüentemente associado com o aumento da idade (Salthouse, 1994), como já bem estabelecido para o declínio de memória para novas informações, através dos anos.

Além da inexorável contribuição dos debates de como as diferenças normativas da idade representam mudanças qualitativas nos processos e/ou estruturas mnemônicos, as implicações reais das mudanças quantitativas típicas da idade (Arenberg, 1983), questionam se todos os aspectos do funcionamento cognitivo exibem declínios de memória associados à idade desta importância. Pouco ou nenhum declínio tem sido observado, sob condições do envelhecimento saudável ou harmonioso, em relação à quantidade de informação ou conhecimento que uma pessoa possui.

Do ponto de vista metodológico, dois tipos de abordagens vêm sendo empregadas para investigar as alterações de memória no envelhecimento: a diferencial e a experimental. A abordagem diferencial envolve a análise de medidas de desempenho em uma diversidade de testes cognitivos e sua correlação estatística com a idade dos sujeitos. A abordagem experimental, por outro lado, envolve submeter sujeitos de diferentes idades a testes específicos que permitem avaliar módulos e/ou processos específicos de memória, variando a demanda dos testes; a comparação direta do desempenho de grupos de diferentes faixas etárias permite avaliar em que medida as funções avaliadas por esses testes estão afetadas.

Os resultados obtidos através dessas abordagens parecem inequívocos: a existência ou não de diferenças no desempenho cognitivo de adultos idosos (com mais de 60 anos em alguns estudos, mas usualmente com mais de 70 anos) em relação a adultos jovens (entre 18 e 35 anos) parece depender crucialmente das tarefas empregadas para avaliar a memória (Salthouse, 1994; Phillips e Forshaw, 1998).

É importante ter em mente, do ponto de vista clínico, que o emprego de uma ou poucas tarefas para a avaliação da memória limita a qualidade do diagnóstico sobre as funções de memória no envelhecimento. Nesse sentido, por exemplo, a existência de um continuum observado no desempenho de testes de extensão da memória usados no diagnóstico de demências, poderia ser sugestiva de que a demência do tipo Alzheimer meramente representa o fim de um processo de envelhecimento (Belleville, 1996).

Por outro lado, diversos aspectos que parecem contribuir para as diferenças de memória no envelhecimento têm sido estudados para interpretar os resultados quando algumas tarefas de memória (a) não fornecem suporte ambiental suficiente, (b) exigem processamento proposital, (c) envolvem integração da informação a ser recordada com o contexto, (d) exigem inibição da informação irrelevante, e, (e) podem ser afetadas pela velocidade perceptiva (Smith, 1996).

Sob esse prisma, parece não existir grandes diferenças associadas à idade na armazenagem ou quantidade de informação retida em relação à memória de curta duração (Craik e Jennings, 1992; Poon, 1985). Entretanto, testes envolvendo longas listas de séries de itens (números, letras, palavras) em estudos de extensão de memória, que podem ser perfeitamente repetidos depois de uma breve apresentação, mostram pequenas diferenças em relação à idade. Tarefas de extensão da memória incluem, por exemplo, ouvir um número de telefone sem poder anotá-lo e recordá-lo imediatamente e perfeitamente para discá-lo. Uma segunda linha de evidência da inexistência de diferenças de idade na estocagem da memória de curta duração seria o efeito de recência (descrito anteriormente). Indivíduos idosos tipicamente desempenham tão bem quanto os jovens na recordação das últimas palavras de uma lista, embora o façam mais vagarosamente. Ainda assim, a diferença entre idosos e jovens não é considerada significativa para a quantidade de informação armazenada na memória de curta duração.

Em relação aos sistemas de memória de longa duração, é comum a crença de que uma vez armazenada na memória de longa duração, a informação ali permanece permanentemente, com ocorrência de perdas apenas diante de lesões cerebrais. Entretanto, têm-se questionado se a informação armazenada na memória de longa duração pode ser modificada pela aquisição de nova informação (Schaie e Willis, 1996); nesse caso, não se fala em perdas, mas em facilidade ou dificuldade em alocar a informação no vasto repositório de fatos e idéias, para posterior utilização. A opinião em geral

é que a informação não é perdida, mesmo quando não é prontamente recuperada.

Há relatos consistentes de que o envelhecimento normal não implica no aparecimento de prejuízos de desempenho em testes que avaliam a memória implícita (Light e col., 1985;1986). Já em relação à memória explícita essa questão não é inequívoca. Se por um lado há relatos de que o envelhecimento resulta em decréscimo de desempenho em testes que avaliam memória para eventos (ver Light e Singh, 1987), por outro lado há relatos de ausência de alteração desse tipo de memória, e também de melhora de desempenho em testes de memória factual (ver adiante) (Mitchell, 1989).

Alternativamente a estes achados, Craik (1986) sugeriu que os adultos mais velhos são menos capazes do que os adultos mais jovens de processar a informação semanticamente porque a codificação semântica exige alocação de recursos de processamento atencional que tem pequena provisão. Processamento semântico reduzido resulta em codificação pouco efetiva da informação contextual pelos adultos idosos de maneira que esta memória fica em desvantagem, a menos que a codificação semântica seja induzida pelas tarefas orientadas durante as listas de estudo e pela recordação ambiental, assim como em tarefas baseadas em evocação com pistas e em tarefas de reconhecimento .

Uma interpretação para as dificuldades enfrentadas por adultos idosos para codificar a informação na memória de longa duração poderia ser produto da tendência ao uso de estratégias menos eficientes tais como a repetição, mais que da utilização de uma estratégia de codificação mais apropriada (Schaie e Willis, 1996).

Ainda não se sabe porque os adultos idosos muitas vezes fazem uso de estratégias organizacionais apenas quando instruídos, e não o fazem espontaneamente. Algumas especulações afirmam que alguns aspectos como a motivação, o interesse em processar profundamente tolas listas apresentadas ou a ansiedade presente em situações de experimentação

poderiam ser considerados fatores de influência nesses resultados (Schaie e Willis, 1996).

Há de se considerar também que as evidências sugerem, além dos déficits em codificar a informação, que o envelhecimento normal compromete a função de recuperar a informação da armazenagem de longa duração. Uma maneira de demonstrar essas dificuldades seria através de reconhecimento de palavras lidas que não seriam evocadas espontaneamente. Evocação seria definida como a habilidade para recuperar uma parte da informação: o nome da primeira professora; quais as palavras foram mostradas de uma lista de trinta itens. O reconhecimento, a habilidade para identificar uma dada parte da informação: Qual o nome da primeira professora, Marina ou Zélia? Ou, reconheça as trinta palavras que foram mostradas dentro dessas sessenta palavras. Evocação e reconhecimento envolvem lembrança consciente e são atencionais; as diferenças de idade devem estar (e estão) presentes em tais tarefas.

Estudos mostram que os sujeitos idosos podem se beneficiar mais que os jovens do uso de testes de reconhecimento, onde as diferenças são pequenas a não existentes, especialmente quando a evocação por pistas é usada, em comparação à simples recordação espontânea (Smith, 1996; Schaie e Willis, 1996). Há de se considerar que testes de reconhecimento funcionam, por si próprios, como pistas para a evocação (Schaie e Willis, 1996). As diferenças de desempenho associadas à idade nas tarefas de evocação e reconhecimento podem ser significantes, ainda, se afetadas pela habilidade verbal dos sujeitos e não denotar prejuízo entre grupos com alta habilidade verbal, como oposto aos grupos de baixa habilidade verbal (Schaie e Willis, 1996).

Similar à concepção de processamento auto-iniciado, é a hipótese que a proporção das diferenças de idade em tarefas de memória dependem da extensão na qual as tarefas envolvem processamento proposital. Alguns pesquisadores tem distinguido entre processamento com esforço (ou seja, com propósito) ou processamento automático, sugerindo que diferenças associadas

à idade serão encontradas apenas em tarefas que envolvem processamento proposital. Existem ricas evidências de que aumentar a idade resulta em pior desempenho nas tarefas cognitivas que são relativamente com esforço, novas e complexas, mas não em outras (aquelas que são relativamente automáticas, práticas e simples) (Phillips e Forshaw, 1998). Esta hipótese tem tido considerável apoio da literatura de pré-ativação. Medidas de pré-ativação para palavras visualmente apresentadas podem ser testadas através de quatro procedimentos (Schacter and col., 1993), tais como complemento de palavra envolvendo a apresentação de três letras de um palavra a ser completada (por exemplo, j_n_la, janela), complementação de palavras com o fornecimento de fragmentos de palavras a serem completadas (por exemplo, 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 reais ou de não-palavras. Acredita-se que estas sejam medidas indiretas de memória automática, e não atos de recordação proposital.

Na verdade, os efeitos de pré-ativação ocorrem mesmo na ausência de consciência dos efeitos de memória, e parecem ser mais significativos dependendo do número de sujeitos (Hultsch e col., 1990) ou ainda, do teste de memória indireto empregado (Chiarello e Hoyer, 1988). Por exemplo, nenhuma diferença de idade foi encontrada em memória implícita ao ser usado teste de completar palavras, muito embora o desempenho tenha melhorado em ambos grupos quando o suporte ambiental aumentou, fornecendo mais letras para formar a palavra (duas, três ou quatro letras) (Light e Singh, 1987). Em outras palavras, a manipulação do suporte ambiental afeta a tarefa implícita do mesmo modo que uma tarefa de comparação explícita em que foi solicitado aos sujeitos para completar a raiz da palavra com as palavras anteriormente vistas. Smith (1996) relatou que o processamento proposital poderia contaminar o desempenho de testes implícitos, e que a ativação automática ou familiaridade seria um componente de muitas tarefas explícitas.

Salthouse (1988; 1991) propôs que as alterações de memória associadas ao envelhecimento normal são, na realidade, manifestações de alterações em determinados processos elementares subjacentes; haveria uma redução na quantidade de recursos de processamento ao longo da idade. Tarefas cognitivas complexas dependeriam de maior quantidade desses processos elementares sendo, portanto, mais afetadas. Como esses recursos seriam requeridos por alguns, mas não por todos os processos cognitivos, haveria prejuízo de desempenho apenas em tarefas fortemente dependentes desses recursos; o desempenho em tarefas pouco dependentes desses recursos estaria inalterado (Salthouse e col., 1989). Embora a identificação desses processos elementares não tenha ainda sido realizada, Salthouse e col. (1995) incluíram entre os possíveis candidatos a memória operacional, a linguagem e a atenção.

1. Memória operacional e envelhecimento

Diversas fontes de evidência favorecem a concepção de que a memória operacional encontra-se alterada no envelhecimento normal. Por exemplo, (1) o uso de instruções ilustradas para desempenhar ações, tarefa que depende da memória operacional, incluindo seu componente visuo-espacial (Morrel e Park, 1993), (2) o raciocínio abstrato (Salthouse, 1990; 1991), (3) a aritmética mental (Hitch, 1978), (4) o olhar e discar um número de telefone (Andiel e Liu, 1995), (5) o seguir instruções e planejar medicações (Salthouse, 1990), (6) o ato de "encontrar a direção" num ambiente não familiar ("wayfinding") (Kirasic, 1991), (7) a compreensão de linguagem (Davis e Ball, 1989), (8) o processamento narrativo (Morrow, Altiere e Lierer, 1992), (9) a orientação e memória espacial (Cherry e Park, 1993), (10) a recordação de texto (Hultsch, Hertzog e Dixon, 1990; Morrow, Altiere e Lierer, 1992), (11) a aquisição de novos procedimentos (Morrel e Park, 1993), (12) a mudança de procedimentos previamente adquiridos (Morrel e Park, 1993) e (13) a atividade de contar em múltiplos (Logie e Baddeley, 1987), estão todos sutilmente afetados no envelhecimento.

É importante lembrar, neste contexto, que a memória operacional envolve, como vimos, múltiplos sub-componentes interdependentes, incluindo armazenamento (proporcionado pelas alças de apoio fonológico e visuo-espacial) e processamento da informação (proporcionado pelo executivo central), concomitantemente (ver Salthouse e col., 1989; Baddeley, 1998). Assim, as alterações de desempenho acima descritas podem ser discutidas em termos de dificuldades de processamento, de dificuldades de armazenamento, ou ambos. Por outro lado, em tarefas simples ou cujo desempenho é, em decorrência de exaustivo treino prévio, relativamente automático, independendo portanto de atenção, pouco ou nenhum prejuízo é observado em idosos.

Em razão de sua pressuposta capacidade limitada, a memória operacional distribui-se entre os componentes de processamento e armazenamento, segundo as demandas da tarefa. No entanto, o consenso sobre a causa dos declínios não é muito claro. A discussão apresenta-se em torno duas questões centrais: se os declínios causados pelas diferenças de idade na memória operacional poderiam ser atribuídos, no adulto idoso, aos poucos recursos disponíveis para o processamento (Salthouse e col., 1989) ou para o armazenamento temporário, ou a ambos fatores; e se as diferenças seriam melhor conceitualizadas em termos da perda de capacidade, ou de disfunção executiva (Baddeley, 1986).

Uma das interpretações mais freqüentemente mencionadas nas diferenças de idade no funcionamento cognitivo está associada a uma redução dos recursos disponíveis para o processamento, ou seja, uma diminuição da “capacidade de reserva” (veja Salthouse e col., 1989). Esses recursos para o processamento seriam exigidos por alguns, mas não por todos os processos cognitivos. Em tarefas que envolvem processos dependentes de recursos, tais como memória operacional, raciocínio e alguns tipos de habilidades espaciais, encontrou-se desempenho fraco diante da diminuição na quantidade de processamento associado à idade.

De fato, existem numerosos relatos de que os adultos idosos, comparados aos sujeitos jovens, tem desempenho diminuído em tarefas que exigem aumento de reserva funcional, o que tem levado muitos autores a argumentar a favor da eficácia reduzida do executivo central e da atenção nas tarefas que utilizam de memória operacional (ver adiante). Tem sido bem definido que os recursos limitados da memória operacional tem de ser distribuídos, usualmente pela atenção, às diferentes funções de processamento e às diferentes tarefas de armazenamento, claramente estabelecendo que diferentes tarefas exigiriam diferentes recursos (veja Foss, 1989).

O principal método de investigação dessa hipótese tem sido a interação entre idade e complexidade do processamento em testes de memória operacional, obtida através de métodos de manipulação que dependem, além dessa interação, de outros fatores tais como a variação da complexidade, o grau de suporte para a recordação e as exigências da tarefa (Phillips e Forshaw, 1998).

Pode ser, no entanto, que os recursos gerais disponíveis (ou capacidade de reserva) da memória operacional não sejam menores nos indivíduos idosos, mas que mais recursos sejam necessários para realizar o mesmo processamento que os indivíduos mais jovens são capazes de desempenhar com menos recursos. Ou ainda, pelo fato das pessoas idosas terem ao seu dispor poucos recursos remanescentes (capacidade de reserva) para armazenar a informação, algo pode ser comprometido ou perdido. No entanto, os idosos desempenham tarefas tão bem quanto os jovens quando poucos recursos são necessários, muito embora tenham de usar mais de seus recursos disponíveis para realizar uma mesma tarefa.

Em pesquisa mais recente, Fisk e Warr (1996) exploraram se os déficits associados à idade na memória operacional estão de fato relacionados a um comprometimento específico do executivo central ou se esses déficits são melhor concebidos em termos da velocidade na qual a informação é ativada dentro do sistema geral da memória operacional. Os autores apontam que o efeito do envelhecimento na extensão ("span") da memória operacional pode

ser devido a um comprometimento de uma ou de mais de uma de suas funções específicas, tais como velocidade perceptual, ou de um de seus componentes, no funcionamento da alça fonológica. Desta maneira, uma redução na velocidade perceptual seria responsável por um desempenho deficiente.

Salthouse e Babcock (1991) mostraram que não há diferenças na taxa de decaimento da informação da memória operacional em idosos; o que está reduzida nessas pessoas é a quantidade de codificação, ensaio e processamento por unidade de tempo. Portanto, tarefas cognitivas complexas que requerem combinações desses processos serão desempenhadas mais lentamente por idosos levando à necessidade de reter informações por mais tempo na memória operacional.

Nesse sentido, Salthouse (1992a) apresentou evidências sugestivas de que a maioria das diferenças na memória operacional de idosos pode ser estatisticamente explicada como decorrência da velocidade de processamento. Algumas técnicas que permitem estimar a influência da velocidade de processamento nas alterações da memória operacional partem da noção de que essas influências relacionam-se com a velocidade na qual a informação é ativada, ou por alterações na velocidade na qual a informação é perdida em função do tempo ou pela presença de outro processamento. Em outras palavras, as influências da idade na memória operacional consistiriam de um efeito mediado por uma lentificação no processamento da informação e/ou um efeito indireto relacionado à velocidade na perda da informação irrelevante (Salthouse, 1992).

Dessa forma, as diferenças de idade em uma variedade de tarefas de raciocínio, como por exemplo, habilidade espacial e aprendizagem associativa pôde ser justificada pela velocidade de processamento da informação, pela capacidade da memória operacional ou por uma combinação destes fatores (Salthouse, 1990, 1991). A investigação desta hipótese através da manipulação das velocidades de processamento em adultos de diferentes idades, e então comparação de seus desempenhos em tarefas para avaliar a

memória operacional (Salthouse, 1992) concluiu que os processos responsáveis pelas relações entre idade, velocidade e memória operacional parecem envolver a velocidade na qual a informação relevante pode ser ativada, e não a velocidade na qual a informação decai ou é deslocada.

A distinção entre os processos de registro (ou codificação), consolidação e esquecimento tem fornecido um auxílio adicional à conclusão relativa aos efeitos diferenciais da idade na ativação e perda de uma informação. É pressuposto que se a velocidade de processamento é lenta, então, o registro inicial da informação pode não ser menos elaborado e estável. Conseqüentemente, a codificação seria temporária e mais facilmente interrompida por processos subsequentes.

Muitas linhas de evidência têm indicado que os processos de codificação e de evocação são parecidos e que tais similaridades constituem um dos pré-requisitos para a recordação ser bem sucedida. Algumas destas linhas incluem o princípio da especificidade da codificação (Tulving e Thomson, 1973), transferência apropriada de processamento (“transfer-appropriate processing” - Morris, Bransford e Franks, 1977), e a visão procedimental da mente (Kolers, 1973). Nessas concepções, os processos de codificação da memória poderiam ser vistos como constituídos por operações que medeiam a percepção e compreensão dos eventos externos, enquanto que os processos de evocação da memória seriam para restabelecer as operações neurais mentais ativadas na codificação. Além disso, todas transmitem a noção de que uma sobreposição seria necessária entre os processos de codificação e recuperação como a pré-condição para a recordação (Naveh-Benjamin e col., 1998).

Uma alternativa de interpretação para os resultados de diferenças não patológicas associadas à idade na manipulação ativa dos componentes da memória operacional é enfatizar, além de possíveis declínios na velocidade ou agilidade em que as mudanças no processamento podem ocorrer, a redução na velocidade de ativação da informação. As evidências em favor desta interpretação que advém de indivíduos idosos, envolvem reduzida velocidade

de ativação das conexões dentro de uma rede de interrelações (Anderson, 1990), na presença de um desempenho que requer memória operacional (Fisk e Warr, 1996); a produção de um padrão repetido de atividade elétrica na interconecção de circuitos neurais, que envolveria a construção de descrições simbólicas apropriadas; ou outra possibilidade, ainda, seria que a ativação da informação corresponderia aos resultados de transformações produzidas pelas operações de processamento (Salthouse, 1992).

Em resumo, a justificativa encontrada em muitas teorias de atenção e memória, pressupõe uma dicotomia entre processos automáticos e controlados, de tal forma que, se o executivo central é o sistema que deve ser responsável pelo controle das operações que demandam recursos (essas operações não sendo automáticas), algumas delas, recurso - dependentes, não necessariamente estariam sob controle cognitivo. Por exemplo, estudos de atenção dividida têm evidenciado que enquanto a codificação da informação dentro da memória episódica estaria sob ambos demanda de recurso e controle cognitivo, a recuperação da informação desta memória não está sob controle cognitivo, porém é uma operação que demanda recursos (Anderson e col., 1998).

Tendo início por volta dos 30 anos, a diminuição na velocidade em todos os aspectos do comportamento, tal como um simples tempo de reação, segue um padrão regular de aumento relativamente gradual tal que pela idade de 60 anos ela pode ter diminuído mais que 20% do que era aos 20 anos. O declínio continua constante em cerca da mesma taxa. Em contraste, a velocidade de desempenho de atividades complexas nas quais o processamento mental está envolvido mostra uma rápida taxa de lentificação a partir dos 60 anos. Ambas variáveis demográficas e de saúde influenciam a resposta de velocidade em relação à idade: homens respondem mais rapidamente que mulheres; pessoas bem educadas tendem a ser mais rápidas que aquelas com pouca ou educação média (Lezak, 1995).

Esse raciocínio nos leva, por exemplo, ao exame das diferenças associadas à idade no desempenho de tarefas como aprender a rota de um ônibus ou o calendário semanal do programa de televisão. Estas tarefas demandam diferentes recursos disponíveis em ambas na memória semântica (isto é, conhecimento factual adquirido relevante à tarefa) e na memória episódica (ou seja, representação de informação experimentada no contexto da tarefa). Tais considerações levam à especulação de que a memória operacional é responsável pela função maior nessas tarefas de aprendizagem, significativamente complementada pela influência da velocidade na aprendizagem associativa (Kirasic e col., 1996); isto é, pela velocidade pela qual a informação é ativada nesses dois sistemas de memória. A lentidão no processamento contribui para os baixos escores tipicamente encontrados em testes de funções cognitivas de pessoas idosas, tais como os testes construcionais de desenho de bloco, objeto semelhante e teste de dígito da Escala de Inteligência Wechsler (WIS) (Lezak, 1995).

De acordo com Graf e Mandler (1984) existem dois tipos de informação que dependem de diferentes processos para existirem, reconhecidamente, integração¹ e elaboração. Quando um evento é experimentado, seu esquema é automaticamente ativado e as interconecções entre os vários elementos do esquema são intensificadas; isto resulta em aumento da integração do esquema.

Por que a ativação e sua consequência, a integração, são processos automáticos, eles não exigem muita (senão qualquer) capacidade atencional e não são afetados pela natureza das atividades de codificação nas quais o sujeito pode estar engajado. Ações propositadas de recordação, como as anteriormente comentadas, que estão envolvidas em evocação e

1. Integração é definida como a capacidade dos participantes em fornecer ligações ou mediações para dois ou mais itens de interesse (Park e col., 1996).

reconhecimento, são dependentes de processos elaborativos que podem ocorrer durante o período em que um item é ativado. O processamento elaborativo, por sua vez, resulta em formação de novas relações entre esquemas ou entre um esquema e seu contexto. Devemos lembrar que tarefas de recordação e reconhecimento exigem lembrança de uma experiência anterior usando uma informação relacional ou contextual, por exce lência.

Sumariamente, as diferenças de idade em evocação e reconhecimento têm também sido atribuídas às diferenças na atividade de ativação, sendo dito que os adultos mais velhos são menos dispostos ou propensos ou ainda, menos capazes que os adultos mais jovens, para engajar-se em processos elaborativos (Light e Singh, 1987).

A natureza das atividades que os sujeitos desempenham durante o estudo de uma lista de palavras determinará, por exemplo, a extensão da elaboração, com as operações de codificação semântica encorajando a formação de novas relações de esquemas entre si ou com o contexto na qual elas são experimentadas. Por exemplo, pacientes amnésicos anterógrados parecem ser deficientes em processos que envolvem elaboração, mas seus processos de ativação parecem funcionar normalmente.

Nas relações entre desempenho de memória e o tempo exigido para ativar ou estabelecer representações de itens verbais, os adultos idosos são mais lentos em relação aos jovens, em nomear ou subvocalmente ensaiar itens relevantes. Porém, a velocidade de ativação da informação e desempenho em tarefas de memória que envolvem esse tipo de material é similar em ambos grupos. Portanto, os adultos idosos aparentemente variam na velocidade com a qual eles podem estabelecer ou ativar representações e não a natureza da função relacionada à velocidade da ativação da memória (Salthouse, 1992).

Em outros experimentos entretanto, têm sido relatadas diferenças relacionadas à de idade em tarefas que envolvem a manipulação da informação retida na memória operacional (Craik, 1986; Dobbs e Rule, 1989; Foss, 1989). Ou seja, o sistema de memória supostamente age como um sistema integrado impedindo a fragmentação durante um processamento ativo,

segundo as características das demandas de uma tarefa, para coesão durante as diferentes fases. Uma atividade que preenche essa exigência é a chamada *atualização da memória*. Atualização da memória é o ato de modificar o estatus atual da representação do esquema na memória para acomodar novas informações (Morris e Jones, 1990). Um exemplo da rotina diária, poderia ser a modificação da anotação de um número atual de telefone de uma pessoa. Quando o número é trocado, o novo número precisa ser registrado na memória. Outra tarefa com um componente óbvio de atualização é, por exemplo, contar (Logie e Baddeley, 1987) e aritmética mental (Hitch, 1978) que também requerem recursos da memória operacional. Além disso, interessante, o número de atualizações necessárias não afeta o desempenho. Isso quer dizer que o executivo central pode desempenhar diversas atualizações em uma seqüência rápida sem sobrecarregar sua capacidade ou pode ter uma velocidade de recuperação muito rápida quando desempenha tais operações (Morris e Jones, 1990).

O estatus dos itens na memória operacional poderia ser descrito em termos de seus níveis de ativação. Esse último seria determinado por quão recentemente um item foi atualizado, ou por como muitos outros itens intervenientes subsequente têm sido atualizados. O foco da atenção presumivelmente tem um nível mais alto de ativação, i.e., para um item estar no foco da atenção poder-se-ia exigir que ele fosse mantido neste nível relativamente alto de ativação. Uma vez que a atenção fosse tirada daquele item, sua ativação retornaria ao nível básico exigido para manter o item na memória operacional. O tempo para atualizar um conteúdo não seria afetado pelo número de atualizações intervenientes de um outro conteúdo (Garavan, 1998). Também parece possível descrever qualitativamente qual o estatus de cada item ou se existiria um estatus contínuo de itens na memória operacional.

Uma maneira pela qual a atualização poderia ser obtida, seria contar com a armazenagem passiva. Esta estocagem tem sido considerada como um meio para explicar os efeitos de recência na memória operacional (Baddeley, 1986).

Desta perspectiva, os itens mais recentes sobrescrevem os itens iniciais (primeiros) e o conjunto apropriado de itens é simplesmente repetido pela articulação subvocal.

Apesar do desempenho dos indivíduos idosos ser similar à dos jovens quando nenhuma atualização é necessária, manter a carga de memória próxima ou acima da extensão (“span”) da memória enquanto se realiza simultaneamente a atualização, parece exceder as capacidades de processamento do executivo central de indivíduos idosos. De fato, o desempenho em tarefas que requerem a atualização constante do conteúdo de informação retido (ver Morris e Jones, 1990), como por exemplo manutenção de itens visuo-espaciais ou verbais (Dobbs e Rule, 1989), parece declinar com a idade.

Contrastantemente, outros autores propuseram que a retenção passiva de informações é pouco ou nada afetada pelo avanço da idade. Por exemplo, Craik, Morris e Gick (1990) mostraram que o aumento na quantidade de itens a ser mantido na memória operacional não altera as diferenças observadas entre adultos idosos e adultos jovens; segundo esses autores é a dificuldade no processamento de informações que está alterada (Craik e col., 1990). Dobbs e Rule (1989) confirmaram essa interpretação. Esses autores investigaram a capacidade de indivíduos com idades variando entre 30 e 99 anos em manter dígitos na ordem direta e na ordem inversa de apresentação, e em outros testes de memória operacional. Nas tarefas em que a informação era mantida passivamente, praticamente não houve diferenças relacionadas à idade. Nas tarefas que requeriam ensaio dos conteúdos, houve significativo prejuízo de desempenho entre os sujeitos cuja idade variava entre 60 e 69 anos, e mais ainda para os sujeitos com mais de 70 anos. Em outras palavras, esses

resultados sugerem que o prejuízo relacionado ao envelhecimento ocorre preferencialmente nas tarefas cuja demanda atencional é maior.

Algumas evidências são sugestivas de que a origem das diferenças associadas à idade no funcionamento cognitivo poderiam estar relacionadas à redução nas habilidades de inibição (Hasher e Zacks, 1988). Segundo esta hipótese, é o material irrelevante ou extra-tarefa, inapropriadamente mantido na memória que interfere no desempenho em testes de memória operacional, já que o mesmo não é inibido, levando a distrações durante o processo. Entretanto, vários aspectos devem ser considerados antes de se assumir que há de fato diminuição da capacidade inibitória associada à idade. Primeiro, o aumento no número de interferências com o aumento da idade poderia originar-se por causa da inibição reduzida e igual força de ativação automática, ou por causa da inibição equivalente e maior força da ativação automática. Assim, ao invés dos adultos idosos terem processos de inibição menos efetivos, suas maiores interferências poderiam ocorrer por causa da ativação automática potente ou efetiva. Segundo, é importante considerar a maneira como se infere sobre efeitos. Um modo de avaliação seria através da facilitação, que revelaria qualquer vantagem da ativação automática. Se os adultos idosos tem mais ativação automática que os jovens, então, eles deveriam ter mais interferência e também mais facilitação. Terceiro, também é possível que o que se supõe serem medidas de processos específicos tal como inibição, sejam reflexo da contribuição de uma influência geral mais comum (Salthouse e Coon, 1994). Assim sendo, pelos motivos discutidos acima, é desejável ter múltiplas medidas que permitam avaliar os constructos teóricos relevantes, não apenas para aumentar a confiabilidade e validade, mas por necessidade de se examinar as correlações de medidas de interferência em diferentes versões de uma mesma ou de outras tarefas.

As relações entre os efeitos de facilitação e inibição do estímulo, interessantemente abordadas no trabalho de Koutstaal e col. (1998), encontraram diferenças, nos dois grupos etários, em todos os níveis de

evocação. O número de vezes em que um evento é ensaiado parece ser determinante na evocação, assim como o número de detalhes qualitativos presentes, incluindo detalhes senso-perceptivos, referências a objetos e ações, impressões subjetivas, além da quantidade de informação auditiva recordada. A ausência de revisão do evento original ou associado, determinaria a ocorrência de possíveis reduções ou comprometimentos na evocação. Já as conseqüências dos efeitos benéficos da revisão do evento passado com relação a eventos complexos observados em adultos mais idosos sob condição de estímulo mínimo no período de recordação, são atribuíveis à facilitação da memória dos participantes para os eventos revisados, mais que comprometimentos ou reduções na memória para os eventos não revisados.

Em relação aos idosos, foi encontrada uma interação significativa entre idade e repetição do estímulo. Isto é, adultos idosos e mais jovens mostraram proporções quase equivalentes de recordação do evento com três oportunidades de revisão; porém, os adultos mais jovens mostraram maiores ganhos que os idosos quando o estímulo foi revisado apenas uma vez. Uma possível interpretação para estes achados particularmente em relação aos idosos, é que uma considerável porção do que parece ser acúmulo de memória para a experiência original, poderia ser considerada memória para o próprio estímulo revisado (visualmente, se este for o modo reforçado na apresentação do estímulo).

A ausência de um aumento de facilitação associada à idade encontrada nos estudos de Salthouse e Mainz (1995) afirmam que uma interferência maior da idade não pode ser atribuída a um aumento na ativação automática. Os autores encontraram que estes resultados parecem fornecer apoio para a mediação dos efeitos associados à idade na memória operacional através da diminuição da inibição por que o controle das medidas de inibição resultaram em uma redução substancial nas variâncias associadas à idade na memória operacional. Paralelamente, as medidas de interferência encontradas não foram independentes considerando a velocidade de desempenho de muitas tarefas, mesmo separadas e distintas. No entanto, as medidas de interferência

podem ser um reflexo da inibição em caso onde existe pouca variação na velocidade, muito embora, exibam relativamente poucos efeitos associados à idade (Salthouse e Meinz, 1995).

Outra evidência importante da redução do desempenho cognitivo associado à idade atribuído a um comprometimento na memória operacional, é revelada em situações de divisão da atenção. Por exemplo, quando os indivíduos precisam distribuir a capacidade limitada de recursos de processamento, como na repetição de dígitos para recordação posterior e compreensão verbal de sentenças, o desempenho fica menor em indivíduos mais velhos. Também a produção de seqüências aleatórias de números ou dígitos, atividade que depende substancialmente do funcionamento do executivo central (Baddeley, 1986), parece estar reduzida em idosos (Van der Linden, Bregart e Beerten, 1994), sugerindo que é esse sub-componente da memória operacional que se encontra afetado no envelhecimento. Fisk e Warr (1996) também descreveram resultados que favorecem essa interpretação.

Um aspecto crítico da memória operacional é que ela envolve simultaneamente processamento e armazenamento da informação (Salthouse e col., 1989; Baddeley, 1998, entre outros), sendo esses mecanismos intimamente interdependentes.

Foos (1989) sugeriu que as alterações da memória operacional estão relacionadas a uma menor capacidade de armazenamento pelos idosos ao verificar que seu desempenho em tarefas simples (que requerem poucos recursos) é tão bom quanto o de adultos jovens; o prejuízo aparece apenas quando tarefas complexas são utilizadas. Em testes envolvendo sentenças de tamanhos variáveis verificou-se que a capacidade de retenção de itens (denominado teste de extensão de itens) é menor em adultos idosos que em adultos jovens (Norman, Kemper e Kynette, 1992; Salthouse, 1992a).

Deve-se atentar que uma das maiores dificuldades em investigar as relações entre memória operacional e envelhecimento está relacionada ao fato de que os sujeitos adotam, paulatinamente, estratégias para compensar suas dificuldades e para atingir um nível de desempenho satisfatório,

independentemente das limitações (Phillips e Forshaw, 1998). Isso torna difícil detectar as mudanças estatisticamente significantes no nível individual de desempenho. Por exemplo, efeitos de depressão, saúde e escolaridade, encontrados em estudos longitudinais, são questionáveis de acordo com a quantidade de variância intra -sujeitos em testes de memória, se poderiam ser atribuíveis ao envelhecimento, em comparação com estimativas entre-sujeitos (Schaie e Willis, 1996). Além disso, há que considerar a existência de diferenças individuais significativas na memória operacional (Phillips e Forshaw, 1998) e efeitos de contexto no qual a informação é apresentada (Earles, Smith e Park, 1996). Por fim, há que considerar a idade dos sujeitos. Cregger e Rogers (1998) testaram 3 grupos de pessoas denominados "adultos jovens" (idades entre 18 e 34 anos), "adultos jovens -idosos" (idades entre 60 e 70 anos) e "adultos idosos" (idades entre 71 e 82 anos), em 19 tarefas diferentes de memória ao longo de um período de 2 anos; os sujeitos tinham que se recordar do material estudado imediatamente e depois de um período de 24 horas. O desempenho dos adultos jovens-idosos foi similar ao dos adultos jovens tanto na lembrança imediata como na lembrança após retardo de 24 horas; esses dois grupos exibiram melhor desempenho que o grupo de adultos idosos. Esses resultados sugerem que deve haver cautela em relação à idade das pessoas a serem incluídas nos grupos de idosos.

Sendo os estudos realizados em condições controladas de laboratório para testar dificuldades em tarefas de memória operacional, é também necessário observar como essas dificuldades identificadas se expressam no desempenho de tarefas da vida diária.

Uma das implicações dessas observações é que ao lidar com os declínios da memória operacional e as dificuldades de desempenho em tarefas da vida diária, cuidadores e familiares devem monitorar os passos e a quantidade de informação fornecida ao idoso.

1.1. O funcionamento do executivo central no envelhecimento

Como vimos, o executivo central se constitui num sistema de capacidade limitada que regularia o fluxo de informações na memória operacional e participaria na evocação de informações dos sistemas de memória de longa duração, sendo ainda o responsável pelo monitoramento, detecção de erros, interrupção de atividades em curso (o que envolve inibição comportamental), e pela seleção de estratégias e planos. Em tarefas que envolvem memória operacional, deficiências no funcionamento do executivo central resultam em prejuízo no ensaio de informação mantida nos sistemas de apoio e também prejuízo no processamento de informações já que atenção é direcionada para estimulação irrelevante, resultando em prejuízo de desempenho.

Em seres humanos, essas funções parecem depender da integridade dos lobos frontais (Shallice, 1988), estruturas que sofrem as mais proeminentes reduções de volume, em relação às demais estruturas do sistema nervoso, ao longo do envelhecimento (Coffey e col., 1992). Também a quantidade de substância branca (que corresponde às bainhas de mielina dos neurônios) está significativamente reduzida nos lobos frontais de pessoas idosas (Schneider, 1985). É sabido que a bainha de mielina eleva significativamente a velocidade de condução de impulsos nervosos nos neurônios; portanto, sua perda pode implicar em redução na velocidade de processamento das informações nessa estrutura nervosa. Por outro lado, é sabido que pacientes com danos nos lobos frontais exibem dificuldades de inibir o comportamento em curso, exibindo freqüentemente comportamentos perseverantes (Shallice, 1982).

Moscovitch e Wincour (1992) e Parkin e Walter (1992) sugeriram que as alterações cognitivas relacionadas ao envelhecimento estão associadas a mudanças no funcionamento dos lobos frontais.

Diversos estudos favorecem a noção de que o executivo central está de

fato alterado no envelhecimento. Por exemplo, a habilidade para evitar o processamento de informações irrelevantes (Hasher e Zacks, 1979), a velocidade no processamento de informações, assim como uma maior quantidade de erros (Fisk e Warr, 1996; Salthouse, 1996), a inibição de atividades em curso (Connelly e Hasher, 1993; Hasher e Zacks, 1988; Kane e col., 1994), parecem estar prejudicados no envelhecimento.

Deve-se atentar para o fato de que os dois fatores mais habitualmente mencionados como responsáveis pelas deficiências em testes de memória operacional ao longo da idade - a eficiência de mecanismos inibitórios (Stoltzfus e col., 1996; Zacks e Hasher, 1997) e velocidade de processamento (Byrne, 1998; Salthouse, 1996) - estão intimamente relacionados um com o outro no sentido que eles partilham uma quantidade considerável de variância (Salthouse e Meinz, 1995), e parecem depender do funcionamento do executivo central. Apoio nesse sentido advém também das descrições de Arbuckle e Gold (1993) que verificaram que a verborragia (i.e., a fala irrelevante e inconsistente) em pessoas idosas está usualmente associada a uma incapacidade para suprimir informação inapropriada da memória operacional, e de Zabucky e Moore (1995) que descreveram que adultos idosos fazem mais elaborações pessoais de passagens de textos (por exemplo, "achei as notícias sem sentido e desinteressantes") do que adultos jovens; a quantidade de elaborações pessoais relacionadas a medidas de capacidade da memória operacional sugerem que as diferenças nos testes de capacidade são influenciadas pela dificuldade dos idosos em inibir informação irrelevante.

Assim, a dificuldade de idosos parece estar relacionada com o controle atencional (Smith, 1996), pelo executivo central.

Parece interessante analisar, neste contexto, o desempenho de pessoas idosas em tarefas que impõem uma grande demanda da memória operacional, incluindo o executivo central, mas para cujo desempenho a pessoa possui

grande quantidade de treinamento , como por exemplo o xadrez. Ao mesmo tempo que o treinamento pode favorecer significativamente o desempenho dessa atividade, "cada jogo é sempre um novo jogo". Embora pessoas idosas exibam dificuldades de memória para a lista de jogadas realizadas numa partida, seu desempenho nas partidas não é prejudicado pelo envelhecimento (Charness, 1981). O mesmo ocorre em relação do jogo de "bridge".

Esse tipo de resultado levou Bosman e Charness (1996) a concluir que o envelhecimento envolve uma interação entre o declínio dos recursos da memória operacional e o aumento no desempenho de habilidades treinadas; essa conjunção de fatores leva a um desempenho apropriado em tarefas previamente treinadas, mas dificuldade de desempenho nas tarefas novas.

Outro aspecto importante é a transferência de treino que ocorre da habilidade treinada para novas habilidades. Clarkson-Smith e Hartley (1990) verificaram que idosos bem treinados no jogo de "bridge" (um jogo que impõe grande demanda sobre a memória operacional) se desempenham melhor em outras tarefas que avaliam a capacidade da memória operacional do que idosos de mesma idade não treinados, sugerindo que a prática regular de uma tarefa que impõe demandas sobre a memória operacional previne o declínio associado à idade. Conclusão similar foi alcançada por Verhaeghen, Marcoen e Goossens (1993) a partir de um estudo meta-analítico envolvendo 180 estudos da literatura sobre idosos. Segundo esses autores maiores decréscimos de desempenho em testes de memória operacional em idosos estão associados a menores níveis educacionais dos sujeitos, indicando que a educação (talvez melhor qualificada como atividade intelectual) pode prevenir em parte as dificuldades de memória operacional observadas em idosos.

Igualmente importante, neste contexto, é a interferência das estratégias de codificação e de evocação utilizadas pelos sujeitos em relação à informação

processada. Corgiat, Templer e Newell (1989) testaram a capacidade de adultos jovens e idosos em lembrar trechos de prosa (avaliou-se a quantidade de "unidades de idéia" recordadas, considerados três diferentes níveis de conteúdo). No momento de aquisição/codificação utilizaram apresentação auditiva e visual do material em estudo. No momento da evocação, testaram evocação livre e evocação sinalizada dos itens estudados. O número total de unidades de idéia recordadas foi menor para ambos os grupos experimentais na condição de apresentação auditiva do material, sugerindo que este tipo de processamento impõe maior demanda do que a apresentação visual do material; além disso, no geral os adultos idosos se recordaram de menor quantidade de unidades de idéia que os adultos jovens. A análise da interação entre idade, modalidade de apresentação e demanda da tarefa em cada um dos níveis de conteúdo utilizados resultou em efeitos diferenciais relacionados à idade tanto para as formas de apresentação como para as demandas da tarefa relativas aos níveis de conteúdo; os autores discutiram que esses efeitos podem ser explicados no contexto do modelo da memória operacional em termos de atenção dividida e de níveis de processamento da informação. Burach e Lachman (1996) mostraram que adultos idosos que organizam a lista de informações a ser arquivada para posterior evocação não diferem de adultos jovens na mesma tarefa; por outro lado, quando não há organização da lista de informações o desempenho dos adultos idosos é pior que o dos adultos jovens.

1.1.1 Controle atencional e envelhecimento

Alguns pesquisadores têm argumentado que a atenção é a base de muitas funções cognitivas e que os declínios na atenção poderiam justificar muitos dos efeitos do envelhecimento cognitivo.

Como vimos, dois tipos de processos – um controlado e o outro automático - estariam envolvidos no processamento de informações. Enquanto o primeiro sofre os efeitos do avanço da idade e da atenção dividida, o segundo é poupado em ambas as condições. Em muitas teorias de atenção e memória, pensa-se em uma dicotomia entre os processos automático e controlado, de maneira que as operações controladas mas não automáticas, são vistas como sendo fontes de demanda.

Shiffrin e Schneider (1977, p. 160) sugeriram que a modificação na memória de longa duração é determinada pela quantidade de controle do processamento. O processamento controlado seria caracterizado como esforçado, lento, serial e de capacidade limitada. Os processos de codificação de informação nova parecem ser controlados e portanto, significativamente afetados pela divisão da atenção, e por instruções para transferir a atenção de uma tarefa a outra. O processamento automático seria caracterizado como um processamento permanente, paralelo e sem esforço, não limitado pela capacidade da memória de curta duração. Os processos automáticos permitiriam o desempenho de habilidades de comportamentos bem desenvolvidos e exigiria m treino extensivo para sua aquisição (Fisk, 1984).

Embora intimamente aliada com e refletindo velocidade de processamento, os efeitos da idade na eficiência atencional variam de acordo com a complexidade das tarefas ou da situação. Os sujeitos idosos respondem mais lentamente ou fazem mais erros quando a atenção é dividida em testes de escolha em reação de tempo ou em tarefas concorrentes (Baddeley, 1986).

O uso de paradigmas nos quais a atenção dos participantes é dividida entre codificar a informação apresentada e desempenhar uma tarefa secundária, denominados tarefas duplas, têm sido utilizados para investigar

esta questão e evidenciam o efeito prejudicial no desempenho de memória associado a condições onde a atenção total é usada para codificar diversos itens (Baddeley e col. , 1984b; Craik e col., 1996). No entanto, nem sempre são observadas as interações entre idade e atenção dividida, apesar desta tarefa ser considerada um indicador de efeitos deletérios em diferentes grupos etários, por causa da baixa velocidade e da alta demanda no processamento (Morris e Baddeley, 1988). Mesmo assim, os adultos idosos apresentam -se mais comprometimentos em tarefas duplas que os jovens quando as duas tarefas preenchem a extensão da memória operacional, embora não tenha sido encontrado o mesmo resultado quando duas tarefas de discriminação perceptiva foram desempenhadas concomitantemente (Salthouse, 1995a).

A dissociação entre controle atencional e recursos atencionais, descrita anteriormente, sugere que existe mais que um determinante para os efeitos da atenção dividida, dado que a hipótese presume que os comportamentos de controle atencional tal como a seletividade, existem para alocar os recursos efetivamente limitados entre tarefas concorrentes que exigem recursos.

Craik e col. (1996) encontraram que a atenção dividida na codificação reduz muito o desempenho na evocação livre, na evocação por pistas e na memória de reconhecimento. Quando a atenção é dividida na codificação, o desempenho de memória sofre em relação à atenção total e é comprometido por processos de codificação concorrentes das tarefas secundárias. Em contrapartida, a atenção dividida na recordação produz uma redução mínima da evocação livre, menor para evocação com pistas e nenhuma para reconhecimento. Esta imunidade à interferência da tarefa secundária, entretanto vem acompanhada de substancial aumento do tempo de reação na tarefa secundária, que se reduziria da evocação livre para a evocação por pistas e para o reconhecimento. A ocorrência de interferência no desempenho da memória sob condições de atenção dividida durante a codificação é consoante com a idéia de que a atenção dividida interfere em qualquer informação de ser conscientemente aprendida. No entanto, a ausência de interferências no desempenho em testes de memória e de efeitos de ênfase na

tarefa sob condições de atenção dividida durante a evocação, são consistentes com a noção de que quando as pistas necessárias para a evocação são fornecidas ou são geradas internamente, as operações controladas são acionadas e a evocação ocorre (Anderson e col., 1998).

Há evidências de que a atenção dividida é muito mais deletéria para os processos de codificação em idosos que em adultos jovens, levando a aumento nos custos de memória associados à idade (Anderson e col., 1998, Park e col., 1989).

Park e col., (1989) mostraram que o tempo de reação em tarefas concorrentes declina mais para tarefas de recordação com pistas que para tarefas de reconhecimento, e que os custos da recordação são mais altos para os idosos; isto é, os idosos necessitam mais tempo para desempenhar a tarefa. Adicionar uma tarefa de atenção dividida na evocação não faz o desempenho ser pior se a atenção já havia sido adicionada na codificação.

No entanto, a adição de uma tarefa de atenção dividida na fase de codificação da memória causa um declínio substancial no desempenho da tarefa de recordação posterior (Craik e col., 1996; Naveh-Benjamin e col., 1998). Naveh-Benjamin e col. (1998), manipularam tanto a disponibilidade da informação a ser recuperada quanto a similaridade dos estímulos apresentados durante a recuperação em relação à codificação, e avaliaram os efeitos dessas manipulações sob condições de atenção total e atenção dividida, na codificação ou na recuperação. Esses efeitos foram avaliados no desempenho de memória e nos custos atencionais da tarefa concorrente. O resultado mostrou que os efeitos na evocação diferem dos observados na codificação, i.e., há um custo significativo no desempenho da tarefa secundária em termos do tempo quando os itens são apresentados e supostamente codificados. Esse custo é interpretado como reflexo da quantidade de esforço ou exigência atencional requerida pela tarefa de memória.

Evidências de que as operações são feitas sob controle cognitivo são baseadas no fato de que quando a ênfase é dada na tarefa de memória, o desempenho de memória melhora, mas o desempenho da tarefa secundária

sofre, e quando a tarefa secundária tem maior ênfase, o desempenho de memória é reduzido porém o desempenho da tarefa secundária é favorecido (Craik e col., 1996; Anderson e col., 1998). Estas conclusões sugerem que a atenção dividida interfere nas estratégias de codificação e que estes processos de codificação consomem recursos atencionais. Surpreendentemente, em adultos mais jovens, pequena ou nenhuma interrupção temporária foi encontrada quando a atenção foi dividida na evocação, na recordação livre, na recordação com estímulo ou no reconhecimento (Baddeley e col., 1984; Craik e col., 1996).

Estímulos relevantes também demandam atenção e, uma vez atentados, certos atributos seriam aprendidos tornando-se independentes de processamento adicional. O problema deste ponto de vista é a quantidade específica de atenção dispensada para qualquer estímulo específico, pois a grande dificuldade é controlar a atenção dos sujeitos de modo que eles nunca atentem para estímulos particulares .

Em outras palavras, os efeitos da atenção dividida na evocação em adultos idosos e jovens são nítidos: para ambos os grupos etários o desempenho de memória não é afetado (ou é somente ligeiramente afetado) por uma tarefa secundária na evocação. Como seria esperado de acordo com as hipóteses de apoio ambiental, os custos da tarefa secundária são maiores durante a recordação com pistas que durante o reconhecimento, porque a primeira exige mais atividade de recuperação auto iniciada em relação à segunda. A evocação parece requerer mais recursos atencionais em adultos idosos, contrastantemente ao desempenho destes em relação aos mais jovens em tarefas secundárias, que é mais alterado por recordação livre, recordação por pistas e pelo reconhecimento (Anderson e col., 1998).

Salthouse (1995a) chama a atenção para a importância da escolha da metodologia e das tarefas aplicadas na avaliação do desempenho em tarefa duplas, e para as diferentes interpretações que podem ocorrer de algumas

combinações. O método mais simples seria examinar o desempenho em tarefas duplas sem considerar o desempenho nas tarefas únicas. Este método não tem sido extensivamente usado por não ser realmente informativo sobre o desempenho em tarefa dupla per se. Um segundo método seria examinar o desempenho de cada sujeito quando as tarefas são desempenhadas sozinhas e usar o valor alcançado quando a tarefa é desempenhada em combinação com outra tarefa. A vantagem desse método é promover controle direto de desempenho da tarefa única na avaliação do desempenho da tarefa dupla. A desvantagem é o tempo consumido para obter medidas confiáveis de desempenho da tarefa única a fim de estabelecer parâmetros apropriados para as condições de tarefa dupla.

Outra preocupação remanescente deve ser com a ênfase pelas pessoas ou pelas condições, não existindo segurança de que igual ênfase seja colocada pelo indivíduo em cada tarefa. Uma abordagem mais ambiciosa envolve a geração de características completas de operações da atenção para cada indivíduo, usando instruções para variar a ênfase relativa a cada tarefa .

Apesar disso, níveis absolutos de recordação, em tarefas de atenção total, não são afetados, o que diz respeito ao funcionamento preservado da memória do dia a dia, em idosos.

CONCLUSÃO

Quando se pretende estudar as alterações patológicas de qualquer ser vivo, necessita-se primeiramente ter o conhecimento pleno das alterações fisiológicas as quais, sendo de ocorrência normal, podem servir de base para a orientação daqueles que se interessam por aqueles que envelhecem.

Embora as evidências psicométricas confirmem que as alterações de memória associadas à idade são de proporções substanciais, a amplitude e a natureza dos processos cognitivos afetados não são melhor estabelecidas do que o fato do próprio declínio no desempenho da memória. Certamente, alguns fatores que afetam o desempenho associado à idade em testes de memória, afetam o desempenho em outras tarefas cognitivas de maneira semelhante. Essas controvérsias podem estar relacionadas com a natureza dos testes empregados na avaliação das funções de memória, o contexto de sua aplicação, as instruções apresentadas aos sujeitos e o estabelecimento de limites temporais para a realização dos testes, entre outros. Por exemplo, as dificuldades apresentadas em testes de memória visuo-espacial e verbal para indivíduos idosos é demonstrada pelas taxas diferenciadas de declínio nos testes, podendo as alterações na memória visuo-espacial serem mais apropriadamente observadas como uma faceta da habilidade visuo-espacial comprometida do que como um problema de memória primária (Koss et al., 1991).

Sob o ponto de vista conceitual, as interpretações para os padrões de envelhecimento cognitivo têm apontado a ocorrência de alterações de memória em qualquer dos sistemas. A partir da noção de que o sistema nervoso estaria organizado de forma modular e independente, a representação da memória não envolveria um sistema unitário, mas uma combinação complexa de subsistemas. Segundo essa concepção, o sistema nervoso conteria módulos que manteriam conexões com outros módulos de níveis variados de independência funcional, de maneira que lesões nos módulos

independentes resultariam em ausência de função, enquanto que lesões nos módulos cooperadores resultariam em alterações minimizadas. O funcionamento independente, porém cooperativo entre os diferentes módulos permite explicar não só dissociações experimentalmente observadas em indivíduos com lesões cerebrais, mas também a sensação de uma experiência única em indivíduos normais, ou ainda explicar a permanência de representações, mesmo em caso de perda celular, como poder ocorrer com o passar da idade. Ou seja, o processamento de informações permite que um grande número de unidades de processamento influencie de forma paralela e distribuída, outras unidades em qualquer momento no tempo.

A discussão sobre sistemas e processos de memória intencionou esclarecer a interatividade dos sistemas de memória no processamento cognitivo normal. Embora seja possível imaginar, do ponto de vista do sistema nervoso, a existência de uma transferência de conteúdos entre diferentes sistemas neurais que se constituiriam nos substratos desses sistemas de memória, parece mais parcimonioso admitir que a informação seja processada e mantida de maneiras distintas. Esses processos poderiam ser modificados, ao longo do tempo, pela interação com os conteúdos relacionados a outras unidades de processamento. Dessa forma, informações relevantes seriam mantidas temporariamente pela elaboração adicional, sob a influência do executivo central, possivelmente levando a uma modificação no processo de manutenção do traço mnêmico no próprio sistema de processamento modalmente específico. No entanto, dadas as limitações da capacidade de processamento desses sistemas, informações consideradas como irrelevantes não seriam sustentadas pelo executivo central sofrendo decaimento e gerando, assim, espaço para o ingresso e novas informações.

As evidências relevantes para o estabelecimento de correlações entre as funções de memória e módulos do sistema nervoso vêm sendo demonstradas através de refinadas técnicas de neuro-imagem, aplicadas em pacientes com danos cerebrais identificáveis. E não apenas em pacientes, mas também em indivíduos normais, o desempenho pode variar em função das

características da informação processada, evidenciável, por exemplo, pelo desempenho em tarefas concorrentes.

Nesse sentido, observamos o surgimento de várias propostas de classificação desses sistemas, algumas que consideram apenas os de longa duração, outras que incluem também a memória de curta duração e ainda outras que enfatizam o modo de evocação das informações. Não obstante o mérito de algumas delas, parece questionável supor que uma informação possa ser capturada em um sistema de longa duração, sem que haja processamento prévio no sistema de curta duração, que tem a função de manter as informações acessíveis por curto período de tempo, para posterior tratamento.

Dito de outra forma, informações relevantes seriam mantidas temporariamente para elaboração adicional, sob a influência do executivo central, possivelmente levando a uma modificação no processo de manutenção do traço mnêmico no próprio sistema de processamento modalmente específico. No entanto, dadas as limitações da capacidade de processamento desses sistemas, informações consideradas como irrelevantes não seriam sustentadas pelo executivo central sofrendo decaimento e gerando, assim, espaço para o ingresso de novas informações. Fatores tais como estados motivacionais, fisiológicos, intencionalidade e outros domínios que incluem as demandas ambientais para memória, estilo de vida, crenças sobre a memória, auto-eficácia, uso de estratégias e a base de conhecimento, podem interferir na forma de manutenção e na evocação da informação arquivada.

Um conceito que tem fornecido uma estrutura conveniente e frutífera para a investigação da natureza do envelhecimento cognitivo, tem sido o modelo de memória operacional de Baddeley e Hitch (1974), descrito como uma ampla variedade de interações entre sistemas de armazenamento temporário, e que envolve a operação de componentes interativos que o compõem. De acordo com esses autores, a memória operacional compreende um sistema de controle da atenção, o executivo central, responsável por

coordenar a demanda advinda de diferentes fontes, auxiliado por dois sistemas de apoio responsáveis pelo arquivamento temporário e manipulação de informações, um de natureza visuo-espacial e outro de natureza fonológica. Uma questão é se as diferenças na memória operacional associadas à idade são melhor explicadas em termos da capacidade ou pela variação das estratégias.

Alterações na memória operacional poderiam ser vistas primeiramente como um déficit de processamento da informação, ao contrário de um comprometimento de memória per se, onde os efeitos da idade parecem apresentarem-se somente quando certos tipos de processamentos são exigidos (Salthouse e col., 1991).

Duas abordagens exemplificam as diferenças associadas à idade no processamento da informação na memória operacional. A primeira, uma redução total na velocidade de processamento que justificaria o declínio de habilidades em adultos idosos (Salthouse 1985; Fisk e Warr, 1996). Ou ainda, os adultos idosos aparentemente variam na velocidade com a qual eles podem estabelecer ou ativar representações e não a natureza da função relacionada à velocidade da ativação da memória (Salthouse, 1992). Numa segunda abordagem, Hasher e Zacks (1988) propuseram que o envelhecimento causa um decréscimo na habilidade para inibir informação irrelevante. De acordo com esta noção, com o envelhecimento, os estímulos ambientais passam a nos causar mais impacto e conseqüentemente nos tornamos mais lentos em entender novas informações e recuperar informações antigas.

Outras interpretações freqüentemente mencionadas nas diferenças associadas à idade no funcionamento cognitivo, estão relacionadas a uma redução dos recursos disponíveis para o processamento (diminuição na capacidade de reserva), possivelmente em função da eficácia reduzida do executivo central e da atenção nas tarefas que utilizam a memória operacional.

Em geral, a pesquisa tem indicado que para tarefas de memória, diferenças entre adultos mais jovens e mais velhos aumentam com a demanda da memória operacional.

Dado que os achados sugerem que os adultos idosos demonstram dificuldades em tarefas de memória, é também necessário observar questões que inevitavelmente surgem, de como estes achados tem sido traduzidos para o desempenho em tarefas da vida diária.

Em relação aos sistemas de memória de longa duração evidências experimentais permitem subdividir adicionalmente a memória declarativa. Assim, a lembrança consciente da situação em que a aprendizagem ocorreu, na memória para eventos (ou episódica), parece diferir da sensação de familiaridade perante um determinado item de informação, sem no entanto, a lembrança do episódio específico em que essa informação foi adquirida, i.e., memória para fatos (ou semântica).

Já a aquisição de informações pelo sistema não declarativo dependeria de mudanças cumulativas ou treinamento repetitivo que ocorreriam a cada ocasião em que o sistema é acionado, para a aquisição do comportamento. Entretanto, usualmente considerada como parte do sistema não-declarativo, a pré-ativação, pode ser evidenciável após uma única exposição ao material de estudo. Essa discrepância pode ser resolvida, segundo Xavier (1993), levando-se em consideração o processo de aquisição de informações ao longo da história individual, ou seja, como o sistema subjacente ao fenômeno da pré-ativação foi naturalmente treinado de forma gradual e cumulativa ao longo do curso de vida. Estudos envolvendo pacientes portadores de demência de Alzheimer (que caracteriza danos em áreas de associação cortical bem como em estruturas límbicas) revelaram deficiências na pré-ativação em tarefas para completar palavras, ao mesmo tempo que a capacidade preservada para desempenhar tarefas motoras. Em idosos, a ocorrência de dificuldades seria usualmente atribuída, neste contexto, a qualquer um desses sistemas em particular (i.e., memória de curta duração, memória operacional e memória de longa duração).

Por exemplo, os processos envolvidos num tipo de operação auto-iniciada (recordação espontânea) tornam-se menos efetivos à medida que envelhecemos. Já as tarefas que exigem a recordação espontânea (memória

prospectiva) - lembra de lembrar, lembrar de um compromisso ou de tomar um remédio em hora determinada, estariam mais atingidas pelo envelhecimento. Ou seja, realizar uma intenção que envolve planejar, monitorar e priorizar processos que poderiam ser amplamente dirigidos pela atenção e por mecanismos inibitórios, poderiam estar sutilmente estar alterados no envelhecimento. A memória retrospectiva (lembrar onde colocou as chaves) seria a que mais depende de pistas e suporte ambientais para recordação e a memória de procedimento (a de hábitos automatizados, como o de dirigir um carro), a menos alterada ou comprometida com a idade.

Essa discussão impõe implicações clínicas, além das teóricas. Déficits de memória observados nos indivíduos com demência, geralmente coincidem com os observados no envelhecimento normal, apesar de serem distintos os comprometimentos apresentados em domínios específicos da cognição. No caso de indivíduos idosos, as falhas apresentadas em testes de laboratório podem se estender para as atividades da vida diária, de forma a beneficiar o desenvolvimento de estratégias e treinamento de funções específicas, que têm como resultado um menor declínio de capacidade. O conhecimento de alterações e de necessidades possibilita a indicação de intervenções na maneira abordar determinados comprometimentos, tanto para o indivíduo idoso, quanto para o seu cuidado, quando necessário . Tais observações indicam caminhos a serem seguidos para minorar as dificuldades de memória associadas ao envelhecimento, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida dessa importante parcela da população.

REFERÊNCIAS

AKSHOOMOFF, N.A., COURCHESNE, E., PRESS, G.A. and IRAGUI, V. (1992). Contribution of the cerebellum to neuropsychological functioning: Evidence from a case of cerebellar degenerative disorder. *Neuropsychologia*, 30, 315-328.

ANDERSON, J.R. (1990). *Cognitive psychology and its implications*. New York: Freedman.

ANDERSON, N.D., CRAIK, F.I.M. and NAVEH-BENJAMIN, M. (1998). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults: 1. Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13, 405-423.

ANDIEL, C. and LIU L. (1995). Working memory and older adults: implications for occupational therapy. *The American Journal of Occupational therapy*, 49, 681-686.

ARBUCKLE, T.Y. and GOLD D.P, (1993). Aging, inhibition, and verbosity. *Journal of Gerontology* , 48, P225-P232 .

ARENBERG, D. (1983). Memory and learning do decline late in life. In J.E.Birren, J.M.A. Munnichs, H. Thomae, and M. Marois (Eds.). *Aging: A challenge to science and society*. Oxford, England: Oxford University Press.

ATKINSON, R.C. and SHIFFRIN, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W. Spence (Ed.). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Academic Press (p. 89-195).

BADDELEY, A. D., GRANT, S., WIGHT, E. and THOMSON, N. (1975). Imagery and visual working memory. In P.M.A. Rabbitt & Dornic (Eds.). *Attention and performance V*. London: Academic Press (p.205-217).

BADDELEY, A.D. and HITCH, G. (1974). Working memory. In G.A. Bower (Ed.). *The psychology of learning and motivation*. Vol. 8. New York: Academic Press (p. 47-89).

BADDELEY, A.D., LEWIS, V.J. and VALLAR, G. (1984b). Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 133-252.

BADDELEY, A.D. and LIEBERMAN, K. (1980). Spatial working memory. In R. Nickerson (Ed.), *Attention and performance VIII*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc (p. 521 -539).

BADDELEY, A.D., THOMSON, N. and BUCHANAN, M. (1975b). Word length and the structure of short-memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.

BADDELEY, A.D. and WARRINGTON, E.K. (1970). Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9(2), 176-189.

BADDELEY, A.D. (1966a). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 362-365.

BADDELEY, A.D. (1966b). The influence of acoustic and semantic similarity on long-term memory for word sequences. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 302-309.

BADDELEY, A.D. (1986) (Ed.). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

BADDELEY, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.

BADDELEY, A.D. (1995). Working memory. In M.S. Gazzaniga (Ed). *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT Press (pp.755-764).

BADDELEY, A.D. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the New York Academy of Sciences USA*, 93, 13468-13472.

BADDELEY, A. D. (1990,1998) (Ed.). *Human memory: Theory and practice*. Allyn e Bacon.

BELLEVILLE, S., PERETZ, I., MALENFANT, D. (1996). Examination of the working memory components in normal aging and in dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychologia*, 34(3):195-207.

BIRREN, J.E. and SCHAIE, K.W. (1996). *Handbook of the Psychology of Aging*. New York: Academic Press.

BIRREN, J.E.. and SCHORROOTS, J.J.F. (1996). History, concepts, and theory in the psychology of aging. In J.E. Birren e K.W. Schaie (Eds.). *Handbook of the psychology of aging*. San Diego: Academic Press.

BLOEDEL, J.R., BRACHA, V. and KELLY, T.M. (1991). Substrates for motor learning. Does the cerebellum do it all? *Annual New York Academic Science*, 627, 305-318.

BLOEDEL, J.R. (1992). Functional heterogeneity with structural heterogeneity: how does the cerebellum operate? *Behavioural and Brain Sciences*, 15 (4), 666-678.

BRANDIMONTI, M.A., HITCH, G.J. and BISHOP, D.V.M. (1992). Influence of short-term memory codes on visual image processing: Evidence from image transformation tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 157-165.

BROADBENT, D.E. (1958) (Ed.). *Perception and communication*. Elmsford, New York: Pergamon press.

BROOKS, L.R. (1967). The suppression of visualization by reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 289-299.

BROWN, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10, 12-21.

BURACK, O.R. and LACKMAN M.E. (1996). The effects of list-making on recall in young and elderly adults. *Journal of Gerontology B. Psychol Sci Soc Sci*, 51(4), P226-P233.

BUTTERS, N., HEINDEL, W.C. E SALMON, D.P. (1990). Dissociation of implicit memory in dementia: Neurological implications. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 28, 359-366.

BYRNE, M. D. (1998). Taking a computational approach to aging: the span theory of working memory. *Psychology and Aging*, 13, 309-322.

CHARNESS, N. (1981). Aging and skilled problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110 (1), 21-38.

CHERRY, K.E., PARK, D.C. and DONALDSON, H. (1993). Adult age differences in spatial memory: effects of structural context and practice. *Experimental Aging Research*, 19(4), 333-350.

CHIARELLO, C. and HOYER, W.J. (1988). Adult age differences in implicit and explicit memory: time course and encoding effects. *Psychology and Aging*, 3 (4), 358-366.

CLARKSON-SMITH, L. and HARTLEY, A.A. (1990). The game of bridge as an exercise in working memory and reasoning. *Journal of gerontology*, 45(6), P233-P238.

COFFEY, C.E., WILKINSON, W.E., PARASHOS, I.A., SOADY, S.A., SULLIVAN, R.J., PATTERSON L.J. and FIGEL G.S. (1992). Quantitative cerebral anatomy of the aging human brain: A cross-sectional study using magnetic resonance imaging. *Neurology*, 42(3Pt1), 527-536.

COHEN, N.J. (1984). Preserved learning capacity in amnesia: evidence for multiple memory systems. In: L.R. Squire and N. Butters (Eds.) *The neuropsychology of memory*. New York: Guilford Press (p. 83-103).

COLLE, H. A. and WELSH, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 17-32.

CONELLEY S. L. and HASHER, L. (1993). Aging and inhibition of spatial location. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 19, 1238-1250.

CONRAD, R. E HULL, A.J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432.

CORGIAT, M.D. TEMPER,D.I. and NEWEL (1989). The effects of presentation modality, task demand, and content structure on age-related memory differences for prose. *International Journal of Aging Human Development*, 29(1).53-65.

CRAIK, F.I.M., GOVONI, R., NAVEH-BENJAMIN, M. and ANDERSON, N.D. (1996). The effects of divided attention on encoding and retrieval process in human memory. *Journal of Experimental Psychology: general*, 125(2), 159-180.

CRAIK, F. I.M. and JENNINGS,J., (1992). Human memory. In F.I.M. Craik and T.A. Salthouse (Eds.) *Handbook of aging and cognition*. Hillsdale: Erlbaum.

CRAIK, F. I.M, MORRIS, R.G. and GICK, M.L. (1990). Adult age differences in working memory. In G. Vallar and T. Shallice (Eds.) *Neuropsychology impairments of short-term memory*. Cambridge: Cambridge University Press.

CRAIK, F.I.M. (1983). On the transfer of information from the temporary to permanent memory. *Psychological Transactions of the Royal Society of London*, 302B, 341-359.

CRAIK, F.I.M. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix and H. Hagendorf (Eds.) *Human Memory and Cognitive Capabilities, Mechanisms and Performances*. New York: Elsevier Science.

CREASEY, H. and RAPPORT, S.I. (1985). The aging human brain. *Annals of Neurology*, 17(1), 2-10.

CREGGER, M.E. and ROGERS, W.A. (1998). Memory for activities for young, young-old, and old adults. *Experimental Aging Research*, 24(2), 195-201.

DAMASIO, A.R. and TRANEL, D. (1991). Disorders of the higher brain function. In R.N. Rosenberg (Ed.). *Comprehensive neurology*. New York: Raven (pp. 639-657).

DAVIS, G.A. and BALL, H.E. (1989). Effects of age on comprehension of complex sentences in adulthood. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 143-150.

DAVIS, M. (1992). The role of the amygdala in fear-potentiated startle: Implications for animal models of anxiety. *Trends in Pharmacological Sciences*, 13, 35-41.

DELLA SALA, S. and LOGIE, R. (1993). When working memory does not work: The role of working memory in neuropsychology. In F. Boller and H. Spinnler (Eds.). *Handbook of neuropsychology*. Amsterdam: Elsevier.

DOBBS, A.R. and RULE, B.G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 4, 500-503.

EARLES, J.L., SMITH, A.D. and PARK, D.C. (1996). Adult age differences in effects of environmental context on memory performance. *Experimental Aging Research*, 22(3), 267-280.

ELLIS, N.C. and HENNELLY, R.A. (1980). A bilingual word-length effect: Implications for intelligence testing and relative ease of mental calculation in Welsh and English. *British Journal of Psychology*, 71, 43-52.

FARAH, M.J. (1988). Is visual memory really visual? Overlooked evidence from neuropsychology. *Psychological Reviews*, 95, 307-317.

FAZIO, F., PERANI, D., GILARDI, M.C., COLOMBO, F. CAPPA, S.F. and VALLAR, G. (1992). Metabolic impairment in human amnesia: a PET study of memory networks. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 12, 353-358.

- FIEZ, J.A., PETERSEN, S.E., CHENEY, M.K. and RAICHLE, M.E. (1992). Impaired non-motor learning and error detection associated with cerebellar damage. *Brain*, *114*, 2611-2618.
- FISK, J.E. and SCHNEIDER, W. (1984). Memory as a function of attention, level of processing, and automatization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and Cognition*, *10*(2), 181-197.
- FISK, J.E. and WARR, P. (1996). Age and working memory: The role of perceptual speed, the central executive, and the phonological loop. *Psychology and Aging*, *11*, 316-323.
- FOSS, P.W. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, *4*, 269-275.
- GARAVAN, H. (1998). Serial attention in working memory. *Memory & Cognition*, *26*(2), 263-275.
- GATHERCOLE, S.E. and BADDELY, A.D. (1993). *Working Memory and Language*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- GILHOOLY, K.J. and LOGIE, R.H. (1998). Thinking in Working Memory. In R.H. Logie and K.J. Gilhooly (Eds.). *Working Memory and Thinking*. London: Psychology Press.
- GOLDENBERG, G., PODREKA, I., PFAFFELMEYER, N., WESSELY, P and DEECKE, L. (1991). Thalamic ischemia in transient global amnesia: a SPECT study. *Neurology*, *41*, 1748-1752.
- GRAF, P. and MANDLER, G. (1984). Activation makes words more accessible, but not necessarily more retrievable. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *23*, 553-568.
- GRAF, P. and 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.
- GRAFMAN, J., LITVAN, I., MASSAQUOI, S., STEWARD, M., SIRIGU, A. and HALLETT, M. (1992). Cognitive planning deficits in patients with cerebellar atrophy. *Learning, Memory and Cognition*, *11*(8), 1493-1496.
- GROSSI, D., TROJANO, L., GRASSO, A and ORSINI, A. (1988). Selective "semantic amnesia" after closed head injury: A case report. *Cortex*, *24*, 457-464.

HARRINGTON, D.L., HAALAND, K.Y., YEO, R.A., and MARDER, E. (1990). Procedural memory in Parkinson's disease: impairment motor but not visuoperceptual learning. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*, 12(2), 323-339.

HASHER, L. and ZACKS, R.T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental psychology : General*, 108, 356-388.

HASHER, L. and ZACKS, R.T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and new view. In G. Bower (Ed.). *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, 22, 193-225. San Diego: Academic Press.

HEINDEL, W.C., SALMON, D.P., SHULTZ, C.W., WALICKE, P.A. and BUTTERS, N. (1989). Neuropsychological evidence for multiple implicit memory systems: a comparison of Alzheimer's, Huntington's, and Parkinson's disease patients. *Journal of Neuroscience*, 9, 582-587.

HEISS, W.D., PAWLIK, G., HOLTHOFF, V., KESSLER, J. and SZELIES, B. (1992). PET correlates of normal and impaired memory functions. *Cerebrovascular Brain Metabolic Reviews*, 4, 1-27.

HITCH, G.J. (1978). The role of short memory in mental arithmetic. *Cognitive Psychology*, 10, 302-323.

HITCH, G.J. (1980). Developing the concept of working memory. In G. Claxton (Ed.) *Cognitive Psychology: News directions*. London: Routledge & Kegan Paul.

HULTSCH, D.F., HERTZOG, C. and DIXON R.A. (1990). Ability correlates of memory performance in adulthood and aging. *Psychology and Aging*, 5, 356-368.

ITO, M. (1990). A new physiological concept on cerebellum. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 146, 564-569.

JACOBY, L.L. (1983). Remembering the data: Analysing interactive processes in reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 485-508.

JANOWSKY, J.S., SHIMAMURA, A.P. and SQUIRE, L.R. (1989). Source memory impairment in patients with frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 27(8), 1043-1056.

JONIDES J., SMITH, E.E., KOEPPE, R.A., AWH, E., MINOSHIMA, S. and MINTUN, M.A. (1993). Spatial working memory in humans as revealed by PET. *Nature*, 363, 623-625.

JUST, M.A. and CARPENTER, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individuals differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.

KANE, M. HASHER, L. STOLTZFUZ, E.R., ZACKS, R. and CONNELEY, S.L. (1994). Inhibitory attentional mechanisms and aging. *Psychology and Aging*, 9, 103-112.

KAPUR, N., ELLISON, D., SMITH, M.P., MELELLAN, D.L. and BURROWS, E.H. (1992). Focal retrograde amnesia following bilateral temporal lobe pathology. *Brain*, 115, 73-85.

KIRASIC, K.C., ALLEN, G.L. DOBSONS, H. and BINDER, K.S. (1996). Aging, cognitive resources, and declarative learning. *Psychology and Aging*, 6, 10-18.

KIRASIC, K.C. (1991). Spatial cognition and behavior in young and elderly adults: Implications for learning new environments. *Psychology and Aging*, 6, 10-18.

KNOPMAN, D.S. and NISSEN, M.J. (1991). Procedural learning is impaired in Huntington's disease: from the serial reaction task. *Neuropsychologia*, 29 (3), 245-254.

KOLERS, P.A. (1973). Remembering operations. *Memory & Cognition*, 1, 347-355.

KOSS, E., HAZBY, J.V., DeCARLI, C., SHAPIRO, M.B., FRIENDLAND, R.P. and RAPPORT, S.I. (1991). Patterns of performance preservation and loss in health aging. *Developmental Neuropsychology*, 7, 99-113.

KOUTSTALL, W., SCHACTER, D.L., JOHNSON, M.K. ANGELL, K.E. and GROSS, M.S., (1998). Post-event review in older and younger adults: Improving memory accessibility of complex everyday events. *Psychology and Aging*, 13(2), 227-296.

KUTAS, M. and van PETTEN, C. (1988). ERP studies of language. In Ackles, P.H., Jennings, J.R. e Coles, M.G.H. (Eds.) *Advances in Psychophysiology*. Greenwich, Conn: JAI Press (pp. 139 -188).

LALONDE, R. and BOTEZ, M.I. (1990). The cerebellum and learning processes in animals. *Brain Research Reviews*, 15 (3), 325-332.

LEDOUX, J.E. (1987). Emotion. In Brookhart, J.M. e Mountcastle, V.B. (Eds.). *Handbook of physiology: The nervous system, vol.5: Higher functions of the nervous system*. Bethesda: American Physiological Society (pp. 419-460).

LEDOUX, J.E. (1989). Cognitive-emotional interactions in the brain. *Cognition Emotion*, 3, 267-289.

LEINER, H.C., LEINER, A.L. and DOW, R.S. (1991). The human cerebro-cerebellar system: its computing, cognitive, and language skills. *Behavioural Brain Research*, 44 (2), 113-128.

LEVY, B.A. (1971). Role of the articulation in auditory and visual short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 123-132.

_____ (1995) (Ed). Theory and practice of neuropsychological assesment. In M.D. Lezak. *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press (pp.288 -308).

LIGHT, L.L. and ANDERSON, P.A. (1985). Working-memory capacity, age, and memory for discourse. *Journal of Gerontology*, 40, 737-747.

LIGHT, L.L., SINGH, A. and CAPPS, J.L. (1986). The dissociation of memory and awareness in young and older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8, 62-74.

LIGHT, L.L. and SINGH, A. (1987). Implicit and Explicit Memory In Young and Older Adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 531-541.

LOGIE, R.H. and BADDELEY, A.D. (1987). Cognitive process in counting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 310-326.

MAGAZINER, J., BASSETT, S.S. and HEBEL, J.R. (1987). Predicting performance on the Mini-Mental State Examination. Use of age- and education-specific equations. *Journal of American Geriatric Society*, 35, 996-1000.

MALAMUT, B.L., GRAFF-RADFORD, N., CHAWLUK, J. GROSSMAN, R.I. and GUR, R.C., (1992). Memory in a case of bilateral thalamic infarction. *Neurology*, 42, 163-169.

MARKOWITSCH, H.J., CALABRESE, P., HAUPTS, M., DURWEN, H.F., LIESS, J. and GEHLEN, W. (1993a). Retrograde amnesia after traumatic injury of the temporo-frontal cortex. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 56, 988-992.

MARKOWITSCH , H.J., VON CRAMON, D.Y. and SCHURI, U. (1993b). The amnesic performance profile of a bilateral diencephalic infarct patient with preserved intelligence and severe amnesic disturbances. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*, 15, 627-652.

MEUDELL, P. and MAYES, A. (1981). The clapadete phenomenon: a further example in amnesics, a demonstration of a similar effect in normal people with attenuated memory, and a reinterpretation. *Current Psychological Research*, 1, 75-88.

MILNER, B., CORKIN, S. and TEUBER, H.L. (1968). Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: Fourteen year follow-up study of H.M. *Neuropsychologia*, 6, 215-234.

MILNER, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 127, 272-277.

MISHKIN, M., MALAMUT, B. and BACHEVALIER, J. (1984). Memories and habits: two neural systems. In G. Lurch, , J.L. McGaugh, and N.M. Weingarten, (Eds.). *Neurobiology of learning and memory*. New York: Guilford Press (pp. 65-77).

MITCHELL, D.B. (1989). How many memory systems? Evidence from aging. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(1), 31-49.

MORREL, R.W. AND PARK, D.C. (1993). The effects of age, illustrations and task variables on the performance of procedural assembly tasks. *Psychology and Aging*, 8, 389-399.

MORRIS, C.D. and BADDELEY, A.D. (1988). Primary and working memory functioning in Alzheimer-type dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 19, 279-296.

MORRIS, C.D., BRANSFORD, J.D. and FRANKS, J.J. (1977). Level of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 519-533.

MORRIS, N. and JONES, D.M. (1990). Memory updating in working memory: The role of Central executive. *British Journal of Psychology*, 81,111-121.

MORRIS, N. (1987). Exploring the visuo-spatial scratch pad. *Quartely Journal of Experimental Psychology*, 39A, 409-430.

- MORROW, D., ALTIERI, P. and LIERI, V. (1992). Aging, narrative organization, presentation mode, and referent choice strategies. *Experimental Aging Research*, 18, 75-84.
- MOSCOVITCH, M. and WINCOUR, G. (1992). The neuropsychology of memory and aging. In F.I.M. Craik and T.A. Salthouse (Eds.). *The Handbook of Aging and Cognition*. Hillsdale: Erlbaum.
- MURRAY, D.J. (1968). Articulation and acoustic confusability in short-term memory. *Journal of Experimental Psychology*, 78, 679-684.
- NAVEH-BENJAMIN, M., and AYRES, T.J. (1986). Digit span, reading rate, and linguistic relativity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38, 739-751.
- NAVEH-BENJAMIN, M., CRAIK, F.I.M., GUEZ, J. and DORI, H. (1998). Effects of divided attention on encoding and retrieval process in human memory: Further support for an asymmetry. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1021-1032.
- NAVON, D. and GOPHER, D. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86, 214-255.
- NORMAN D.A. and SHALLICE, T. (1980). *Attention to action. Willed and automatic control of behavior*. University of California, San Diego: Chip Report 99.
- NORMAN, S., KEMPER, S. and KYNETTE, D. (1992). Adult reading comprehension: Effects of syntactic complexity and working memory. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 47, 258-265.
- PAKKENBERG, B. and GUNDENSEN, H.J. (1997). Neocortical neuron number in humans: effect of sex and age. *Journal of Comparative Neurology*, 384(2), 312-320.
- PALLER, K.A. (1990). Recall and stem-completion priming have different electrophysiological correlates and are modified differently by direct forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1021-1032.
- PARK, D.C., SMITH, A.D., LAUTENSCHLAGER, G., EARLES, J.L., FRIESK, D. ZWAHR, M. and GAINES, C.L., 1996. Mediators of long-term memory performance across the life span. *Psychology of Aging*, 11(4), 621-637.

PARKIN, A.J. and WALTER, B.M. (1992). Recollective experience, normal aging, and frontal dysfunction. *Psychology of Aging*, 7, 290-298.

PASCUAL-LEONE, A., GRAFMAN, J., CLARK, K., STEWARD, W., MASSAQUOI, S., LOW, J.S. and HALLETT, M. (1993). Procedural learning in Parkinson's disease and cerebellar degeneration. *Annals of Neurology*, 34, 594-602.

PAULESU, E., FRITH, C.D. and FRACKOWIAK, S.J. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 363, 342-345.

PEPIN, E.P. and AURAY-PEPIN, L. (1993). Selective dorso-lateral frontal lobe dysfunction associated with diencephalic amnesia. *Neurology*, 43, 733-741.

PERRET, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia*, 12(3), 323-330.

PETERSON, L.R. and PETERSON, M.J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.

PHILLIPS, L.H. and FORSHAW, M.J. (1998). The role of working memory in age differences in reasoning. In R.H. Logie, e Gilhooly, (Eds.) *Working memory and thinking*. Hove:Psychology Press (p.23-44).

POON, L.N. (1985). Differences in human memory with aging: Nature, causes, and clinical implications. In J.E. Birren and K.W. Schaie (Eds.). *Handbook of the Psychology of Aging*. New York: Van Nostrand Reinhold.

PRESS, G.A., AMARAL, D.G. and SQUIRE, L.R. (1989). Hippocampal abnormalities in amnesic patients revealed by high-resolution magnetic resonance imaging. *Nature*, 341, 54-57.

PRIBRAM, K.H. (1986). The hippocampal system and recombinant processing. In Isaacson, R.L. e Pribram, K.H. (Eds.). *The Hippocampus*. New York: Plenum Press, 4, 329-370.

ROGERS, W.A., FISK, A.D. and HERTZOG, C. (1994). Do ability-performance relationships differentiate age and practice effects in visual search? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(3), 710-738.

ROLAND, P.E. (1993). *Brain Activation*. New York: Wiley.

RUGG, M.D. and DOYLE, M.C. (1992). Event-related potentials and recognition memory for low-frequency and high-frequency words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 69-79.

RUGG, M.D. and DOYLE, M.C. (1994). Event-related potentials and stimulus repetition in direct and indirect tests of memory. In H. Heinze, T. Munte and G.R. Mangum (Eds.). *Cognitive electrophysiology*. Boston, Birkhauser (pp.124-148).

RUGG, M.D. (1995). Event-related potential studies of human memory. In M.S. Gazzaniga (Ed.). *The cognitive neurosciences*. Cambridge: A Bradford Book (pp.789-801).

SAINT-CYR, J., TAYLOR, A.E. and LANG, A.E. (1988). Procedural learning and neostriatal dysfunction in man. *Brain*, *111*, 941-959.

SALTHOUSE, T.A. and BABCOCK, R.L. (1991). Decomposing adult age differences in working memory. *Developmental Psychology*, *27*, 763-776.

SALTHOUSE, T. and COON, V.E. (1994). Interpretation of differential deficits: The case of aging e mental arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*, 1172-1182.

SALTHOUSE, T.A. and MEINZ, E.J. (1995). Aging, inhibition, working memory, and speed. *Journal of Gerontology*, *50B*, P297-P306.

SALTHOUSE, T.A., MITCHELL, D.R.D., SKOVRONEK, E. and BABCOCK, R.L. (1989). Effects of adult age and working memory on reasoning and spatial abilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *15*, 507-516.

SALTHOUSE, T.A., FRISTOE, N.M., LINEWEAVER, T.T., and COON, V.E. (1995). Aging of attention: Does the ability to divide decline? *Memory & Cognition*, *23*, 59-71.

SALTHOUSE, T.A. (1985). Speed of behavior and its implications for cognition. In J.E. Birren and K.W. Schaie (Eds.). *Handbook of the Psychology of Aging*. New York: Van Nostrand Reinhold.

SALTHOUSE, T.A. (1988). Initiating the formalization of theories of cognitive aging. *Psychology and Aging*, *3*(1), 3-16.

SALTHOUSE, T.A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, *10*, 101-124.

SALTHOUSE, T.A. (1991). Mediation of adult age differences in cognition by reductions in working memory and speed of processing. *Psychological Science*, *2*, 179-183.

SALTHOUSE, T.A. (1992). Working-memory mediation of adult age differences in integrative reasoning. *Memory & Cognition*, 20(4), 413-423.

SALTHOUSE, T.A. (1992a). Influence of processing speed on adult age differences in working memory. *Acta Psychologica*, 79, 155-170.

SALTHOUSE, T.A., 1994. Age-related differences in basic cognitive process: implications for work. *Experimental Aging Research*, 20, 249-255.

SALTHOUSE, T.A. (1995a). Selective influences of age and speed on associative memory. *American Journal of Psychology*, 108(3), 381-396.

SALTHOUSE, T.A. (1996). General and specific speed mediation of adult age differences in memory. *Journal of Gerontology B. Sci. Soc Sci*, 51(6), 1185-1191.

SANDSON, T.A., DAFFNER, K.R., CARVALHO, P.A. and MESULAM, M.M. (1991). Frontal lobe dysfunction following infarction of the left-sided medial thalamus. *Archives of Neurology*, 48, 1300-1303.

SCARBOROUGH, D.L., CORTESE, C. and SCARBOROUGH, H.J. (1977). Frequency and repetition effects in lexical memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception*, 3, 1-17.

SCHACTER, D.L., CHIU, C.Y.P. and OCHSNER, K.N. (1993). Implicit memory: A selective review. *Annual Review of Neuroscience*, 16, 159-182.

SCHACTER, D.L. (1987). Implicit memory: history and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 501-518.

SCHACTER, D.L. (1995). Implicit memory: A new frontier in cognitive neuroscience. In M.S Gazzaniga, (Ed.). *The cognitive neurosciences*. Cambridge: A Bradford Book (p.815-824).

SCHAIE, K.W. and WILLIS, S.L. (1993). Age differences patterns of psychometric intelligence in adulthood: Generalization within and across ability domains. *Psychology and Aging*, 8, 44-55.

_____ (1996). Learning and memory: Acquiring and retaining information. In K. W. Schaie and S.L. Willis. *Adult Development and Aging*. New York: HarperCollins Publishers (pp.326 -359).

- SHALLICE, T. and BURGUESS, P.N. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114(pt2), 727-741.
- SHALLICE, T. and WARRINGTON, E.K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 261-273.
- SHALLICE, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London, B*, 298, 199-209.
- SHALLICE, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SHIFFRIN, R.M. and SCHNEIDER, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- SCHMAHMANN, J.D. (1991). An emerging concept. The cerebellar contribution to higher function. *Archives of Neurology*, 48(11), 1178-1187.
- SCHNEIDER, W. (1985). Toward a model of attention and the development of automaticity. In M. Posner and O.S. Marin (Eds). *Attention and Performance XI*. Hillsdale, NJ: Erlbaum (pp. 475-492).
- SCOVILLE, W.B. and MILNER, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 20, 11-21.
- SEITZ, R.J., BOHM, C., GREITZ, T., ROLAND, P.E., ERIKSSON, L., BLOMQUIST, G., ROSENQVIST, G. and NORDELL, B. (1990a). Accuracy and precision of the computerized brain atlas programme for localization and quantification in positron emission tomography. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 10, 443-457.
- SEITZ, R.J., ROLAND, E., BOHM, C. and GREITZ, T., (1990b). Motor learning in man: a positron emission tomographic study. *Neuroreport: An international Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience*, 1(1), 57-60.
- SMITH, A. (1996). Memory. In J.E. Birren and K.W. Schaie (Ed.). *Handbook of psychology of aging*. San Diego; Academic Press.

SMITH, M.E. and HALGREN, E. (1989). Dissociation of recognition memory components following temporal lobe lesions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 50-60.

SMITH, M.E. (1993). Neurophysiological manifestations of recollective experience during recognition memory judgements. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 5, 1-13.

SQUIRE, L.R., OJEMANN, J.G., MIEZIN, F.M., PETERSEN, S.E., VIDEEN, T.O. and RAICHLE, M.E. (1992). Activation of the hippocampus in normal humans: A functional anatomical study of memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 89, 1837-1841.

SQUIRE, L.R., HAIST, F. and SHIMAMURA, A.P. (1989). The neurology of memory: Quantitative assessment of retrograde amnesia in two groups of amnesic patients. *Journal of Neuroscience*, 9, 828-839.

SQUIRE, L.R. and KNOWLTON, B.J. (1995). Memory, hippocampus, and brain systems. In M.S. Gazzaniga (Ed.). *The cognitive neurosciences*. Cambridge, A Bradford Book (pp. 825-837).

SQUIRE, L.R. E ZOLA-MORGAN, S. (1991). The medial temporal lobe memory system. *Science*, 253 (5026), 1380-1386.

SQUIRE, L.R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 99, 195-231.

STECKLER, T. and MUIR, J.L. (1996). Measurement of cognitive function: relating rodent performance with human minds. *Cognitive Brain Research*, 3, 299-308.

STILLHARD, G., LANDIS, T., SCHIESS, R., REGARD, M. and SIALER, G. (1990). Bitemporal hypoperfusion in transient global amnesia: 99m-HM-PAO SPECT and neuropsychological findings during and after an attack. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 53, 339-342.

STOLTZFUS, E.R., HASHER, L., ZACKS, R.T., ULIVI, M.S. and GOLDSTEIN, D. (1993). Investigations of inhibition and transference in younger and older adults. *Journal of Gerontology*, 48, 179-188.

STOLTZFUS, E.R., HASHER, L., ZACKS, R.T. (1996). Working memory and aging: Current status of the inhibitory view. In J.T.E. Richardson, R.W. Engle, L. Hasher, R.H. Logie, E.R. Stoltzfus and R.T. Zacks (Eds.). *Working Memory and human Cognition*. New York: Oxford University Press (pp. 66-88).

SUGAR, J.A. and McDOWD, J.M. (1992). Memory, learning and attention. In J.E. Birren, R.B. Sloane and G.D. Cohen (Eds.). *Handbook of Mental Health and Aging*. San Diego: Academic Press.

THOMPSON, R.F. (1990). Neural mechanisms of classical conditioning in mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Biol.)*, 329, 161-170.

TULVING, E. and SCHACTER, D.L. (1992). Priming and memory systems. In G. Adelman and B.H. Smith (Eds.). *Neuroscience Year: Supplement to the Encyclopedia of Neuroscience*. Cambridge: Mass., Birkhauser (pp. 130-133).

TULVING, E. and THOMPSON, D.M. (1973). Encoding specificity and retrieval processing in episodic memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.

TULVING, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving and W. Donaldson (Eds.). *Organization of memory*. New York: Academic Press (pp. 381-403).

TULVING, E. (1995). Organization of memory: Quo Vadis? In M.S. Gazzaniga (Ed.). *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: A Bradford Book (pp. 839-847).

VALLAR, G. and SHALLICE, T. (1990). (Eds.). *Neuropsychological impairments of short-term memory*. Cambridge: Cambridge University Press.

VAN DER LINDEN, M., BREGART, S. and BEERTON, A. (1994). Age-related differences in updating working memory. *British Journal of Psychology*, 85, 145-152.

_____ (1994). Theories and concepts of attention. In A.H. van Zomeren and W.H. Brouwer (Eds.). *Clinical Neuropsychology of Attention*. New York: Oxford University Press.

VERHAEGHEN, P. MARCOEN, A. and GOSENS, L. (1993). Facts and fiction about memory aging: a quantitative integration of research findings. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 48, P157-P171.

von CRAMON, D.Y. and SCHURI, U. (1992). The septo-hippocamal pathways and their relevance to human memory: A case report. *Cortex*, 28, 411-422.

von CRAMON, D.Y., MARKOWITSCH, H.J. and SCHURI, U. (1993). The possible contribution of the septal region to memory. *Neuropsychologia*, 31, 1159-1180.

WARRINGTON, E.K. and WEISKRANTZ, L. (1982). Amnesia: a disconnection syndrom? *Neuropsychologia*, 17, 187-194.

WICKENS, C.D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman and R. Davies (Eds.). *Varieties of Attention*. New York: Academic Press(pp. 63-101).

XAVIER, G.F. (1993). A modularidade da memória. *Psicologia USP*, 4(1-2), 61-115.

ZABRUCKY, K. and MOORE, D. (1995). Elaborations in adults text recall: relations to working memory and text recall. *Experimental Aging Research*, 21(2), 143-158.

ZACKS R. and HASHER, L. (1997). Cognitive gerontology and attentional inhibition: a replay to Burk and McDowd. *Journal of Gerontol. B. Psychol. Sci. Sco.Sci.*, 52(6), P274-283.

ZOLA-MORGAN, S., SQUIRE, L.R.and AMARAL, D.G. (1986). Human amnesia and the medial temporal region: enduring memory impairment following a bilateral lesion limited to field CA1 of the hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 6(10), 2950-2967.

ZOLA-MORGAN, S., SQUIRE, L.R. and MISHKIN, M. (1982). The neuroanatomy of amnesia: amygdala-hippocampus versus temporal stem. *Science*, 218 (4579), 1337-1339.