

Envelhecimento Cognitivo: principais mecanismos explicativos e suas limitações*

Cognitive Aging: main explicative mechanisms and it's limitations

Maria Vânia Rocha da Silva Nunes**

Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Católica Portuguesa.

Resumo

Apresenta-se uma síntese* baseada numa intensa pesquisa de literatura sobre envelhecimento cognitivo. A informação recolhida baseou-se fundamentalmente em análises de artigos de revistas científicas internacionais bem como de livros de referência sobre o tema em análise. Começando com uma definição de envelhecimento cognitivo, é feita de seguida uma breve introdução à discussão sobre a influência do envelhecimento no funcionamento cognitivo, sendo em seguida discutidos em detalhe os mecanismos cognitivos que são usualmente utilizados para tentar explicar essa influência. São discutidos quatro mecanismos: 1. A diminuição da velocidade de processamento; 2. O declínio da memória de trabalho; 3 O declínio da função inibitória; 4. O declínio da função sensorial. Para cada um destes mecanismos é feita uma análise crítica da sua capacidade explicativa, bem como das suas limitações. O artigo finaliza com uma breve discussão geral relativamente aos mecanismos cognitivos analisados.

Palavras-chave: Envelhecimento Cognitivo, velocidade de processamento, função inibitória, memória de trabalho, declínio da função sensorial. ❧❧

1. Envelhecimento Cognitivo

É usual considerarmos que o envelhecimento acarreta défices e perdas ao nível cognitivo e comportamental. Esta perspectiva, não só é intuitiva, como é reforçada por inúmeros resultados obtidos pela investigação. Nas últimas décadas os psicólogos, nomeadamente os psicólogos cognitivos, têm documentado amplamente declínios em diferentes funções cognitivas que permitem confirmar que existe um

Abstract

This paper presents a synthesis based on an intense research of literature about cognitive aging. The gathered information was mainly based in scientific papers from journals with peer review as well as in reference books about the subject. Starting by defining cognitive aging, and briefly discussing the effects of aging in cognitive function, this review then presents a detailed critical analysis of the cognitive mechanisms that are usually used to explain the effects of aging in cognition. Four mechanisms are discussed. 1 Decrease of processing speed; 2. Working memory decline; 3. Inhibitory function decline; 4. Sensory Functioning decline. To each of these mechanisms a critical analysis of the mechanisms strengths and limitations is made. This review ends with a brief general discussion.*

Keywords: Cognitive Aging, Processing speed; Inhibitory functioning; working Memory, Sensory function decline. ❧❧

impacto significativo da idade no funcionamento cognitivo.

Mas de que falamos quando falamos de envelhecimento cognitivo? A cognição não diz respeito a um processo único, mas a um conjunto de desempenhos e comportamentos em tarefas de laboratório ou em tarefas do dia-a-dia. Sejam quais forem, emanam da actividade de um cérebro em funcionamento revelando-se em *performances* e manifestações observáveis quer do ponto de vista qualitativo quer

* Artigo de revisão realizado no âmbito do Doutoramento em Ciências Biomédicas defendida na Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

** mnunes@ics.lisboa.ucp.pt

do ponto de vista quantitativo (Dixon & Nilsson, 2004). Já o processo de envelhecimento em si implica a noção de que existem transformações ao longo da vida adulta. Nesta perspectiva o envelhecimento cognitivo diz respeito às mudanças que ocorrem nas funções cognitivas ao longo da vida. No aspecto meramente teórico, a noção de envelhecimento cognitivo não determina forçosamente o sentido da mudança. No entanto, o sentido que se encontra na grande maioria da imensa literatura publicada, ainda que não de forma totalmente universal é, naturalmente, o da perda ou declínio (cf. Craik e Salthouse, 2000).

2. Envelhecimento ou Envelhecimentos?

À semelhança do que acontece relativamente ao envelhecimento cerebral, também ao nível do envelhecimento cognitivo se tem discutido a questão relativa à universalidade do impacto do envelhecimento e, apesar de a literatura indicar a existência de declínios associados à idade em múltiplas funções cognitivas, a verdade é que a magnitude desses declínios não é idêntica para todas as tarefas nem em todas as funções. Se pensarmos que qualquer comportamento ou desempenho é a expressão do funcionamento cerebral, e se considerarmos que o envelhecimento cerebral não afecta igualmente todas as estruturas, é mais fácil compreendermos este padrão.

A noção de que existem tipos de funções cognitivas com características essenciais distintas e que são diferencialmente vulneráveis ao processo de envelhecimento, existe pelo menos desde os anos 20 do século XX, ainda que não necessariamente com uma formulação tão explícita. De facto, vários trabalhos clássicos demonstram diferentes padrões de resultados em diversas tarefas cognitivas. Quando comparamos as *performances* de jovens com as de idosos, embora usando diferentes terminologias para classificar esta distinção, é possível distinguirmos com relativa clareza capacidades cognitivas que declinam com a idade e capacidades cognitivas que se mantêm estáveis (Salthouse, 2000).

Para Salthouse (2000) a distinção a ser feita é entre *processo* e *produto*, entendendo como *processo* a eficiência ou eficácia do processamento, na altura em que é feita a avaliação, e como *produto* a acumulação dos resultados dos processamentos realizados no passado. Assim, o processo seria o tipo de cognição que reflecte a capacidade de resolver problemas novos e para transformar e manipular

materiais familiares e o produto cognitivo consistiria em várias formas de conhecimento adquirido. Os processos são usualmente avaliados com tarefas desenhadas para terem o mínimo de influência de conhecimentos prévios, ou utilizando material sem significado, em diversos tipos de tarefas, nomeadamente recordação livre entre outras. Os produtos são tipicamente avaliados com variáveis que requerem conhecimento adquirido, ou que beneficiam da experiência acumulada por ex. provas de vocabulário ou de conhecimento. De uma forma geral é possível verificar uma maior consistência no declínio dos processos com a idade, do que no declínio dos produtos. E, embora estejamos longe de saber o *porquê* destas diferenças e da influência da idade nos produtos, nos processos e no resultado da sua interação, a verdade é que têm sido propostas diferentes teorias para explicar os principais resultados em termos do declínio cognitivo.

3. Que mecanismos para explicar o Envelhecimento Cognitivo?

Muito mais significativa do que a constatação das diferenças, tem sido o esforço feito na tentativa de identificar quais os mecanismos cognitivos fundamentais que subjazem aos défices associados à idade que encontramos em diversas tarefas.

Um aspecto comum a todos os mecanismos propostos é referirem-se de alguma forma, a índices dos recursos cognitivos que estão disponíveis para fazer face a uma dada situação. Entendem-se estes recursos cognitivos como preditores do sucesso dos desempenhos, uma espécie de reserva de energia mental que vai diminuindo com a idade (Park, 2000). Nesta perspectiva, seria por isso que as diferenças associadas à idade, seriam mais evidentes em tarefas que requerem processamento cognitivo activo (*grosso modo* processos) do que naquelas que se baseiam no conhecimento acerca do mundo (*grosso modo* produtos). Há no entanto que reconhecer que, embora esta ideia seja relativamente intuitiva e fácil de apreender empiricamente (i.e. de que à medida que a idade avança há uma diminuição dos recursos disponíveis que torna mais difícil o desempenho de determinadas tarefas), as conceptualizações relativas à natureza desta energia mental e aos mecanismos que determinam a sua diminuição, são mais difíceis de apreender e não estão ainda satisfatoriamente clarificados.

Podemos considerar que, no seio da psicologia cognitiva têm sido propostos fundamentalmente

quatro mecanismos para explicar as diferenças de processamento cognitivo associadas à idade: diminuição da velocidade de processamento, memória de trabalho, função inibitória e função sensorial (embora esta divisão não seja linear, e alguns autores discutam, por exemplo, a função inibitória no âmbito da memória de trabalho).

3.1. Diminuição da Velocidade de Processamento

Uma das teorias mais importantes sobre envelhecimento cognitivo foi proposta por Salthouse (1996). Este autor sugere que o mecanismo fundamental que explica a variância relacionada com a idade na performance é a diminuição da velocidade de processamento i.e., da velocidade com que desempenhamos as operações mentais. Este mecanismo de diminuição da velocidade de processamento assume que, à idade avançada está associada a uma diminuição da velocidade com que muitas operações cognitivas são executadas. Nesta proposta é esta redução da velocidade de processamento que leva a défices no funcionamento cognitivo.

Este autor propõe ainda a existência de dois mecanismos através dos quais a velocidade de processamento se relaciona com a cognição: O mecanismo do tempo limitado, que diz que o tempo para desempenhar as operações cognitivas tardias é restringido pelo tempo que se demorou a executar as primeiras operações, e o mecanismo da simultaneidade que sugere que os produtos de um processamento inicial podem ser perdidos quando o processamento final é completo. Desta forma, com a diminuição da velocidade de processamento, a performance cognitiva degrada-se porque pode não haver tempo suficiente para desempenhar operações relevantes (tempo limitado) e porque os produtos do processamento precoce podem já não estar disponíveis quando aspectos mais tardios de processamento são feitos (simultaneidade).

Este autor demonstrou que grande parte da variância relacionada com a idade em diferentes tarefas cognitivas pode ser explicada pela velocidade com que as pessoas fazem comparações em tarefas de decisão perceptiva (ex. tarefas de papel e lápis e decisão igual/diferente, sendo avaliado o número de comparações correctas num determinado período de tempo que variava entre 1 e 3 minutos).

Para além deste aspecto, alguns trabalhos anteriores tinham demonstrado que, se fizermos controlo estatístico de simples medidas de velocidade de reacção ou de velocidade perceptiva, há uma dimi-

nuição notória do efeito da idade mesmo em tarefas cognitivamente complexas (Salthouse, 1994). Neste trabalho, procurando elucidar os mecanismos através dos quais a velocidade de processamento contribui para explicar as relações entre o envelhecimento e a aprendizagem associativa, o autor conclui que o envelhecimento surge relacionado com uma diminuição da aprendizagem associativa, fundamentalmente devido a uma incapacidade de reter informação acerca de respostas correctas prévias. Por sua vez, isto estaria associado com a eficácia do processo de codificação da informação brevemente apresentada na tarefa de memória associativa. Por isso, este autor sugere que a diminuição na velocidade de processamento leva a uma menor eficácia na codificação ou elaboração, o que resulta numa representação mais frágil que é facilmente perturbada pelo processamento subsequente.

Como salientam Nyberg e Backman (2004), a noção de que o envelhecimento tem um efeito disruptivo em tarefas muito básicas, e de que este efeito pode estar relacionado com tarefas de um nível cognitivo mais elevado, é contrária aos resultados experimentais. De facto a maior parte dos estudos comportamentais mostram que as diferenças associadas à idade são especialmente evidentes quando as tarefas têm cargas executivas elevadas. Para além disso, quando tomamos em consideração os estudos relativos ao envelhecimento cerebral verificamos que o córtex pré-frontal, em termos volumétricos, é uma das áreas mais afectadas pelo envelhecimento. Assim, pode parecer não haver justificação para que as diferenças associadas à idade ocorram em tarefas de baixo nível.

Uma hipótese que surge na literatura é que, com a idade, as pessoas precisem de recrutar mais recursos para lidarem com a carga executiva adicional em tarefas que, anteriormente, conseguiriam realizar sem esforço. Seria este recrutamento adicional de recursos que aumentaria o tempo de processamento necessário. Esta proposta permitiria compatibilizar a perspectiva da diminuição da velocidade de processamento com uma perspectiva frontal do envelhecimento, mas esta conciliação está longe de ser clara.

Assim, relativamente à teoria do declínio na velocidade de processamento, um aspecto importante é que, segundo o seu autor, os seus efeitos são globais e têm impacto em todos os aspectos da cognição, mesmo em tarefas em que este aspecto não é óbvio. Considerando que a velocidade da transmissão neuronal depende das propriedades

estruturais das fibras de ligação, incluindo diâmetro axonal, integridade da bainha de mielina etc. (Aboitiz et al. 1992), mesmo que considerássemos que a velocidade de processamento cognitivo assentava na velocidade de processamento neural (o que não é de forma alguma uma assumpção linear), sabemos também que, em termos do declínio da substância branca, este não é uniforme.

Um outro aspecto é que, na área da velocidade de processamento, é possível encontrarmos algumas dificuldades em termos de definição do constructo. De facto, embora o autor considere que as tarefas utilizadas para avaliar a velocidade de processamento tenham de ser relativamente simples, para que as diferenças encontradas sejam atribuídas à velocidade com que desempenhamos operações relevantes e não a outros factores, nomeadamente ao conhecimento acumulado, a verdade é que a escolha das tarefas para avaliação do constructo não é linear. O autor avança alguns exemplos de tarefas que não são adequadas para avaliação do constructo, nomeadamente tarefas de decisão lexical em que intervêm, pelo menos, capacidades verbais. No entanto, mesmo para tarefas que parecem adequadas para avaliação do constructo da velocidade de processamento, como sejam as tarefas de substituição dígitos/símbolos, não é linear que estejam a ser avaliadas só operações fundamentais. De facto, com um elevado número de participantes, todos envolvidos em estudos mais alargados de envelhecimento, com idades compreendidas entre os 49 e os 95 anos, foram encontrados resultados que demonstram que o desempenho nestas tarefas é influenciado pela prática e pela aprendizagem do código (Piccinin e Rabbitt, 1999). Como vimos, a variância no desempenho que se encontra nestas provas de substituição levou à conclusão de que o declínio é devido à diminuição da velocidade de processamento associada à idade. No entanto para estes autores, embora seja uma tarefa relativamente fácil, que pode ser executada sem dificuldade quando é dado tempo suficiente, a verdade é que não se trata de uma medida pura de velocidade de processamento, tendo concluído que a velocidade dos desempenhos está primariamente relacionada com a memória e não com a velocidade perceptiva.

Esta dificuldade na definição das variáveis que se assume, avaliam ou reflectem a velocidade de processamento, foi também identificada por Salthouse (2000a). No entanto, na opinião do autor, os métodos de análise que permitem isolar a variância especificamente relacionada com a idade, têm indicado

que muitos dos efeitos relacionados com a idade nas variáveis de velocidade de processamento são partilhados com os efeitos da idade noutras variáveis.

Trabalhos recentes, com paradigmas experimentais melhor definidos, e comparando especificamente a teoria da velocidade de processamento e a hipótese frontal do envelhecimento (contraditórias apesar de, como vimos, serem levantadas hipóteses para a sua conciliação) parecem continuar esta polémica. Alguns estudos indicam que o efeito da idade em algumas tarefas de memória é determinado pela integridade do lobo frontal, tal como avaliada em provas de função executiva, e não pela diminuição da velocidade de processamento (Bugajska et al. 2007) e outros, embora com condições experimentais ligeiramente diferentes, a parecerem indicar o contrário (Bunce & Macready, 2005).

Embora esta proposta teórica tenha sido muito influente na literatura sobre envelhecimento, tem vindo progressivamente a perder importância. Para além disso, e tratando-se de um constructo lato, torna-se questionável se pode ser considerado um mecanismo de envelhecimento cognitivo propriamente dito. Por exemplo alguns autores consideram que o maior declínio que os idosos demonstram ao nível da compreensão do discurso à medida que a taxa de débito do discurso aumenta, e que era usualmente atribuído a uma diminuição da velocidade de processamento cognitivo, pode na prática ser atribuído a uma incapacidade do sistema auditivo de lidar com a degradação do estímulo resultante da manipulação experimental (Schneider, Daneman & Murphy, 2005).

3.2. Declínio da memória de trabalho

Um outro mecanismo que tem sido proposto para explicar o envelhecimento cognitivo é o declínio da memória de trabalho. A memória de trabalho é um conceito que, desde a sua formulação nos anos setenta (Baddeley e Hitch, 1974), se constituiu como um quadro teórico extremamente profícuo, tendo tido um enorme impacto não só ao nível do estudo da memória (Baddeley, 1990) mas também ao nível do estudo da cognição (Baddeley, 2000).

Sinteticamente, o esquema de memória de trabalho, proposto por Baddeley inclui armazéns de memória de curto prazo (de natureza visual e fonológica), processos de ensaio da informação que mantém a informação disponível, e processos executivos que permitem trabalhar com a informação que está armazenada. Até à actualidade foram já publicados

milhares de artigos recorrendo à utilização do conceito de memória de trabalho.

Como salientam Reuter Lorenz e Sylvester (2005) a memória de trabalho é um constructo que se coaduna com a nossa experiência pessoal. As suas palavras, relacionam de forma muito clara os diferentes componentes deste sistema “*Introspection reveals a kind of mental workspace in which our current thoughts (information) can be maintained (rehearsed) in the fore. We sense that we accomplish this with inner speech (the phonological loop) or mental images (the visuospatial sketchpad). We can hold in mind this limited amount of information and discard it once our goal is completed (short term memory). We can also reorganize, sort through, or otherwise work with the briefly retained information (executive processes)*” (pág. 186).

Apesar desta clareza, a explicação do funcionamento e da arquitectura da memória de trabalho, nomeadamente no que diz respeito à natureza da relação entre executivo central e funcionamento cognitivo, tem-se revelado de grande complexidade, tendo aparecido associada a uma grande variedade de funções cognitivas. São múltiplas as tarefas nas quais as diferenças em termos da memória de trabalho se traduzem em diferentes desempenhos. Por exemplo, na literatura desenvolvimentista é um constructo que, sobretudo na sua componente fonológica, aparece amplamente discutido na sua relação quer com o desenvolvimento da linguagem (Gathercole & Baddeley, 1993) quer com dificuldades de aprendizagem (Gathercole et al., 2006).

Os componentes do modelo têm sido amplamente validados pela investigação. Após décadas de investigação, foi considerada a introdução de mais um armazém, referente a um *buffer* episódico (Baddeley, 2000a). Este componente serviria como uma interface entre os diferentes sistemas subsidiários e a memória de longo prazo, permitindo integrar algumas críticas relativas à falta de ligação entre o conceito de memória de trabalho e outros elementos de extrema importância na organização do sistema mnésico, concretamente da memória de longo prazo. Trata-se de facto de um constructo muito profícuo, continuando a vislumbrar-se perspectivas para o seu desenvolvimento.

Assumindo esta importância para diversos aspectos da arquitectura do sistema cognitivo, inclusivamente em termos desenvolvimentistas, não é surpreendente que tenham sido encontradas diferenças associadas ao envelhecimento normal no funcionamento da memória de trabalho. Nomeadamente na sua compo-

nente de funcionamento executivo, estas diferenças têm sido consideradas determinantes para declínios mais gerais na *performance* cognitiva, associados à idade.

Uma perspectiva importante que liga o envelhecimento cognitivo à memória de trabalho, sugere que os idosos têm maior dificuldade em realizar o que chamam de “processamento auto-iniciado”. Como refere Park (2000), o que nesta proposta é designado por recursos de processamento, é melhor avaliado por tarefas de memória de trabalho, considerando que as tarefas de memória de trabalho são as que, a cada instante, nos permitem processar informação, podendo envolver armazenamento, recuperação e transformação da informação.

De uma forma geral, podemos distinguir na literatura sobre a memória de trabalho, um grupo de tarefas que envolvem apenas armazenamento e manutenção da informação (e que se pensa medirem a memória de curto prazo), e um grupo de tarefas em que é enfatizada a componente de processamento e manipulação do material armazenado (e que se pensa serem as que servem para medir a componente executiva da memória de trabalho).

No entanto, e à semelhança do que discutimos para a velocidade de processamento, o estado do constructo muda ao longo do tempo, não só em função da acumulação de conhecimento empírico, mas também como consequência da alteração no interesse que existe nos próprios constructos. Concretamente a relação entre memória de trabalho e memória de curto prazo (e as medidas adequadas para cada uma delas) tem sido objecto de alguma controvérsia. O *digit span* directo foi durante algum tempo considerado uma boa medida de memória de curto prazo que avaliava sobretudo armazenamento de informação. O *digit span* inverso foi considerado uma boa medida de memória de trabalho, porque para a realização da tarefa é necessário quer armazenamento quer manipulação do material, para se ser capaz de se reverter os dígitos durante a recuperação. No entanto, tem havido uma tendência para considerar o *digit span* inverso também como uma medida de memória de curto prazo e não de memória de trabalho, e para estabelecer uma diferença clara entre memória de curto prazo e memória de trabalho.

Existem outras medidas alternativas para a avaliação da memória de trabalho, mais complexas em termos da carga executiva que contêm, e que enfatizam o aspecto relativo ao processamento da informação, como o *reading span* (Daneman e

Carpenter, 1980), em que é pedido aos sujeitos que ouçam um conjunto de frases e que se lembrem da palavra final de cada uma das frases, para além disso, simultaneamente, têm de prestar atenção ao significado de cada frase porque a compreensão também é testada. O *span* de memória de trabalho é definido pelo número de palavras finais lembradas.

De qualquer forma, na literatura sobre envelhecimento e memória de trabalho não existem dúvidas que parece haver uma diferença clara do efeito da idade no declínio das tarefas que implicam apenas armazenamento e manutenção da informação, das tarefas que implicam, para além disso, manipulação e processamento. Concretamente, a idade parece poupar o desempenho no primeiro tipo de tarefas, e ter um efeito significativo nas tarefas que implicam processos mais executivos.

Comparando duzentos e vinte e oito voluntários, com idades compreendidas entre os 30 e os 99, em tarefas de *digit span* directo, *digit span* inverso, e outras tarefas em que o nível de manipulação activa da informação era sucessivamente aumentado, verificou-se que nas tarefas mais passivas se obtêm diferenças ligeiras entre os jovens e idosos, mas para as tarefas com exigências de manipulação activa se encontraram declínios muito significativos, sobretudo a partir dos sessenta anos (Dobbs & Rule, 1989). Considerando apenas os resultados comportamentais, podemos pensar que estamos perante dois tipos distintos de memória, o que, como vimos, não é linear no enquadramento teórico do modelo de memória de trabalho.

Para alguns autores, a forma como a memória de trabalho deve ser concebida no âmbito do envelhecimento mnésico não deve ser pensada de uma forma apenas ligada ao constructo *per se*, mas mais relacionada com as diferentes exigências das tarefas nas componentes de armazenamento e manipulação. Nesta perspectiva, constatando evidentemente a maior riqueza do constructo da memória de trabalho, relativamente ao conceito de memória de curto prazo (muito semelhante ao de memória primária) não faz sentido considerá-los duas entidades separadas, mas sim como partes de um *continuum* passivo-activo (ver Craik, 2000). Nesta perspectiva as tarefas consideradas passivas (por ex. recordação de uma lista de números) estariam num extremo, e tarefas que requerem muita manipulação e transformações estariam no outro extremo do *continuum*.

Para além disso, como salientam Reuter Lorenz e Silvester (2005), os argumentos para distinguir entre estes dois tipos de memória, de curto prazo

e de trabalho, são fundamentalmente argumentos comportamentais. Na perspectiva destes autores, à luz dos dados da neuroimagiologia, existem razões para pensar que não estamos efectivamente perante dois tipos diferentes de memória, considerando que todas as tarefas que exigem o armazenamento de curto prazo, *on-line*, de quantidades limitadas de informação são medidas de memória de trabalho, com a diferença existindo apenas nas exigências que são colocadas às operações de processamento executivo.

Assim, na literatura sobre envelhecimento cognitivo, medimos usualmente a memória de trabalho pedindo aos sujeitos para armazenar e processar informação simultaneamente, sendo uma descoberta sólida a de que, quanto maior a complexidade da tarefa, maiores as diferenças associadas à idade. Relativamente às tarefas que avaliam a memória de trabalho parece haver uma concordância no sentido de que, quanto maior é a carga executiva maior o declínio nas performances associado à idade.

A fortalecer esta interpretação estão alguns resultados que mostram diferenças significativas de desempenho associadas à idade em tarefas, que quase sem exigências ao nível do armazenamento, são usualmente utilizadas como testes de funcionamento executivo e para avaliar a função frontal como por exemplo o Wisconsin Card Sorting Test.

Sintetizando os resultados da maioria dos estudos sobre o efeito do envelhecimento, ao nível da memória de trabalho, seria correcto dizer que, a grande maioria parece indicar que as capacidades de manutenção da informação estão razoavelmente preservadas o que, presumivelmente, implica preservação das estruturas neurais em que assentam. Por outro lado, os aspectos referentes à manipulação, os componentes mais executivos, são desproporcionadamente afectados sendo-o também, presumivelmente, os seus substratos neurais. Este padrão de resultados permite argumentar, com dados comportamentais, que o envelhecimento altera o funcionamento do lobo frontal, nomeadamente no que diz respeito à componente do executivo central da memória de trabalho, o que se coaduna com os resultados obtidos em termos dos estudos de envelhecimento neurológico. No entanto discutimos já que esta não é uma interpretação linear.

Independentemente dos défices ao nível da memória de trabalho, existe a proposta de que o efeito do envelhecimento nos desempenhos possa ser minimizado através da disponibilização de “suporte ambiental” para compensar os défices. Os suportes

não são mais do que elementos da tarefa cognitiva que diminuem as exigências de processamento da tarefa mnésica. Por exemplo, apresentar alternativas de resposta oralmente é uma grande carga para a memória de trabalho, enquanto se apresentarmos visualmente existe uma menor carga. Tal acontece porque a pessoa, tendo à frente dela todas as alternativas, não tem de fixar e manter disponíveis as que lhe são ditas oralmente para que as possa manipular e decidir qual a resposta que deve escolher.

Muitas das estratégias que se utilizam em programas de promoção mnésica baseiam-se na utilização de suporte ambiental, aliviando muita carga da memória de trabalho. É este tipo de argumento que justifica que os idosos beneficiem mais das tarefas de reconhecimento face às de recuperação do que os jovens, porque não têm que pesquisar todos os itens de forma auto-iniciada.

Apesar desta quase unanimidade relativamente à influência da idade na componente de processamento da memória de trabalho existem trabalhos muito interessantes, mesmo ao nível comportamental, numa linha que leva a conclusões substancialmente diferentes. Usando uma manipulação da tarefa de *span* alfabético, foi apresentada aos sujeitos uma sequência aleatória de palavras, sendo pedido aos participantes que as rearranjassem mentalmente e as repetissem em ordem alfabética. Este procedimento experimental faz apelo à noção de executivo central, na medida em que, para conseguir realizar esta tarefa correctamente é preciso alterar o *input*, decompor a ordem da apresentação, ir buscar o alfabeto à memória a longo prazo, e fazer um *scanning* da ordem, enquanto os itens estão no *loop* fonológico, para poder responder. Para além disso, o sujeito tem de verificar o *output* enquanto está a controlar todas essas operações. O que Belleville et al. (1998) acrescentaram a esta tarefa foi o controlo das capacidades de armazenamento dos participantes antes de introduzirem a componente de manipulação da tarefa. Ou seja o *span* verbal de todos foi avaliado, e foi com base nesse *span* que o comprimento das sequências foi ajustado aos sujeitos. No caso do *span* alfabético, se o problema fosse efectivamente de manipulação, os idosos deviam ter a *performance* mais prejudicada, o que não se verificou. De facto, embora comprovassem que as tarefas que requerem manipulação são mais complicadas do que as que requerem apenas armazenamento, o que interpretam como sendo congruente com o papel que o executivo central desempenha, a verdade é que o desempenho dos sujeitos idosos nas tarefas que

requerem manipulação é semelhante ao dos sujeitos jovens, desde que controladas as capacidades de armazenamento.

Conforme discutimos, a noção de que as capacidades de manipulação se mantêm com o envelhecimento, é contrária aos resultados obtidos por diversos estudos. A falta de controlo para as diferenças de armazenamento na maioria dos estudos, pode ter contribuído para uma exacerbação dos reais défices dos idosos em termos das tarefas de manipulação. De facto, a questão do desempenho de base é muito importante para discriminar o verdadeiro impacto das dificuldades em tarefas que exigem processamento e manipulação, porque se à partida os próprios traços mnésicos em que estas operações actuam não forem traços sólidos é evidente que a manipulação vai ser mais difícil.

De qualquer forma, e apesar desta linha alternativa, na literatura sobre envelhecimento mnésico é usual considerar que as diferenças são relativamente pequenas nas tarefas que só exigem recuperação imediata de uma pequena quantidade de material, e substancialmente significativas nas tarefas que exigem processamento. Exemplos das tarefas com uma maior componente passiva (mais próximo da memória primária) são o *digit span* e a recência de uma lista de recordação livre. Uma tarefa com uma componente mais activa de manipulação é por exemplo, a *reading span task* de que já falámos (Daneman e Carpenter, 1980).

Assim, de uma forma geral pode considerar-se que, apesar de por vezes existirem com o envelhecimento, diferenças estatisticamente significativas associadas à idade nestas tarefas mais passivas, as maiores diferenças encontram-se nas tarefas mais activas, nomeadamente naquelas em que têm de reter informação enquanto simultaneamente lhes está a chegar nova informação. Dito de outra forma, o envelhecimento parece ser mais prejudicial em tarefas de memória de trabalho que fazem apelo a componentes de processamento do que naquelas que fazem apelo à componente de armazenamento (Dobbs & Rule, 1989).

Assim, como salientam Reuter Lorenz e Sylvester (2005) a literatura relativa à memória de trabalho tem enfatizado esta distinção, parecendo que as tarefas de memória de trabalho que avaliam apenas aspectos relativos à manutenção do material não se correlacionam com medidas de domínios cognitivos, ao contrário das que enfatizam o aspecto do processamento e que aparecem altamente correlacionadas com medidas de outras funções cognitivas, como seja

a compreensão de textos (Daneman & Carpenter, 1980). Estes autores defendem também, baseando-se em dados de neuroimagem, que não estamos perante tipos diferentes de memória mas sim em graus diferentes no que diz respeito às exigências que são colocadas em termos das operações do executivo central.

Uma perspectiva que, em nossa opinião, acrescenta um aspecto fundamental para a compreensão da organização deste *continuum* de exigências, tem assim sido levantada por diversos estudos de neuroimagem comparando jovens e idosos, que revelam que a posição de uma tarefa neste contínuo de envolvimento executivo não é fixa, dependendo dos recursos dos sujeitos. Significa isto que uma taxonomia rígida das tarefas (quaisquer que sejam) nestes *continuum*, baseada apenas em evidências comportamentais, não tem sentido.

3.3. Declínio da função inibitória

Um terceiro constructo importante na literatura do envelhecimento cognitivo é o conceito de inibição. Hasher e Zacks (1988) num importante trabalho em que apreciaram a relação entre processamento de linguagem, informação e idade, criticaram a perspectiva simplista de redução nas capacidades de processamento. Estes autores salientaram, entre outros aspectos que, por exemplo o *reading span*, embora seja um preditor importante da compreensão de textos não está tão associado a diversos domínios cognitivos como seria de esperar.

Assim, e procurando também integrar elementos do funcionamento do idoso em contexto real, estes autores propuseram um enquadramento alternativo em que não se focam nas capacidades da memória de trabalho, mas sim nos seus conteúdos. Propuseram que, com a idade, temos mais dificuldade em focar-nos na informação importante e em inibirmos a que é irrelevante. Nesta perspectiva uma das razões para a pior performance cognitiva dos idosos na generalidade das tarefas, seria o facto de não se focarem na informação relevante dispersando os seus recursos no processamento de informação irrelevante. Nesta perspectiva, o défice ao nível dos processos inibitórios, permite quer a entrada quer a manutenção na memória de trabalho de informação, que não é aquela a ser lembrada, prejudicando naturalmente a recordação do material alvo. De acordo com esta perspectiva podemos interpretar o declínio dos desempenhos na memória de trabalho, não como uma diminuição da capacidade de memória de

trabalho propriamente dita, mas como o resultado de haver uma manutenção de material irrelevante, devido a uma incapacidade de o inibir.

Embora existindo diferentes teorias, pensa-se que os mecanismos inibitórios são críticos para três funções, cada uma delas com relevância para controlar os conteúdos da memória de trabalho, permitindo o processamento eficiente da informação *on-line* e a subsequente recuperação da informação alvo. A primeira função é a de impedir que informação irrelevante aceda à memória de trabalho, a inibição serve em segundo lugar para “apagar” informação que acedeu à memória de trabalho mas apenas é marginalmente relevante, ou que foi relevante mas deixou de o ser. A terceira função é a de inibir activaões fortes até que a sua adequação seja avaliada (Yoon et al., 2000).

A noção de uma função inibitória deficitária pode ter importância para compreender o comportamento dos idosos em muitas situações do dia-a-dia, e estar na base de algumas características comportamentais e estereótipos que temos dos idosos. Alguns trabalhos parecem apoiar a hipótese de que declínios associados à idade nos mecanismos inibitórios estão associados ao aumento de alguma inadequação do comportamento social (Von Hippel et al, 2005).

Uma consequência evidente e directa da diminuição dos mecanismos inibitórios é a de que os indivíduos ficam mais susceptíveis a diferentes tipos de distrações quer externas, (por exemplo, ruído à volta do que se está a passar numa conversa), quer internas (como por exemplo, pensamentos).

Consequências mais indirectas podem advir do facto de existir uma diminuição da eficácia da recuperação dos itens da memória de trabalho (o que nesta perspectiva não implica forçosamente que o mecanismo de memória de trabalho funcione pior, podendo resultar do facto de ter mais material com representações activas, sobretudo mais material irrelevante), pelo que os idosos confiam mais em esquemas e estereótipos para os seus processos de decisão.

Em relação à memória de trabalho, a função de “apagar” informação que já não é relevante, é um aspecto da função inibitória especialmente relevante para o desempenho em tarefas de *span* mnésico, em que os participantes tem que aprender, recordar, e eventualmente manipular itens em tentativas sucessivas. Assim, a inibição da informação antecedente é crucial para se conseguir recordar correctamente cada lista. A competição entre diferentes respostas é uma possível fonte de interferência pró-activa.

Assim, a evidência de défices na memória de trabalho associados à idade, parece ser exacerbada por uma maior vulnerabilidade a interferência pró-activa (i.e. itens prévios perturbam a recordação da lista actual).

A interferência parece ser um mecanismo importante através do qual se podem justificar algumas diferenças de desempenho associadas à idade. Para além de, como já referimos, os idosos estarem mais sujeitos a distrações no próprio processo de codificação da informação (o que pode ser considerado como uma falha na atenção selectiva), e de serem mais susceptíveis à influência pró-activa, parecem ser também mais sensíveis a uma forma de interferência em que, durante o intervalo de retenção, material irrelevante pode ser inadvertidamente codificado e interferir com a recordação do material alvo (Hedden e Park, 2001). Esta última é uma forma de interferência conhecida como interferência retroactiva (Tulving & Craik, 2000).

Não existem dúvidas que a questão da interferência é muito importante na discussão da inibição. De facto, embora na literatura sobre envelhecimento cognitivo, as perspectivas relativas à inibição possam ser substancialmente diferentes, consegue extrair-se uma ideia comum, concretamente a de que existem mudanças associadas à idade na função inibitória que aumentam a vulnerabilidade à interferência, resultando numa diminuição da capacidade de memória.

Na literatura é possível encontrarmos a inibição discutida como mecanismo de envelhecimento cognitivo *per se* (por ex. cf. Park, 2000) embora, muitas vezes o constructo seja discutido no âmbito dos processos executivos. De facto, à semelhança do que discutimos para os constructos anteriores, embora haja um acordo relativo à importância do constructo da inibição, nem sempre estamos a falar de constructos rigorosamente iguais.

Existem diferentes taxonomias para as funções executivas. Por exemplo, podemos considerar que quatro processos são fundamentais para o funcionamento da memória de trabalho (Reuter Lorenz e Sylvester, 2005). Um deles é a atenção executiva, referindo-se aos processos mediados pelo “sistema atencional anterior” e que, basicamente, pretende referir-se aos processos através dos quais nos focamos na informação relevante. Um segundo processo, é a inibição, intimamente relacionada com a atenção executiva e que se refere à supressão da informação irrelevante e à resolução de interferências. Outro, é a gestão de tarefas, que se refere à capacidade de manter um objectivo enquanto organizamos sub-

objectivos e soluções intermédias para a tarefa que temos entre mãos. Finalmente temos o *set shifting* que se refere à capacidade de mudar rapidamente as regras e os critérios de decisão. Por exemplo, nesta taxonomia vemos a inibição especificamente discutida no âmbito dos processos executivos.

Apesar de as fronteiras do constructo não estarem claramente definidas, a sua riqueza, o facto de existirem circuitos inibitórios e as consideráveis evidências, quer experimentais quer no âmbito da literatura das lesões, nomeadamente frontais, dizem-nos que é um constructo fundamental a ter em consideração na investigação sobre envelhecimento.

3.4. Declínio da função sensorial

Um outro mecanismo que tem sido avançado para explicar o envelhecimento cognitivo tem sido o declínio da função sensorial. Lindenberger e Baltes (1994) obtiveram dados, de certa forma surpreendentes, relativamente às relações existentes entre a idade, o funcionamento sensorial (i.e. acuidade visual e auditiva) e inteligência. Numa amostra estratificada de velhos e muito velhos do Berlin Age Study demonstraram que, quando consideradas em conjunto, a acuidade visual e auditiva explicavam 93,1% da variância associada à idade nas medidas de inteligência utilizadas (incluía medidas de velocidade de processamento, raciocínio, memória, conhecimento e fluência verbal).

Este resultado foi interpretado como significando que a função sensorial é um forte preditor das diferenças individuais no funcionamento intelectual, uma medida em bruto da integridade cerebral, fundamental para o funcionamento cognitivo, e por isso um importante mediador de todas as capacidades cognitivas. Isto reforça a hipótese de uma causa comum a todos os declínios que se encontram com o envelhecimento.

Num estudo posterior (Lindenberger e Baltes, 1997), de acordo com as suas previsões mostraram que uma grande proporção das diferenças individuais no funcionamento intelectual se ligava ao funcionamento sensorial. Nos resultados que obtiveram, o declive dos declínios não se alterava significativamente com variáveis sociais, sugerindo que este tem a ver com aspectos biológicos. Esta descoberta reforça a ideia de que as medidas sensoriais fornecem um índice de integridade neuronal que, por sua vez, medeia as capacidades cognitivas.

Na literatura sobre envelhecimento cognitivo, um grande corpo de trabalhos aponta para declínios

na função cognitiva com a idade, mas o funcionamento sensorial e às suas relações com a actividade intelectual complexa não estão ainda, em nossa opinião, suficientemente estudados. Assim, tendo em consideração que, com a idade, ocorrem quer declínios cognitivos quer declínios perceptivos, é no entanto importante ter presente que a hipótese do declínio da função sensorial ser uma causa comum é apenas uma de várias possíveis para explicar esta co-variação, e que é enfraquecida pelo facto de nem todas as funções cognitivas declinarem do mesmo modo com a idade.

Para além disso, a hipótese de que o declínio na função sensorial possa ser o mecanismo que medeia o declínio associado à idade em funções cognitivas mais elevadas, fica enfraquecida pelos dados neurobiológicos que nos mostram que as áreas primárias não são particularmente vulneráveis à idade, pelo menos em termos de volumetria.

4. Conclusão

Sintetizando, podemos encontrar na literatura sobre envelhecimento cognitivo diversas teorias. Alguns aspectos devem, na nossa opinião ser salientados: um deles diz respeito ao facto de a definição dos constructos ser um motivador da pesquisa mas, simultaneamente, um obstáculo à interpretação dos resultados obtidos. Por exemplo, mesmo para um constructo tão profícuo e trabalhado como a memória de trabalho, continua a existir uma controvérsia importante relativamente à questão da memória de trabalho constituir ou não uma entidade estrutural i.e. um sistema de memória com os seus processos específicos, ou uma combinação de um conjunto de processos partilhados por outras funções psicológicas. Baddeley, mesmo nas formulações mais recentes, considera-a um sistema com múltiplas componentes, mas distinto da memória de longo prazo. Pelo contrário um número de modelos considera que a memória de trabalho designa um sub-conjunto activado da memória a longo prazo. Muitos investigadores encaram a memória de trabalho como um mecanismo geral que opera em diferentes tarefas cognitivas, enquanto para outros a hipótese de que a memória de trabalho é um mecanismo geral não tem validação empírica, particularmente em pessoas idosas.

A verdade é que, mesmo possuindo estes constructos, a interpretação do significado dos resultados de diferentes tarefas está longe de ser linear. Correlações substanciais entre diferentes tarefas de memória de

trabalho não implicam que esta reflecta apenas o mesmo mecanismo geral, podendo reflectir apenas que um conjunto comum de processos é posto em marcha (Ribaupierre, 2002).

Outro aspecto a salientar é que estes mecanismos foram inicialmente concebidos numa tradição de procura de um mecanismo geral de envelhecimento (a procura do mecanismo unitário que explica o declínio associado ao envelhecimento em diferentes domínios cognitivos), o que tem feito com que a pesquisa necessária para ligar estes constructos i.e. velocidade de processamento, memória de trabalho, função sensorial, inibição continue a ser necessária. De facto, mesmo em trabalhos recentes, as teorias são testadas umas contra as outras. Esta tradição tem muito a ver com o facto de os efeitos do envelhecimento, (apesar do seu impacto poder ser diferenciado), serem de certa forma perversivos em todos os domínios cognitivos, pelo que parece intuitivo haver um mecanismo comum, embora tal interpretação esteja longe de ser linear.

Como salienta Park (2000), as teorias de envelhecimento cognitivo estão interessadas em explicar a parte da variância que é ligada à idade (e apenas essa) e é por isso importante saber se essa parte da variância é mediada por um ou por estes quatro mecanismos, tendo bem presente que as provas a favor de um mecanismo para explicar a variância não são forçosamente provas contra o outro mecanismo, para além de que alguns constructos podem ser mais importantes do que outros em diferentes tipos de tarefas ou processos (Park et al, 1996).

Assim, é fundamental ter presente que os pressupostos iniciais que fazemos acerca da estrutura da cognição têm importantes consequências para as conclusões que retiramos acerca da influência da idade. Por exemplo, a própria selecção das medidas para avaliar os constructos influencia, de forma determinante, a natureza das conclusões que se retiram (para discussão detalhada da relação entre medidas, constructos, modelos e inferências acerca do envelhecimento ver Light, 2004).

Para além disso, outra limitação importante destes constructos é a de terem sido gerados essencialmente com base em evidências comportamentais. Em rigor, e até há relativamente pouco tempo, o que sabíamos acerca do envelhecimento mental era através de medidas comportamentais. As descobertas da neuroimagem podem forçar-nos a re-apreciar estas propostas. Derivadas principalmente de estudos cognitivos, as teorias que vimos oferecem perspectivas concorrentes acerca dos mecanismos de

envelhecimento cognitivo tentando constituir-se como proposta(s) explicativa(s) para a compreensão do efeito da passagem do tempo na cognição.

Bibliografia

1. Aboitiz F., Scheibel AB, Fisher R.S, Zaidel E. (1992). Fiber Composition of the human corpus callosum. *Brain Research* 598:143-153.
2. Baddeley A.D. (1990). *Human Memory: theory and practice*, (London: Lawrence Erlbaum Associates)
3. Baddeley A.D. (2000). Working Memory: The Interface between memory and cognition (292-304) in *Cognitive Neuroscience: A reader*. Ed. Michael Gazzaniga, Blackwell Publishers
4. Baddeley A. D. (2000a). The episodic buffer: A new component of working memory. *Trends in cognitive Neurosciences*, 4 (11), 417-423
5. Baddeley, A.D. & Hitch GJ (1974). Working Memory. *The psychology of learning and motivation* (Bower, G.A. Eds). Academic Press. New York (vol 8, 47-89).
6. Baltes P.B., Lindenberger U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychol Aging*; 12: 12-21
7. Belleville, S., Rouleau, N., & Caza, N.(1998). Effect of normal aging on the manipulation of information in working memory, *Memory and Cognition*, 26: 572-583.
8. Bugajska A, Clarys D, Jarry C, Taconnat L, Tapia G, Vanneste S, Isingrini M. (2007). The Effect of aging in recollective experience: The processing speed and executive functioning hypothesis *Conscious Cogn.* 22;
9. Bunce D, Macready A. (2005). Processing speed, executive function and age differences in remembering and knowing. *Q J Exp Psychol A*. 58(1):155-68.
10. Craik, F.I.M & Jennings. J.M (1992). Human Memory (pp 51-110). In F.I.M Craik & T.A. Salthouse (Eds) *The handbook of aging and cognition* Hillsdale NJ. Erlbaum
11. Craik F.I.M. (2000). Age related changes in human memory (pp 75-92) in *Cognitive Aging: A primer*. Ed. Park, D. Schwarz N. Taylor and Francis. Psychology Press
12. Daneman, M, & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading, *Journal of Verbal learning and verbal behaviour*, 19: 450- 466
13. Dixon R.A. e Nilsson L.G. (2004). Don't fence us in: Probing the frontiers of cognitive aging (pp 4-15), in *New frontiers in cognitive aging*, Eds. Dixon R.A., Backman L., Nilsson L.G. New York -Oxford University Press
14. Dobbs, A.R. & Rule, B.G. (1989). Adult age differences in working memory *Psychology and aging*, 4: 500-503.
15. Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of the Psychology of Education*, 8: 259-272.
16. Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Willis, C.S., & Adams, A.M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93: 265-281.
17. Hasher L & Zacks R.T. (1988). Working Memory, comprehension and aging: A review and a new view, In G. H. Bower (Ed) *The Psychology of Learning and motivation* (vol 22, pp. 193-225) San Diego, CA: Academic Press
18. Hedden, T.; Park, D. (2001), Aging and interference in verbal working memory. *Psychology and Aging*. 16(4), 666-681
19. Light L. (2004). Commentary: Measures, constructs, models and inferences about aging (pp 89-114) in *New Frontiers in Cognitive Aging* Eds Dixon R.A., Backman L., Nilsson L.G, Oxford University Press
20. Lindenberger U, Baltes P.B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: A strong connection. *Psychology and Aging*, 9: 339-355
21. Lindenberger U, Baltes P.B. (1997). Intellectual Functioning in Old and Very Old Age: Cross-Sectional Results from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*, 12: 410-432
22. Nyberg L., Backman L. (2004) Cognitive Aging: A view from brain imaging (pp 135-160) in *New Frontiers in Cognitive Aging* Eds. Dixon R., Backman L., Nilsson LG Ed. Oxford University Press
23. Park, D.C., Smith A.D., Lautenschlager, G., Earles, J., Frieske, D., Zwahr, M & Gaines C (1996). Mediators of long term memory performance across the life span. *Psychology and aging*, 11: 621-637.
24. Park D. (2000). The basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function (pp 3-21), in *Cognitive Aging: A primer* Ed. Park. D. & Schwarz N. Psychological Press
25. Piccinin, Andrea M.; Rabbitt, Patrick M. (1999). A Contribution of cognitive abilities to performance and improvement on a substitution coding task. *Psychology and Aging*. 14(4): 539-551
- 26.
27. Reuter Lorenz P., Sylvester C C (2005). The Cognitive Neuroscience of Working memory and aging chap 8 (186- 217) in *Cognitive Neuroscience of Aging- linking Cognitive and cerebral aging* Ed Cabeza R; Nyberg L; Park D Oxford University Press
28. Ribaupierre A. (2002). Working Memory and Attentional Processes across the lifespan (59-80) in *Lifespan Development of Human Memory* Ed. Graf P. & Ohta N. Bradford Book, MIT Press
29. Salthouse, T. A. (1994) Aging associations: Influence of speed on adult age differences in associative learning, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. Vol 20 (6): 1486-1503
30. Salthouse, T.A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition, *Psychological Review*, 103: 403-428.
31. Salthouse T. (2000). Pressing issues in cognitive Aging in *Cognitive Aging a Primer* Ed. Park. D. & Schwarz N. Psychological Press
32. Salthouse T. (2000a). Aging and measures of processing speed *Biological Psychology* 54, 1:35-54
33. Schneider, B A.; Daneman, M.; Murphy, D R. (2005). Speech Comprehension Difficulties in Older Adults: Cognitive Slowing or Age-Related Changes in Hearing? *Psychology and Aging*, 20(2): 261-271
34. Tulving E. & Craik FIM (2000) *The Oxford Handbook of Memory*: Oxford University Press
35. Von Hippel, W; Dunlop, S. M. (2005). Aging, Inhibition, and Social Inappropriateness, *Psychology and Aging*. 20(3): 519-523
36. Yoon C., May C.P., Hasher L (2000). Aging, circadian arousal patterns and cognition (pp 151-168) in *Cognitive Aging: A primer* Ed. Park. D. & Schwarz N. Psychological Press