

ALTERAÇÕES NA MEMÓRIA DE TRABALHO VISUOESPACIAL
ASSOCIADAS AO ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL¹

Daniel Rosa de Lima²

Mikael Cavallet³

Resumo

A memória de trabalho visuoespacial é uma função cognitiva que passa por alterações durante o processo de envelhecimento saudável. O objetivo do presente estudo é descrever alterações no processamento e armazenamento da memória de trabalho em decorrência do processo de envelhecimento saudável. Para isso, realizamos uma busca de estudos que investigaram essas mudanças. Os estudos mostram que pessoas idosas têm maior dificuldade do que jovens adultos em realizar tarefas que requerem a identificação e a localização de objetos. Mostram também que um dos fatores relacionado à dificuldade dos idosos em realizar tarefas visuais e espaciais é a atenção. Assim, pessoas idosas podem ter prejuízos em atividades cotidianas relacionadas ao processamento e armazenamento de informações visuais e espaciais. A possibilidade de melhorar o desempenho através de treinamento cognitivo parece plausível.

Palavras-chave: Memória de curto prazo. Memória visuoespacial. Memória de trabalho. Envelhecimento saudável. Cognição.

Abstract

Visuospatial working memory is a cognitive function that undergoes changes during the healthy aging process. The aim of the present study was to describe the changes in processing and storage of information in working memory due to the healthy aging process. For this, we search the literature for these changes. Studies show that older people have greater difficulty than young adults in performing tasks that require the identification and location of objects. They also show that one of the factors related to the difficulty of the elderly in performing visual and spatial tasks is attention. Thus,

¹ Os autores agradecem o apoio fornecido ao presente estudo pelas Faculdades Integradas do Vale do Ribeira – FVR.

² Discente do Curso de Psicologia das Faculdades Integradas do Vale do Ribeira – FVR, Registro-SP. danielrosaunisepe@outlook.com

³ Professor. Doutor do Curso de Psicologia das Faculdades Integradas do Vale do Ribeira – FVR. cavalletm@gmail.com

older people may have losses in everyday activities related to processing and storage of visual and spatial information. The possibility of improving performance by doing cognitive training seems plausible.

Keywords: Short-term memory. Visuospatial memory. Working memory. Healthy aging. Cognition.

Resumen

La memoria de trabajo visuoespacial es una de las funciones cognitivas que sufren alteraciones durante el proceso de envejecimiento saludable. El objetivo del presente estudio es describir cambios en el procesamiento y el almacenamiento en la memoria de trabajo debido al proceso de envejecimiento saludable. Para ello, realizamos una búsqueda de estudios que investigaron esas alteraciones. Los estudios muestran que las personas mayores tienen mayor dificultad que jóvenes en realizar tareas que requieren la identificación y localización de objetos. También muestran que uno de los factores relacionados con la dificultad de los ancianos en realizar tareas visuales y espaciales es la atención. Los datos sugieren que las personas mayores pueden tener pérdidas en actividades cotidianas relacionadas al procesamiento y almacenamiento de informaciones visuales y espaciales. La posibilidad de mejorar el rendimiento a través de entrenamiento cognitivo parece plausible.

Palabras clave: Memoria de Corto Plazo. Memoria Visua-Espacial. Memoria de Trabajo. Envejecimiento Saludable. Cognición.

Introdução

A velhice é um estágio que tem atingido um número cada vez maior de pessoas com os avanços da medicina, melhor qualidade de vida e conhecimento sobre o envelhecimento saudável. Estima-se que até 2050 o número de pessoas no mundo com 60 anos ou mais deva totalizar 2,1 bilhão (UNITED NATIONS, 2015). O envelhecimento é um processo natural no qual o indivíduo passa por mudanças físicas e psicológicas, evidenciadas por um declínio no desempenho do corpo e da cognição que, não é sinal de doença, mas de sintomas do processo normal de envelhecimento (OLIVEIRA; SILVA; CONFORT, 2018).

O envelhecimento normal gera um declínio cognitivo que prejudica principalmente as funções executivas, localizadas no córtex pré-frontal e responsável pela execução e planejamento de diversas tarefas cotidianas (OLIVEIRA; SILVA; CONFORT, 2018). Aspectos do declínio cognitivo começam a surgir em adultos saudáveis em seus 20 e 30 anos, ocorrendo predominantemente após atingir a maturidade (SALTHOUSE, 2009). O declínio cognitivo é caracterizado pelo prejuízo de funções como velocidade de processamento de informações, memória episódica e memória de trabalho (JAGUST, 2013).

A memória de trabalho é um componente que armazena e executa temporariamente informações consideradas necessárias para a realização de atividades cognitivas complexas (BADDELEY, 2003). No modelo clássico de Baddeley e Hitch (1974) a memória de trabalho é dividida em três subcomponentes, o executivo central que é responsável pelo controle da atenção, o bloco visuoespacial responsável por reter imagens e informações espaciais e a alça fonológica que armazena e controla informações relacionadas à fala (BADDELEY, 1992). Um quarto componente foi adicionado subsequentemente ao modelo e chamado de *buffer* episódico (para uma revisão ver, BADDELEY, 2012). O *buffer* episódico desempenha as funções de armazenar e resgatar temporariamente episódios integrados com informações provenientes dos outros subcomponentes. Resultados de diferentes estudos indicam também que, a memória de trabalho visuoespacial divide-se em dois subcomponentes. Um subcomponente é responsável por processar e armazenar conteúdo visual, sendo chamado de memória de trabalho visual e outro subcomponente responsável por processar e armazenar informações relacionadas à dimensão espacial, sendo chamado de memória de trabalho espacial (para uma revisão ver, GALERA; GARCIA; VASQUE 2013).

Devido ao avanço da idade, a velocidade de processamento das informações diminui, tornando a memória de trabalho menos eficiente (NERI, 2009). O armazenamento e o processamento de informações visuoespaciais são funções que demonstram maior declínio em relação ao executivo central (KLENCKLEN et al, 2017). A diminuição dessas funções pode prejudicar o desempenho em diferentes

tarefas, tornando-se mais difícil recordar materiais visuais como, por exemplo: objetos, faces e localizações espaciais (BROCKMOLE, 2008). Isso ocorre, pois atribui-se à memória de trabalho visuoespacial, a capacidade de localizar e identificar objetos que estão no campo visual (MASCARELLO, 2013).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo descrever alterações na memória de trabalho visuoespacial relacionadas ao processo de envelhecimento normal, identificadas em artigos científicos dos últimos doze anos. A divulgação de tais informações permite que uma quantidade maior de estudantes, profissionais e a população de maneira geral, possam entrar em contato com essas informações. Ter conhecimento sobre o assunto pode trazer ganhos, pois ao, saber que o envelhecimento natural está acompanhado de alterações cognitivas específicas que podem afetar o desempenho das pessoas em diferentes tarefas cotidianas, permite uma atenção maior e cuidados para evitar que outros danos decorrentes de falhas no armazenamento e processamento cognitivo ocorram.

Alterações na memória de trabalho visuoespacial relacionadas ao envelhecimento saudável

Uma maneira usada pelos estudos para investigar a relação entre o envelhecimento e a memória de trabalho visuo-espacial é pelo uso de tarefas cognitivas específicas que requerem ou isolam uma dessas dimensões (visuais ou espaciais). Por exemplo, no estudo realizado por Beigneux, Plaie e Isingrene (2007), três grupos de participantes classificados por faixa etária em jovens adultos com idade de 26 a 30 anos, outro grupo de idosos com 66 anos e um grupo de idosos com 80 anos realizaram duas tarefas específicas. Uma tarefa foi o teste de padrões visuais (*Visual Patterns Test*) para verificar o tempo de resposta da memória de trabalho visual. O teste consistiu em solicitar que o sujeito recordasse uma sequência de quadrados pretos e brancos de (2,5 x 2,5 cm), apresentados aleatoriamente em uma matriz com quatro localizações distribuídas em duas colunas por duas linhas (2 x 2) e em uma matriz mais complexa de (6 x 7 localizações). A sequência de quadrados era apresentada por dois segundos na tela de um computador, a primeira matriz continha 2 quadrados pretos e 2 brancos,

enquanto a segunda 21 pretos e 21 brancos (BEIGNEUX; PLAIE; ISINGRINE, 2007). Em seguida, os sujeitos deveriam reproduzir o padrão dos quadrados pretos apresentados inicialmente, em uma matriz apresentada no centro da tela e composta somente por quadrados brancos. Os sujeitos respondiam, clicando nos locais da matriz que continham somente quadrados brancos. Para avaliar a memória de trabalho espacial, eles utilizaram o teste Blocos de Corsi tradicional, mas em versão eletrônica (CORSI, 1972). Nesse teste quadrados pretos são apresentados em sequência em diferentes localizações da tela do computador e o participante deve reproduzir a sequência exata em que os quadrados pretos foram apresentados, clicando nas possíveis localizações. As localizações dos quadrados foram às mesmas usadas no (teste de padrões visuais). Os quadrados eram apresentados em uma taxa de um segundo por quadrado. Os resultados mostraram que os grupos de idosos com 66 e 80 anos apresentaram pior desempenho em relação aos adultos jovens, apenas no teste de padrões visuais, ou seja, na tarefa que avaliou a memória de trabalho visual. Os resultados foram mantidos mesmo quando se igualou o tempo de codificação das duas tarefas. Isso indica que a diferença em desempenho não foi devido a diferentes tempos de codificação de cada tarefa (BEIGNEUX; PLAIE; ISINGRINE, 2007). A causa da dificuldade do processamento das informações visuais na memória de trabalho visual dos adultos mais velhos pode ter origem na quantidade de características dos objetos que precisam ser integradas (BROCKMOLE et al, 2008). Um estudo que comparou a capacidade da memória de trabalho visual de jovens adultos e idosos com 70 anos mostrou um declínio quando os sujeitos precisaram integrar cor e forma para completar uma tarefa de memória de trabalho (BROCKMOLE et al, 2008). O declínio da memória de trabalho visual foi confirmado em um estudo subsequente realizado com 55.753 voluntários de diversos países com idades de 8 a 75 anos em uma tarefa realizada através de um website (BROCKMOLE; LOGIE, 2013). Nesse estudo, cada participante tinha que memorizar dois estímulos coloridos de formas geométricas (quadrado, círculo, triângulo e losango) e cores diferentes. Em seguida apareciam quatro estímulos de formas geométricas diferentes e sem cores, eram apresentados enfileirados do lado direito da tela juntamente com outros quatro estímulos em formato de nuvem e de cores diferentes cada. Os

estímulos coloridos em formato de nuvem eram usados apenas para mostrar diferentes cores e eram apresentados enfileirados na parte superior da tela. A tarefa do sujeito era identificar de acordo com a forma geométrica e cor (duas características) os dois estímulos apresentados inicialmente, selecionando a cor e forma correspondentes a cada um deles, por exemplo, clicando com um botão do mouse e a nuvem com a cor correspondente a forma (BROCKMOLE; LOGIE, 2013). Para realizar a tarefa corretamente, os participantes precisavam associar (integrar) a cor e forma correspondente dos estímulos visuais apresentados. Os resultados mostraram que o público idoso apresentou um número maior de respostas erradas comparado às crianças e adultos jovens. Os resultados sugerem que esse declínio no desempenho parece ocorrer por uma dificuldade maior das pessoas idosas em integrar duas características, no caso a cor e a forma dos objetos.

Além de os resultados anteriores apresentarem uma diminuição maior no desempenho do componente visual, um experimento realizado com sujeitos de 40 a 80 anos, usando três tarefas diferentes, mostrou um declínio para a memorização de informações espaciais na memória de trabalho com o envelhecimento (KUMAR; SWETA; SAH, 2017). O estudo usou tarefas de memória de trabalho que requeriam o armazenamento e processamento de uma dimensão apenas como, por exemplo, uma tarefa que requeria com mais prioridade o armazenamento de informação visual, e outra que requeria o armazenamento de informação espacial, além de uma tarefa de memória de trabalho que requeria o armazenamento dos dois tipos de informações (visuoespacial). Na tarefa de memória de trabalho visual, cada participante precisava memorizar um conjunto de dois a oito estímulos de formas geométricas diferentes, tais como quadrado, estrela, triângulo, círculo, hexágono, cilíndrico e retângulo (tamanho de 1 x 1 cm), apresentados em sequência dentro de um cartão branco apresentado na tela do computador e que continha nove localizações dispostas em uma matriz de três linhas e três colunas (3 x 3 localizações demarcadas). Cada estímulo foi apresentado por dois segundos, com um intervalo de um segundo entre eles. Após a apresentação dos estímulos, outro cartão de (3 x 17 localizações) aparecia, contendo estímulos variados. O participante deveria identificar se os estímulos apresentados inicialmente estariam

presentes no novo cartão. Na tarefa de memória de trabalho espacial cada participante precisava lembrar apenas a localização de um círculo preto (1 cm de diâmetro) que era apresentado em três locais diferentes de uma matriz de (5 x 5 localizações). Na tarefa que combinou as dimensões visual e espacial, o sujeito tinha que identificar os estímulos e as localizações dos estímulos ao mesmo tempo. Ao comparar as tarefas realizadas, os resultados mostraram diferenças entre a memória de trabalho visual e espacial para os indivíduos com idade acima de 70 anos em relação aos mais jovens. Mostraram também que a memória de trabalho espacial sofreu um declínio similar ao encontrado na memória de trabalho visuoespacial com o envelhecimento. Os pesquisadores concluíram que a capacidade da memória de trabalho espacial tem um declínio maior na velhice em comparação à memória de trabalho visual (KUMAR; SWETA; SAH, 2017). Esses resultados podem caracterizar dificuldades no cotidiano dos sujeitos idosos para interagir e explorar novos ambientes. Idosos podem apresentar dificuldade em lembrar a localização de diferentes itens em atividades cotidianas, pois a execução correta dessa tarefa depende da memória de trabalho espacial. Podem esquecer o local em que deixaram pela última vez a caixa uma caixa de remédios, por exemplo.

Um estudo recente investigou se as diferenças entre idades observadas no desempenho de tarefas de memória de trabalho podem derivar de diferenças relacionadas à sub-processos da memória de trabalho visuoespacial. Os sub-processos seriam aqueles relacionados à identificação e localização dos objetos. Investigou também se processamento das informações na memória de trabalho visuoespacial poderiam ser facilitados através de organizações espaciais e categóricas (DAI; THOMAS; TAYLOR, 2018). Em dois experimentos, adultos jovens entre 17 e 23 anos e idosos com idade entre 60 e 80, anos analisaram matrizes de (5 x 5 localizações) apresentadas em sequência contendo cinco objetos (e.g., balão, borboleta, leão, mesa, cadeira e sofá) apresentados em localizações separadas. Cada matriz era apresentada no centro da tela de um computador durante três segundos e os cinco objetos diferentes eram associados de acordo com uma mesma categoria (e.g., os cinco objetos eram animais ou mobília ou objetos de cozinha) ou não eram associados a uma mesma

categoria. Os cinco objetos poderiam ser apresentados também de acordo com uma certa organização espacial (i.e., formando configurações reconhecíveis, como uma linha vertical ou horizontal, um “L”, “b”, “V”, “T” ou uma cruz) ou eram apresentados de maneira aleatória (i.e., sem uma organização espacial óbvia. Ao todo foram selecionados 144 objetos diferentes com tamanho de 2,5 x 2,5 cm cada. A tarefa do participante era identificar corretamente se um estímulo apresentado sozinho, após a matriz com cinco estímulos, era igual ao estímulo apresentado naquela localização. As matrizes, os estímulos e o procedimento foram os mesmos para os dois experimentos, porém a forma como os participantes responderam em cada experimento foi diferente. No primeiro experimento o sujeito julgava com a tecla “A” do computador se o estímulo e a localização eram os mesmos e com a tecla “K” se o estímulo e a localização eram diferentes. No segundo experimento o sujeito deveria digitar sua resposta ao invés de responder pressionando as teclas. O primeiro experimento verificou se os estímulos estando ou não organizados poderia facilitar a memória de trabalho visuoespacial, enquanto o segundo experimento teve como objetivo verificar se ao escrever a resposta, o participante teria alguma vantagem, pois teria mais tempo para processar as informações (DAI; THOMAS; TAYLOR, 2018). Os resultados mostram que ambos os grupos se beneficiaram da organização dos estímulos na matriz e do fato de terem que escrever suas respostas. (DAI; THOMAS; TAYLOR, 2018). Os resultados mostram que ocorreu um declínio no desempenho da tarefa de reconhecimento de acordo com o aumento da idade dos participantes. Além disso, a organização tanto por categoria quanto espacial dos objetos, afetaram de maneira diferente de adultos jovens e idosos. Os adultos jovens usaram de maneira mais efetiva a organização espacial dos objetos enquanto os idosos mostraram um desempenho melhor apenas quando os objetos pertenciam a uma mesma categoria e ao mesmo tempo estavam organizados em uma configuração espacial. Os idosos apresentaram mais falsos alarmes quando os objetos pertenciam à mesma categoria, mas o objeto testado não estava na mesma localização. Esses resultados sugerem que os idosos podem ser viesados pela categoria dos estímulos quando a identidade do item é relevante para a memória. Os resultados

sugerem ainda que os idosos podem ser menos eficiente do que os adultos jovens em processar de maneira estratégica as informações (DAI; THOMAS; TAYLOR, 2018).

KLENCKLEN et al. (2017) também compararam o desempenho entre jovens adultos de 20 a 30 anos e idosos com 64 a 73 anos, com tarefas de memória de trabalho espacial e visual. No entanto eles realizaram as tarefas em um ambiente do mundo real, diferente dos estudos anteriores em que as tarefas foram feitas utilizando-se computadores. As duas tarefas foram feitas em uma sala com tamanho de 8 x 8 metros, onde havia 18 almofadas. As almofadas eram cinzas possuindo forma de círculo, e foram distribuídas pelo chão da sala. As almofadas possuíam uma lâmpada instalada dentro delas, que ascendia durante a realização da tarefa. Cada lâmpada emitia uma cor diferente. A tarefa de memória de trabalho espacial de cada participante era lembrar apenas a localização de uma a três almofadas que emitiam luz de cor diferente. Enquanto que na tarefa de memória de trabalho visual, os participantes precisavam lembrar a cor emitida pela luz das almofadas independente da sua localização espacial (KLENCKLEN et al, 2017). Os resultados mostraram que os idosos tiveram pior desempenho nas duas tarefas em comparação aos jovens adultos. Além disso, mostram que a memória de trabalho visual e espacial dos idosos foi afetada pela quantidade de informações da tarefa e não pelo tipo de informação a ser recordada (KLENCKLEN et al, 2017).

A atenção também parece estar envolvida nos déficits da memória de trabalho visuoespacial durante o processo de envelhecimento. Baddeley (1998) considerou a memória de trabalho como uma interface entre memória, percepção e atenção. A atenção seletiva e direcionada pelos objetivos do sujeito (*goal-direct*), é uma das capacidades do ser humano que também sofre prejuízo devido ao processo de envelhecimento. Ela tem o papel de concentrar nossos recursos cognitivos em informações relevantes e assim, influencia o processamento das informações e o desempenho da memória de trabalho (ZANTO et. al, 2011, GAZZALEY; NOBRE, 2012). Um mecanismo envolvido como uma ponte entre a atenção seletiva e os déficits na memória de trabalho, que também é comprometido no processo de envelhecimento, e pode explicar o declínio da memória de trabalho visuoespacial em idosos, é a

modulação *top-down* (GAZZALEY; NOBRE, 2012). A modulação *top-down* pode ser entendida como a capacidade do indivíduo de concentrar a sua atenção em estímulos relevantes para uma determinada tarefa e ignorar distrações (eventos ou estímulos irrelevantes para a tarefa). De acordo com Gazzaley e Nobre, o comprometimento desse mecanismo durante o processo de envelhecimento impede a eliminação de informações que distraem o sujeito. Além disso, os déficits relacionados à atenção seletiva e memória de trabalho devem ocorrer no início do processamento visual (GAZZALEY; NOBRE, 2012).

No entanto, um resultado animador é o de que pode ser possível melhorar o desempenho da memória de trabalho espacial durante o envelhecimento saudável (ROLLE et al. 2017). Rolle e colaboradores realizaram um estudo com oitenta mulheres entre 23 e 70 anos em que cada participante recebeu um aparelho *tablet* (tela de 9.7") e foi orientada a realizar nele tarefas cognitivas. Duas tarefas foram aplicadas para treinar a atenção espacial e uma tarefa avaliou a memória de trabalho espacial. Uma quarta tarefa foi desenvolvida para relacionar atenção espacial e memória de trabalho. As quatro tarefas eram realizadas por um período de 30 minutos diários, durante duas semanas em suas próprias casas. As duas tarefas de atenção espacial foram baseadas na tarefa de Posner (1980), que mede a capacidade de orientação da atenção. Foram duas tarefas de atenção distribuída (*distributed attention task-DAT*), porém com objetivos diferentes. Uma tarefa foi usada especificamente para aumentar a habilidade individual dos sujeitos em expandir a sua atenção pelo campo visual (ROLLE; VOYTEK; GAZZALEY, 2015). Outra tarefa teve como objetivo fortalecer a capacidade de distribuição da atenção e com isso beneficiar a tarefa que avaliou a memória de trabalho espacial. A tarefa de detecção de mudança foi semelhante à tarefa de Luck & Vogel (1997) e serviu para avaliar se o treinamento da atenção distribuída beneficiaria o desempenho da memória de trabalho espacial. Nessa tarefa foi apresentada por 150 milissegundos uma matriz contendo de dois a oito quadrados coloridos que deveriam ser memorizados. Os estímulos foram apresentados em torno de uma cruz de fixação central. Após um intervalo de retenção de 900 ms, em que a tela permaneceu sem apresentação de qualquer estímulo, um único quadrado colorido era apresentado. O

participante deveria identificar se a cor do quadrado apresentado após o intervalo de retenção correspondia à cor do quadrado da matriz inicial, de acordo com o local em que aparecia. O estudo utilizou ainda um jogo de boliche virtual *Pocket Bowling HD 3-D*, no qual o participante precisou lançar uma bola de boliche virtual usando o seu dedo indicador e derrubar o máximo de pinos possíveis. O jogo avaliou se o teste de treinamento produziria uma melhora para o desempenho da atenção concentrada, o que de fato ocorreu. A análise dos resultados indicou ainda que, as tarefas de treinamento de atenção beneficiaram a tarefa de memória de trabalho espacial (ROLLE et al. 2017).

Conclusão

Tanto a memória de trabalho para informações visuais quanto espaciais sofrem declínios com o processo de envelhecimento. Esse declínio parece ser mais acentuado e consistente para informações espaciais. Além disso, essas alterações parecem estar relacionadas à déficits no controle da atenção. Os estudos indicam que essas alterações podem afetar de forma significativa o desempenho dos idosos. Apesar disso, existe uma possibilidade de melhorar o processamento das informações na memória de trabalho visuoespacial de idosos saudáveis com treinamento cognitivo.

Referências

- BADDELEY, A.D; HITCH, G.J. “Working memory. In: Recent advances in learning and motivation”. New York: Academic Press. Bower, G. A. (8, 1974): 47-89.
- BADDELEY, A.D. “Working memory”. *Science*, (255, 1992): 556-559,
- BADDELEY, A.D. “Recent developments in working memory”. *Current opinion in neurobiology* 8 (1998): 234-238.
- BADDELEY, A.D. “Working memory: looking back and looking forward”. *Nature reviews neuroscience*, 4 (2003): 829-839.
- BADDELEY, A.D. “Working memory: theories, models, and controversies”. *Annual review of psychology*, 63 (2012): 1-29.
- BEIGNEUX, K., PLAIE, T.; ISINGRINI, M. “Aging effect on visual and spatial components of working memory”. *The International Journal of Aging and Human Development*, (65, 2007): 301-314.

BROCKMOLE, J. R., PARRA, M. A., DELLA SALA, S.; LOGIE, R. H. “Do binding deficits account for age-related decline in visual working memory?” *Psychonomic Bulletin & Review*, (15, 2008): 543-547.

BROCKMOLE, J. R.; LOGIE, R. H. “Age-related change in visual working memory: a study of 55,753 participants aged 8–75”. *Frontiers in psychology*, 4 (12, 2013).

CORSI, P. (1972) “Memory and the medial temporal region of the brain”. Doctoral thesis, McGill University, Montreal, *QB*.

DAI, R., THOMAS, A. K.; TAYLOR, H. A. “Age-related differences in the use of spatial and categorical relationships in a visuo-spatial working memory task”. *Memory & cognition*, (2018): 1-17.

GAZZALEY, A.; NOBRE, A. C. “Top-down modulation: bridging selective attention and working memory”. *Trends in cognitive sciences*, (16 2012): 129-135.

GALERA, C., GARCIA, R. B.; VASQUES, R. “Componentes funcionais da memória visuoespacial”. *Estudos Avançados*, (27, 2013): 29-44.

JAGUST, W. “Vulnerable neural systems and the borderland of brain aging and neurodegeneration”. *Neuron*, (77, 2013): 219-234.

KLENCKLEN, G., LAVENEX, P. B., BRANDENER, C.; LAVENEX, P. “Working memory decline in normal aging: Memory load and representational demands affect performance”. *Learning and Motivation* (60, 2017): 10-22.

KUMAR, N., PRIYADARSHI, B.; SAH, S.U. “Is there Similar Decline in Visual and Spatial domains of Visuo-spatial Working Memory with Ageing?” *Indian Journal of Gerontology*, (31, 2017): 152-168.

LOGIE, R.H., PEARSON, D. G. “The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: Evidence from developmental fractionation”. *European Journal of cognitive psychology*, (9, 1997): 241-257.

MASCARELLO, L. J. “Memória de trabalho e processo de envelhecimento”. *Psicologia Revista* (22, 2013): 43-59.

NERI, A.L.; NERI M.L. (2011) *Envelhecimento cognitivo. Tratado de Geriatria e Gerontologia*. 3ª ed. Grupo Editorial Nacional (GEN).

OLIVEIRA, A.S.A.; SILVA, V.C.L.; CONFORT, M.F. “Benefícios da Estimulação Cognitiva Aplicada ao Envelhecimento”. *Episteme Transversallis*, (11, 2018).

POSNER, M.I. “Orienting of attention”. *Quarterly journal of experimental psychology*. (32, 1980): 3-25.

ROLLE, C.E.; VOYTEK, B.; GAZZALEY, A. “Exploring the potential of the iPad and Xbox Kinect for cognitive science research”. *Games for health journal*. (4, 2015): 221-224.

ROLLE, C.E.; ANGUERA, J.A.; SKINNER, S.N.; VOYTEK, B.; GAZZALEY, A. “Enhancing Spatial Attention and Working Memory in Younger and Older Adults”. *Journal of cognitive neuroscience* (29, 2017): 1483-1497. .

SALTHOUSE, T.A. “When does age-related cognitive decline begin?” *Neurobiology of aging*. (30, 2009): 507-514.

UNITED NATIONS. (2015). *Department of Economic and Social Affairs, Population Division* (2015). World Population Ageing.

ZANTO, T.P.; RUBENS, M.T.; THANGAVEL, A.; GAZZALEY, A. “Causal role of the prefrontal cortex in top-down modulation of visua processing and working memory”. *Nature neuroscience* (14, 2011): 656-661.

Artigo recebido: 21/06/2018

Artigo aprovado em: 30/07/2018

Número de ISBN

978-85-66848-18-2