

Estratégias de somação temporal e espacial na formação da memória declarativa de curto prazo

Jean Felipe Marques*
Rafael Fernandes Barros**
Rafael Peres dos Santos***
Alfredo Pereira Jr.****

Resumo

Neste trabalho, estudamos a formação de memória declarativa de curto prazo em condições que correspondem a processos de somação temporal e espacial. Apresentamos para alunos universitários uma sequência de slides, com duração de sete segundos cada, contendo sentenças (uma por slide) que poderiam ser de maior ou menor interesse para os sujeitos. Ao todo foram apresentadas 25 sentenças, das quais cinco repetidas três vezes e as 10 restantes apresentadas apenas uma vez, intercaladas aleatoriamente. Após a apresentação, os sujeitos responderam a questões referentes a cada sentença. Verificamos que as sentenças apresentadas três vezes apresentaram, em média, maior número de respostas corretas, indicando uma eficácia da estratégia de aprendizagem baseada na somação temporal. Contudo, também verificamos que a sentença mais lembrada foi apresentada apenas uma vez, e que outras seis sentenças apresentadas apenas uma vez obtiveram maior número de respostas corretas que a média das sentenças apresentadas três vezes, o que indica a possibilidade de maior eficiência das estratégias de somação espacial.

Palavras-chave: Memória; Aprendizagem; Somação temporal; Somação espacial; Repetição; Relevância.

* Biomédico – Laboratório de Neurobiologia do Estresse e Depressão do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP).

** Biomédico – Hospital das Clínicas de Botucatu pela FAMESP; especialista em imageologia (tomografia computadorizada, ressonância magnética e angiografia intervencionista).

*** Biomédico – Departamento de Vigilância Sanitária da Prefeitura do Município de Itapevi – SP.

**** Departamento de Educação, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil. *E-mail*: apj@ibb.unesp.br

O estudo da aprendizagem e da formação de memória pode ocorrer tanto em uma abordagem psicológica quanto em uma abordagem fisiológica. Na primeira, são utilizados determinados tipos de estímulo, apresentados de certa maneira para os sujeitos, sendo observados e analisados seus comportamentos decorrentes da aprendizagem e da memorização da informação carregada pelo estímulo. Na abordagem fisiológica tem-se elaborado um modelo dos processos moleculares inter e intraneuronais que dão suporte aos mesmos fenômenos, utilizando-se técnicas experimentais para se identificar os principais fatores envolvidos na formação da memória.

Neste trabalho, que consiste em replicação de um experimento cognitivo realizado anteriormente no mesmo contexto (BARROS *et al.*, 2011), formulamos e testamos uma hipótese a respeito da formação da memória relacionada com ambas abordagens, psicológica e fisiológica. A formação da memória declarativa pode ocorrer ao menos em duas estratégias, seja pela apresentação única de um estímulo interessante (HUANG *et al.*, 2007; MIYAKOSKI *et al.*, 2007), seja pela apresentação repetida de um estímulo que pode ser ou não de interesse (KUNAR *et al.*, 2008). Partindo de um modelo no qual são representados mecanismos moleculares elementares envolvidos no processo de aprendizagem e na formação de memória, formulamos e comparamos duas estratégias cognitivas utilizadas na prática educacional, baseadas ora na repetição das informações ora na apresentação de mensagens que ativam uma variedade de vias cognitivas e afetivas dos sujeitos. Procuramos também avaliar qual dessas duas estratégias seria mais eficaz, tendo em vista que são frequentemente utilizadas por professores e alunos, não só no ensino superior, mas em todos os níveis do sistema educacional.

Aspectos básicos da Potenciação de Longo Termo

Donald Hebb (1949) propôs o entendimento dos processos de aprendizagem em termos de uma regra, que veio a ser conhecida como “Lei de Hebb”. Essa lei estabelece que a ativação concomitante de dois ou mais neurônios tem como efeito uma mudança metabólica nos mesmos, levando, no tempo, ao fortalecimento de suas conexões, isto é, levando a um crescimento de seus dendritos e axônios, reforçando as sinapses já existentes, e formando novas sinapses entre eles. Já aqueles neurônios que não são ativados concomitantemente com outros tenderiam à degenerescência, diminuindo sua conectividade (a qual normalmente se situa na faixa de milhares de conexões para cada neurônio), e, conseqüentemente, o seu peso na determinação das funções executadas pela rede neuronal. Estudos

de neurofisiologia da formação da memória, a partir da década de 1960, vieram trazer confirmação experimental para a Lei de Hebb. Esse processo foi chamado de Potenciação de Longo Termo – do inglês “Long-Term Potentiation”, LTP – (CITRI; MALENKA, 2007). Inicialmente, tais estudos eram feitos com culturas de células “*in vitro*”. Aplicando-se repetidamente um estímulo elétrico a tais células, gerava-se nelas, a cada vez, uma ativação elétrica, que persistia por breve tempo e decaía. Entretanto, observou-se, ao longo do tempo, que a estimulação repetida havia criado uma “potenciação” da célula, ou seja, uma memória, de modo que a célula tinha se tornado mais sensível à estimulação, portanto, a mesma resposta poderia, então, ser obtida com uma estimulação de menor magnitude. Gradativamente, na pesquisa sobre a LTP, foram sendo elucidados os mecanismos moleculares subjacentes à formação da memória de longo termo, ao mesmo tempo em que se passava dos modelos artificiais para o entendimento do processo de formação de memória no cérebro vivo.

Consideremos uma sinapse constituída de dois neurônios, pré-sináptico e pós-sináptico. Do neurônio pré-sináptico nos interessa principalmente o terminal axonal, onde se localizam vesículas contendo neurotransmissores. Quando o sinal elétrico proveniente do corpo deste neurônio atinge o terminal axonal, essas vesículas se rompem, lançando os neurotransmissores na fenda sináptica. Após se difundirem pela fenda sináptica, os neurotransmissores se ligam a receptores, localizados no dendrito do neurônio pós-sináptico. Alguns desses receptores controlam canais de íons, razão de serem denominados de receptores ionotrópicos. Outros controlam cadeias de sinalizadores compostas de outras proteínas, moléculas e íons, que afetam o metabolismo do neurônio pós-sináptico, sendo, nesse caso, denominados de receptores metabotrópicos (MAO; WANG, 2008).

O que nos interessa destacar é que a excitação repetida de dois neurônios gera mudanças moleculares, como a fosforilação de receptores de membrana. Concomitantemente, podem ser deflagrados processos duradouros no interior do neurônio pós-sináptico, como a ativação de cadeias de sinais a partir de receptores metabotrópicos, vindo a afetar a expressão dos genes, e alterando o perfil das proteínas geradas na célula.

A necessidade de estimulação repetida no tempo pode ser questionada, tendo em vista que nos experimentos clássicos tal repetição era feita de modo artificial. Considerando-se as condições naturais nas quais ocorre a aprendizagem e a formação de memória, colocamos a seguinte questão: como é possível a aprendizagem “*in vivo*”, sabendo-se que muitas vezes a apresentação única de um estímulo é capaz de produzir uma experiência marcante, e uma memória duradoura?

Para responder a essa pergunta, é capital introduzir aqui as noções de “somação temporal” e “somação espacial” (LENT, 2004). O processo artificial pelo qual se gera a LTP constitui uma somação temporal, pela qual um estímulo repetido no tempo produz, de forma cumulativa e por meio de uma única via excitatória, uma despolarização da membrana do neurônio pós-sináptico. Já a somação espacial diz respeito ao caso, frequente no cérebro, em condições naturais, em que diversos estímulos excitatórios simultâneos se somam, para produzir a despolarização.

Método

Neste estudo analisamos a formação de memória de curto prazo, mensurando a retenção de informações em um período de poucos (5 a 10) minutos. Trata-se aqui da memória declarativa (ou explícita), aquela que os alunos explicitam por meio da linguagem, pois é esse o tipo de memória que é frequentemente utilizada no contexto da educação formal. Assumimos que a repetição de um estímulo que ativa repetidamente uma única via excitatória geraria uma somação temporal, enquanto a apresentação única de um estímulo que ativa concomitantemente mais de uma via geraria uma somação espacial. Em ambos os casos, em situações realistas, pode ocorrer ativação de diversas vias, sensoriais, cognitivas e emocionais, relacionadas a cada estimulação. A diferença entre os tipos de processos estudados diz respeito ao padrão de potenciação de membrana da população de neurônios envolvidos na formação da memória declarativa. Em um caso, o mecanismo envolvido é o de excitação repetida da(s) mesma(s) via(s) e, no outro caso, é o da excitação de diversas vias convergentes uma única vez – assumindo-se que no segundo caso haja maior número de vias convergentes envolvidas. Ambas as modalidades excitatórias poderiam gerar efeitos de aprendizagem e formação de memória. Perguntamos, então: qual deles seria mais eficiente no contexto da educação formal?

Uma possível resposta para a pergunta feita anteriormente – que corresponde à hipótese por nós levantada – é que a apresentação única de um estímulo relevante, saliente e/ou interessante para um sujeito, poderia desencadear uma ativação de múltiplas vias excitatórias, abrangendo uma diversidade de sistemas cerebrais, que convergiriam para determinadas regiões, nas quais promoveriam uma ativação por somação espacial, que seria equivalente ou mesmo mais robusta que a repetição, ao longo do tempo, de um estímulo irrelevante, não saliente e/ou desinteressante (o qual, supostamente, afetaria as regiões de formação de memória através de um menor número de vias excitatórias). Por exemplo, em certos casos, um grupo

de neurônios da amígdala (YU *et al.*, 2008) é ativado acima de certo limiar, eliciando uma determinada sensação, apenas quando recebem conjuntamente sinais excitatórios tanto de neurônios sensoriais quanto de neurônios hipocampais. Portanto, devemos admitir a possibilidade de que um estímulo singular atinja o cérebro de forma a desencadear um processo excitatório por diferentes vias de diversos sistemas cerebrais, que ao convergirem resultarão na ativação de determinados grupos de neurônios.

Para testar nossa hipótese, preparamos um exercício e o aplicamos em graduandos de quatro cursos do Instituto de Biociências da Unesp, *campus* de Botucatu: Ciências Biológicas (Licenciatura período noturno e Bacharelado/Licenciatura período integral), Ciências Biomédicas e Física Médica, uma população cuja faixa etária se situa majoritariamente entre 18 e 25 anos, sem predominância de gênero em seu total, constituindo, portanto, um grupo relativamente homogêneo.

Elaboramos 15 sentenças com média de 8,9 palavras e 56,60 caracteres, versando sobre temas que poderiam ou não ser de interesse dos alunos. Para tal, nos embasamos em um dos princípios utilizados para testes de inteligência, que é a contextualização (SILVA, 2003). Foi realizado um experimento piloto com cinco voluntários, também alunos de graduação do mesmo Instituto, porém, de turmas diferentes das acima citadas, os quais julgaram que aspectos seriam relevantes, salientes e/ou interessantes em cada sentença, desse modo, possibilitando correções de ambiguidades semânticas das sentenças, e subsidiando nossa discussão dos resultados.

Das 15 sentenças, as supostamente desinteressantes foram apresentadas três vezes ou uma vez como controle, e todas as supostamente interessantes foram apresentadas uma única vez. O exercício foi composto de uma apresentação automatizada de *slides* em multimídia, cada uma contendo apenas uma sentença, com duração de sete segundos (SREENIVASAN *et al.*, 2007) por quadro (QUADRO 1), totalizando, assim, 25 sentenças, sendo 5 repetidas três vezes e 10 apresentadas apenas uma vez. A ordem de apresentação foi aleatória, assegurando-se apenas que as sentenças repetidas não fossem apresentadas em sequência.

SENTENÇAS	
Apresentadas 3x	Apresentadas 1x
5 sentenças	10 sentenças

QUADRO 1: Esquema da organização da elaboração das sentenças

Fonte: Dados da pesquisa

As sentenças e o respectivo número de apresentações foram os seguintes:

1. Chimpanzé fumante vive 10 anos a mais que a média da espécie. (uma vez)
2. Financiadora é processada por aplicar restrições anticompetitivas. (três vezes)
3. Vale abre inscrição de estágio com bolsa de até R\$ 900. (uma vez)
4. Toshiba vai vender televisores para países ibéricos. (uma vez)
5. Na Namíbia, apoio a Nujoma sobe para 65 por cento após rebelião. (três vezes)
6. Caetano Veloso apoiou candidata a presidente. (uma vez)
7. Chalé da construtora Arouca tem vista privilegiada. (três vezes)
8. Descoberta mina de carvão na Eslováquia. (uma vez)
9. Piloto francês pretende não voltar para a Fórmula 1 em 2011. (três vezes)
10. Brasil prepara plano contra o turismo sexual durante a Copa de 2014. (uma vez)
11. Ambev compra Burger King por R\$ 7 bilhões. (três vezes)
12. A Unesp elabora propostas de integração de seus currículos buscando mobilidade estudantil. (uma vez)
13. Sorvete de creme de leite ganha concurso de sabores. (uma vez)
14. Mercado naval movimentou R\$ 2 bilhões. (uma vez)
15. Colômbia apresenta festival de pipas na Expo 2010. (uma vez)

Para aferir a memorização das informações, elaboramos um questionário com 15 questões objetivas, cada uma referente a uma das sentenças apresentadas. Procuramos elaborar as questões de modo que as respostas corretas demandassem o resgate de uma mesma quantidade de informação (expressa entre um a três termos). As questões e suas respostas consideradas corretas são as que seguem:

1. Quantos anos o chimpanzé fumante vive mais que a média da espécie?
R.: 10.
2. Porque a financiadora foi processada?
R.: Anticompetitividade.
3. Qual empresa oferece bolsa de estágio de até R\$ 900?
R.: Vale.
4. Para quais países a Toshiba vai vender seus televisores?
R.: Ibéricos.
5. Qual a porcentagem de apoio a Nujoma após rebelião?
R.: 65.
6. Quem apoiou candidata a presidente?
R.: Caetano Veloso.

7. Qual é a construtora cujos chalés têm vista privilegiada?

R.: Arouca.

8. Onde foi descoberta uma mina de carvão?

R.: Eslováquia.

9. Qual o país de origem do piloto que diz não voltar à Fórmula 1?

R.: França.

10. Cite um plano do Brasil para a Copa de 2014.

R.: Contra turismo sexual.

11. Por quanto a Ambev comprou o Burger King?

R.: R\$ 7 bilhões.

12. Porque a Unesp elabora propostas de integração de seus currículos?

R.: Mobilidade.

13. Que sorvete ganhou o concurso de sabores?

R.: Creme de leite.

14. Que mercado movimentou R\$ 2 bilhões?

R.: Naval.

15. Onde ocorreu o festival de pipas?

R.: Colômbia.

Um total de 84 sujeitos, alunos de quatro cursos de graduação do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu – Ciências Biológicas período integral, Ciências Biológicas licenciatura noturna, Física Médica e Ciências Biomédicas, participaram da pesquisa. O experimento cognitivo ocorreu durante períodos de aulas sob responsabilidade do professor Alfredo Pereira Jr., a partir do projeto aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa da Faculdade de Medicina da Unesp (Faculdade de Medicina de Botucatu – Processo nº. 237/2010). Os alunos foram convidados à participação voluntária e anônima no experimento, sendo que os que concordaram leram e assinaram o Termo de Consentimento. Os alunos que não quiseram participar não sofreram prejuízo em termos do cômputo de frequência às aulas ou em sua avaliação nas disciplinas.

Após a apresentação dos *slides*, entregamos, para cada aluno, uma folha contendo o questionário. Os dados obtidos foram analisados quantitativamente, calculando-se as médias de acerto dos grupos de sentenças apresentadas uma e três vezes, e comparações entre ambas as médias e entre número de respostas corretas obtidas para sentenças individuais.

Resultados

No delineamento experimental, procuramos uma equivalência, em média, dos tamanhos das palavras e caracteres das sentenças e das respostas a serem memorizadas. As 25 sentenças apresentadas nos *slides* foram divididas em duas categorias, apresentadas uma vez e apresentadas três vezes. No GRÁFICO 1, mostramos os cálculos da porcentagem de respostas corretas por sentença.

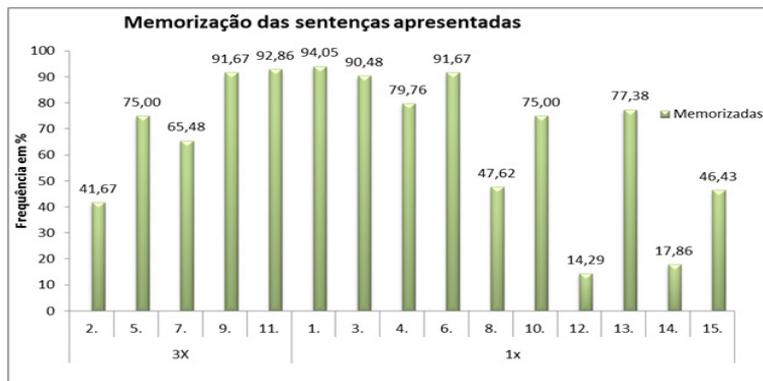


GRÁFICO 1: Comparação da memorização entre as sentenças e seus respectivos agrupamentos por número de apresentação.
Fonte: Dados da pesquisa.

A frequência de acertos das sentenças apresentadas três vezes foi maior que das sentenças apresentadas uma vez (GRÁFICO 2), porém, comparando individualmente cada sentença apresentada uma vez com a média das apresentadas três vezes, verifica-se que houve sentenças apresentadas apenas uma vez que obtiveram um maior índice geral de memorização.



GRÁFICO 2: Gráfico comparativo entre a média total relativa e as médias relativas de respostas corretas (memorização) relativas às sentenças apresentadas três vezes e uma vez.
Fonte: Dados da pesquisa.

Comparamos, então, a média de memorização das sentenças apresentadas três vezes com aquelas que foram apresentadas apenas uma vez (GRÁFICO 3). Verificou-se que seis sentenças obtiveram índice de memorização acima da média de memorização das sentenças apresentadas três vezes.

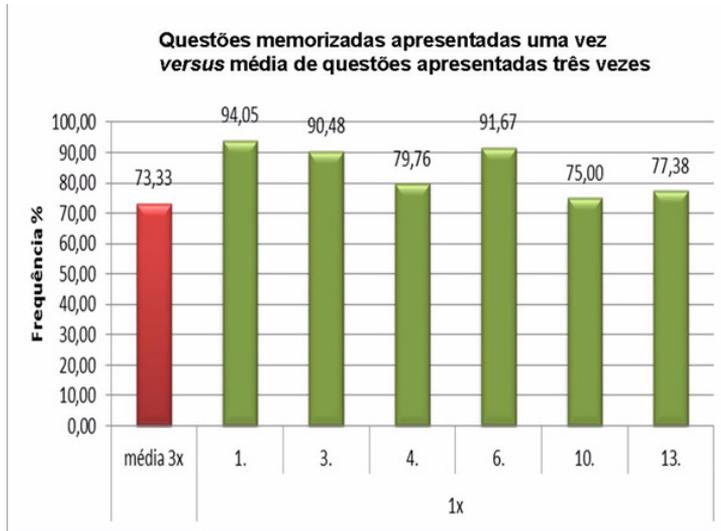


GRÁFICO 3: Gráfico comparativo entre a média de memorização das sentenças apresentadas três vezes e cada sentença apresentada uma vez que foi lembrada acima daquela média.

Discussão

No processo de aquisição de informações que podem aceder à memória – em nosso experimento, as informações apresentadas nos *slides* –, consideramos tanto os eventos externos (o ambiente em torno do sujeito) quanto os eventos internos (processos cognitivos e afetivos do sujeito). Cada evento externo pode se associar com eventos internos do sujeito para a aquisição e sua retenção temporária, conforme mostrado no diagrama da FIGURA 1.

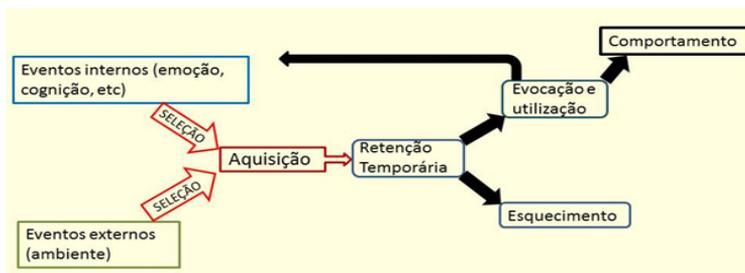


FIGURA 1: Esquema da operação dos sistemas de memória (adaptado de LENT, 2004)

Fonte: Elaborado pelos autores

A somação temporal foi, na média, mais eficaz. Mas a somação espacial, dependendo do impacto do estímulo nos sujeitos, pode ser mais eficiente, como é o caso da sentença 1 (apresentada uma vez), que foi a mais lembrada de todas em termos absolutos. Possivelmente, essa sentença provocou nos sujeitos uma ativação de um maior número de vias neuronais excitatórias, que fortaleceram o processo mnemônico. Quando evocada a memória declarativa por meio do questionário, foi verificado nas respostas dos sujeitos que houve uma eficiente e eficaz memorização da informação solicitada.

É sabido que a coativação de uma diversidade de vias neuronais excitatórias facilita a formação da memória e da respectiva lembrança, como descrito pela Lei de Hebb e confirmado – para a memória de longo prazo – pelos estudos da LTP. Entre os fatores que participam desse processo estão os componentes emocionais e a atenção, que podem contribuir para a somação espacial. Neste estudo, procuramos descartar outros fatores que poderiam prejudicar a comparação entre as duas estratégias focalizadas, correspondendo à somação temporal e espacial.

Para cada sentença apresentada uma vez e mais lembrada que a média geral, elaboramos, a partir do experimento piloto, possíveis interpretações de seus aspectos semânticos que favoreceram o processo de somação espacial:

Sentença 1: Chimpanzé fumante vive 10 anos a mais que a média da espécie.

Essa sentença apresenta uma riqueza de aspectos semânticos para os alunos, que estão no contexto de um Instituto de Biociências. Além de se referir a um animal cujo comportamento é de grande interesse para a etologia, o mesmo apresenta o comportamento inusitado de aderir a um vício humano. Esse aspecto possivelmente induz à ideiação de um chimpanzé fumando. Além de a imagem ser inusitada, também entra em conflito com uma ideia bem estabelecida (fumar faz mal a saúde), pois o primata tem sobrevida superior ao esperado na média da espécie. Devemos ainda considerar a posição dessa sentença na sequência de *slides*, favorecendo o efeito de primazia, que poderia ser também um componente da estratégia de somação espacial (uma maior disponibilidade do sistema mnemônico, o qual, no início da apresentação, não se encontrava saturado de informações, favoreceria a ativação de maior diversidade de vias excitatórias).

Sentença 3: Vale abre inscrição de estágio com bolsa de até R\$ 900.

A palavra “estágio” desperta o interesse de grande parte dos alunos. Além de vislumbrarem uma cifra de 900 reais, que é alta para os padrões de estágio atuais da área biológica, os alunos criam certa expectativa emocional, possivelmente adicionando a ativação de parte do sistema límbico como via excitatória de reforço da memorização. Pode ser também que os sujeitos se lembrem do nome “Vale” porque é o primeiro termo a aparecer. Isso se dá pelo fato de ser uma empresa brasileira em que muitos alunos da área poderiam atuar.

Sentença 4: Toshiba vai vender televisores para países ibéricos.

Os países ibéricos podem ter sido lembrados porque evocam um conhecimento estudado no ensino básico e que causam impacto devido ao fato de que o Brasil tem relações históricas com esses países. A pré-ativação pode ter feito com que evocassem outras lembranças que seriam comuns a um estudante brasileiro.

Sentença 6: Caetano Veloso apoiou candidata a presidente.

Essa sentença evoca conhecimentos da música e pode ter fortalecido a via de memorização pelo córtex auditivo e o córtex visual quando associada a imagem do cantor ao seu nome. Além disso, o experimento foi realizado em época de eleições presidenciais.

Sentença 10: Brasil prepara plano contra o turismo sexual durante a Copa de 2014.

Aqui se relata um fato que evoca emoção porque diz respeito à nacionalidade: o evento da Copa no Brasil, um motivo de orgulho e ansiedade, evoca reações emocionais. A parte da sentença que necessitaria ser declarada pode ter sido memorizada por se tratar de sentimento sexual e de vergonha, pois turismo sexual é colocado pela sociedade como aspecto negativo e fere a nacionalidade do sujeito.

Sentença 13: Sorvete de creme de leite ganha concurso de sabores.

Essa sentença pode ter sido reforçada por seu conteúdo hedônico, por se tratar de um sabor conhecido, podendo gerar reações como salivação e desejo.

Conclusão

Verificamos que as sentenças apresentadas três vezes apresentaram, em média, maior número de respostas corretas, indicando uma maior **eficácia** de estratégias de memorização baseadas na somação temporal. Contudo, também verificamos que a sentença mais lembrada de todas foi apresentada apenas uma vez, e que outras cinco sentenças apresentadas apenas uma vez obtiveram maior número de respostas corretas que a média das sentenças apresentadas três vezes, o que indica a possibilidade de maior **eficiência** das estratégias cognitivas que se utilizam da somação espacial, desde que as informações veiculadas e respectivas modalidades de apresentação atinjam os alunos em uma diversidade de vias convergentes.

Como houve, relativamente, um alto índice de lembrança de algumas questões apresentadas apenas uma vez (em meio à sequência de 25 *slides*), sugerimos que as mesmas apresentariam maior grau de relevância, saliência e/ou interesse para os sujeitos, arregimentando uma diversidade de vias convergentes. Nesse caso, teriam maiores chances de serem consolidadas e virem a ser lembradas a médio e longo prazo, enquanto as informações menos relevantes ou salientes e/ou desinteressantes, retidas por meio da repetição das sentenças, teriam menores chances de serem consolidadas. Portanto, para que possamos melhor entender as implicações deste estudo para a prática educacional, seria interessante realizar replicação na qual se mensure, por meio de questionário equivalente ao utilizado, a retenção das informações em um prazo mais longo (por exemplo, no dia ou na semana seguinte), uma vez que o que se almeja no processo ensino-aprendizagem é a consolidação dos conhecimentos de forma duradoura.

Em síntese, neste estudo testamos hipótese de caráter interdisciplinar, obtendo resultados que permitem um melhor entendimento de duas estratégias cognitivas e aperfeiçoamento do método adotado. Julgamos necessário realizar novas replicações do experimento, tendo em vista comparar não só os efeitos das estratégias na memória de curto prazo, mas também na memória consolidada.

Abstract

In this essay, we analyze the formation of short-term declarative memory under conditions which correspond to temporal and spatial summation. We presented to four groups of university students a sequence of slides, with the duration of 7 seconds each, containing sentences (one for each slide) that could be of greater or lesser interest to them. There was a total of 25 sentences, of which 5 were repeated three times, and the remaining 10 sentences were presented randomly only once. After presenting the sentences, the subjects answered a written questionnaire about each one of them. Analyzing the answers, we found that the repeated sentences eliciting temporal summation were on average more efficacious to form short-term memories, but some of the sentences presented just one time were more remembered than sentences presented three times. This result suggests that spatial summation may be more efficient to form such memories, if the stimulus and the form of presentation are sufficiently powerful to elicit a variety of converging learning pathways for the subjects.

Key words: Memory; Learning; Temporal summation; Spatial summation; Repetition; Relevance.

Referências

BARROS, R.F.; SANTOS, R. P.; FURLAN, F. A., CAMILO, L. A.; PEREIRA JR., A. Efeitos de relevância versus repetição de estímulo linguístico na indução da memória declarativa. **Neurociências**, Botucatu, v. 7, n. 1, p. 6 -19, 2011.

CITRI, A.; MALENKA, R. C. Synaptic plasticity: multiple forms, functions, and mechanisms. **Neuropsychopharmacology Reviews**, p. 1-24, 2007.

HEBB, D. **The organization of behavior**. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1949.

HUANG, X.; LU, H.; TJAN, B. S.; ZHOU, Y.; LIU, Z. Motion perceptual learning: when only task-relevant information is learned. **Journal of Vision**, v. 7, n. 14, p. 1-10, 2007.

KUNAR, M. A.; FLUSBERG, S.; WOLFE, J. M. The role of memory and restricted context in repeated visual search. **Percept Psychophys**, v. 70, n. 2, p. 314-328, 2008.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios**: conceitos fundamentais de

neurociência. São Paulo: Atheneu, 2004.

SMAO, W.; WANG, Y. The active inhibition for the processing of visual irrelevant conflict information. *International Journal of Psychophysiology*, v. 67, n. 1, p. 47-53, 2008.

MIYAKOSHI, M.; NOMURA, M.; OHIRA, H. An ERP study on self-relevant object recognition. *Brain Cognition*, v. 63, n. 2, p. 182-189, 2007.

SILVA, José Aparecido. **Inteligência humana**: abordagens biológicas e cognitivas. Ribeirão Preto: Lovise, 2003

SREENIVASAN, K. K.; Katz, J.; JHA, A.P. Temporal characteristics of top-down modulations during working memory maintenance: an event-related potential study of the N170 component. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 19, n. 11, p. 1836-1844, 2007.

YU, S.Y.; WU, D.C.; LIU, L.; GE, Y.; WANG, Y.T. Role of AMPA receptor trafficking in NMDA receptor-dependent synaptic plasticity in the rat lateral amygdala. *Journal of Neurochemistry*, n. 106, v.2, p. 889-899, 2008