

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**Efeitos de Relevância Versus Repetição de Estímulo  
Lingüístico na Indução da Memória Declarativa**

Rafael Peres dos Santos

Botucatu  
2008

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**Efeitos de Relevância Versus Repetição de Estímulo  
Lingüístico na Indução da Memória Declarativa**

**Autor:** Rafael Peres dos Santos

**Orientador:** Alfredo Pereira Jr.

Trabalho de Iniciação  
Científica apresentado ao  
Departamento de  
Educação como parte dos  
requisitos para obtenção  
do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas -  
Modalidade Médica.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
*BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS*

Santos, Rafael Peres dos.

Efeitos de relevância versus repetição de estímulo lingüístico na indução da memória declarativa / Rafael Peres do Santos. - Botucatu [s.n], 2008.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Ciências Biológicas – Modalidade médica) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008

Orientador: Alfredo Pereira Junior

1. Neurobiología molecular 2. Aprendizagem

Palavras-chave: Aprendizagem; Memória; Potencialização de longa duração; Relevância; Repetição

## Relatório

Árdua foi a minha transição para o ensino superior. Novos obstáculos, e outros não tão novos, fizeram esse passo do meu aprendizado se tornar intenso em suas dores e prazeres. Justamente por sentir-me desconfortável na Universidade, pude enxergar alguns fatores que têm causado problemas de aprendizado para, se não a maioria, uma importante parcela da população discente do Instituto de Biociências de Botucatu.

O aproveitamento em disciplinas como evolução, imunologia e fisiologia, deu-me não só as ferramentas, como também a necessidade de estudar cientificamente o comportamento dos alunos universitários frente aos seus empecilhos acadêmicos.

O prof. Dr. Alfredo Pereira Jr. gentilmente atendeu-me, o meu companheiro de estágio Rafael Fernandes Barros e duas colegas de curso para auxiliar-nos a seguir carreira acadêmico-científica em neurociências. Por meio dessa conversa surgiu a proposta desse trabalho, agregando os conhecimentos científicos de neurociências para a aplicação na área da educação.

Ao abraçarmos esse projeto, eu e meu companheiro iniciamos um estudo teórico em neurociências utilizando como livros base Lent, 2004 e Kandel, 2003. Enfocamos o estudo na fisiologia, biologia celular, vias nervosas visuais e comportamento ligado ao aprendizado e a memória. Apresentávamos os conhecimentos adquiridos e as dúvidas acumuladas ao orientador com frequência de um capítulo por semana.

O segundo semestre correu conosco procurando, lendo e discutindo artigos ligados ao tema e indicados na bibliografia do trabalho; realizando o teste cognitivo cerne e escrevendo nossas monografias.

Estagiar acompanhado por um colega de classe e orientado por um filósofo neurocientista tornou-se uma atividade deveras proveitosa por unir o conhecimento, experiência e observações de três pessoas para o mesmo objetivo, constituindo um exercício de maturidade e intenso aprendizado científico e pessoal.

Os resultados obtidos no nosso teste cognitivo indicam que pode haver um problema de aprendizado acadêmico devido ao excesso do que os estudantes chamamos de “decoreba”, ou seja, uso forçado da memória para decorar uma informação através das repetições de leitura. Há muitas reclamações por parte dos alunos contra essa situação, pois as informações memorizadas por essa técnica exigem muito esforço, desgastando intelectualmente seus praticantes. Além disso, o conhecimento adquirido é mantido por pouquíssimo tempo, sendo, em sua maioria, esquecido poucos dias após a resolução das provas; não sendo, pois, a melhor técnica para a formação de um profissional.

A formatação do artigo segue as normas da revista eletrônica **Ciências & Cognição** tal qual nos foi apresentado até a presente data no site “<http://www.cienciasecognicao.org/>”, por pretendermos publicar nesta revista esse trabalho posteriormente.

Espero que esse trabalho e seus dados obtidos possam ser úteis para posteriores estudos a respeito do comportamento de alunos, para a melhoria do sistema educacional brasileiro e/ou para ajudar colegas universitários que também desaprovam esse modelo de formação.

## **Agradecimentos**

- Pai e mãe, como não poderia deixar de ser, meus primeiros e maiores agradecimentos vão para vocês, que sempre me apoiaram e, através de todos esses anos de trabalho duro, deram as condições para que chegasse até aqui. Espero que esse trabalho sirva para vos dar orgulho de mim. Minha irmã linda, obrigado por ter nascido nessa família e ter trazido toda essa alegria e brilho.
- Meu colega de estágio, Rafael Fernandes Barros, obrigado pelo companheirismo e competência nesse trabalho.
- Meu orientador, Alfredo Pereira Jr., obrigado por ter me mostrado como fazer ciência sem deixar de ser humano. Agradeço também Fábio Augusto Furlan, nosso co-orientador não oficial. Somo nesse parágrafo os agradecimentos a muitos professores do ensino médio que despertaram minha intelectualidade com crítica e justeza.
- Meus companheiros de república obrigado por terem tornado a K.K. o meu lar em Botucatu.

O sábio não tem conceitos inflexíveis. Adapta-se aos dos outros.  
Para ganhar conhecimento, adicione coisas todos os dias. Para ganhar sabedoria,  
elimine coisas todos os dias.

**Lao Tsé**

# Efeitos de Relevância Versus Repetição de Estímulo Linguístico na Indução da Memória Declarativa

*Effects of Relevance 'Versus' Repetition of Language Stimulus in the Induction of Declarative Memory*

## Resumo

No modelo de aprendizagem identificado pela sigla *LTP* (do inglês “*Long-Term Potentiation*”), elaborado no contexto da neurobiologia molecular, a abertura do canal NMDA (N-Metil-D-Aspartato) para a entrada do íon cálcio no neurônio pós-sináptico, induzindo a formação de memória, depende da ocorrência de dois eventos excitatórios, seja a ativação repetida do neurônio pós-sináptico por um único neurônio (Alternativa 1), seja a ativação concomitante por dois neurônios pré-sinápticos (Alternativa 2). Para testar estas alternativas, no âmbito da Psicologia Cognitiva, apresentamos para 73 alunos universitários uma seqüência de slides, com duração de 6 segundos cada, contendo afirmações (uma por slide) consideradas relevantes ou irrelevantes para os sujeitos. As frases relevantes (R1) foram apresentadas apenas uma vez, enquanto as irrelevantes foram divididas em três grupos, sendo o primeiro composto de frases apresentadas apenas uma vez (Grupo I1), o segundo de frases apresentadas três vezes (Grupo I3) e o terceiro de frases apresentadas cinco vezes (Grupo I5). Conjecturamos que as frases relevantes apresentadas uma única vez seriam capazes de mobilizar duas ou mais vias excitatórias (correspondendo à Alternativa 2 acima), enquanto as frases irrelevantes repetidas mobilizariam mais de uma vez uma mesma via (Alternativa 1). Após a apresentação dos slides, os sujeitos responderam por escrito a um questionário contendo perguntas a respeito de cada frase. Os resultados obtidos indicam uma prevalência de respostas corretas do grupo R1 sobre os demais, sugerindo que o fator relevância tem maior peso que o fator repetição na indução da memória declarativa.

**Palavras-chave:** potenciação de longa duração; memória; aprendizagem; relevância; repetição.

## Abstract

*In the LTP (Long-Term Potentiation) model of learning and memory formation, elaborated in the context of molecular neurobiology, the opening of NMDA (N-Methyl-D-Aspartate) channels to entry of calcium ions into the post-synaptic neuron depends on two excitatory events: the repeated activation of the post-synaptic neuron by only one pre-synaptic neuron (Alternative 1), or its concomitant activation by two or more pre-synaptic neurons (Alternative 2). With the purpose of testing these alternatives, in the context of Cognitive Psychology, we presented to 73 university students a sequence of slides, with the duration of 6 seconds each, containing sentences*

*(one for each slide) considered as being relevant or irrelevant for the subjects. Relevant sentences (R1) were presented only one time, while irrelevant ones were divided in three groups: the first one with sentences presented only one time (I1), the second with sentences presented three times (I3) and the third with sentences presented five times (I5). We conjectured that relevant sentences presented only one time would mobilize two or more brain excitatory pathways (corresponding to Alternative 2 above), while repeated irrelevant sentences would progressively activate the same sensory pathway. After the presentation of the sentences, the subjects answered a written questionnaire with questions about each presented sentence. The results indicate a prevalence of correct answers to R1 over I1, I3 and I5, suggesting that the relevance factor has greater weight than repetition in the induction of declarative memories.*

**Keywords:** long-term potentiation; learning; memory; relevance; repetition.

## **1. Introdução**

O estudo da aprendizagem e formação de memória de longo prazo 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 um sujeito, sendo observados e analisados os comportamentos decorrentes da aprendizagem e 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, formulamos e testamos uma hipótese a respeito da formação da memória, a qual se relaciona com ambas as abordagens, psicológica e fisiológica. Partindo do modelo teórico elaborado em termos dos mecanismos moleculares envolvidos, elaboramos um exercício cognitivo, que foi apresentado para 73 alunos do ensino superior, e interpretamos os resultados assim obtidos com base naquele modelo.

A hipótese do trabalho é que a formação da memória declarativa poderia ocorrer ao menos em duas estratégias, seja pela apresentação única de um estímulo considerado relevante para o sujeito (Huang et al., 2007; Miyakoski et al., 2008), seja pela apresentação repetida (três ou cinco vezes; Kunar et al., 2008) de um estímulo considerado irrelevante. Procuramos também avaliar qual destas 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.

### **1.1. Potenciação de Longa Duração**

Donald Hebb (1949) propôs o entendimento dos processos de aprendizagem em termos de uma regra, que veio a ser conhecida como “Lei de Hebb”. Esta 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, 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.

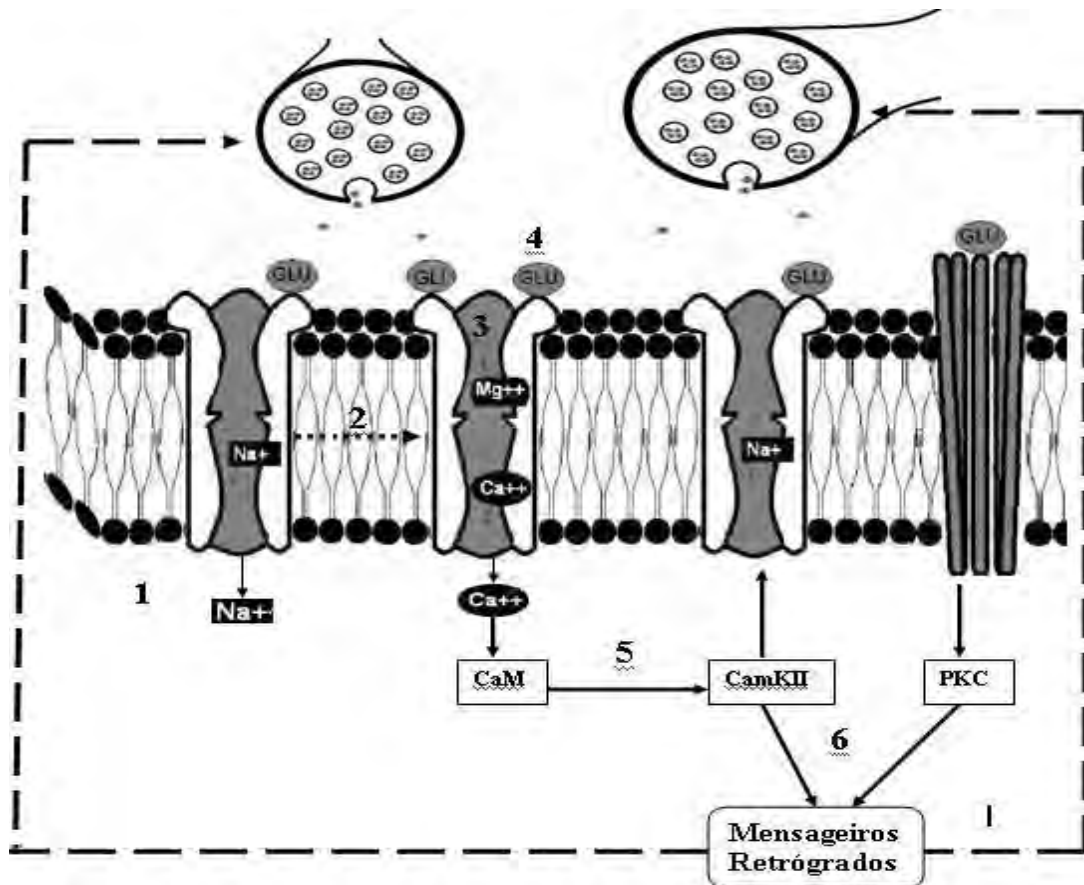
Estudos de neurofisiologia da formação da memória, a partir da década de 1960, vieram trazer confirmação experimental para a Lei de Hebb. Este processo foi chamado de Potenciação de Longa Duração (do inglês "*Long-Term Potentiation*", abreviado *LTP*; Citri e Malenka, 2007). Inicialmente, tais estudos 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, ou seja, a mesma resposta poderia então ser obtida com uma estimulação de menor magnitude.

Gradativamente, na pesquisa científica 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. Para apresentar um pouco deste progresso do conhecimento neurobiológico (para maiores detalhes, vide Kandel et al., 2003), citaremos alguns dos componentes da sinapse e de estruturas chamadas de "pós-sinápticas".

Uma sinapse é constituída basicamente de dois neurônios, o neurônio pré-sináptico e o neurônio 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, estas vesículas se rompem, lançando os transmissores, em forma de pó, na fenda sináptica. Após se difundirem pela fenda sináptica, os transmissores se ligam a receptores (proteínas), localizados no dendrito do neurônio pós-sináptico. Alguns destes 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, neste caso denominados de *receptores metabotrópicos*.

A ativação elétrica do neurônio pós-sináptico é gerada principalmente a partir da ligação de transmissores com receptores que controlam canais de íons, promovendo a abertura destes canais. O movimento de átomos eletricamente carregados através da membrana neuronal causa uma diferença de potencial entre o interior e o exterior da célula, podendo levar tanto a uma excitação da membrana, intitulada *depolarização*, quanto a uma inibição, denominada de *hiperpolarização* (Mao et al., 2008).

O que nos interessa destacar, neste artigo, é que a excitação repetida de dois neurônios gera mudanças moleculares, como a fosforilação de receptores de membrana (vide Figura 1). 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.



**Figura 1** - Potenciação de Longa Duração (LTP). Os eventos neuronais envolvidos no processo de formação da memória de longo prazo seriam basicamente os seguintes: (1) Uma primeira estimulação induz a liberação de glutamato (Glu) que se liga a receptores AMPA; (2) A atividade de AMPA acarreta uma despolarização da membrana neuronal; (3) A despolarização da membrana induz a remoção do íon  $Mg^{++}$  de receptores NMDA no mesmo neurônio; (4) Uma segunda estimulação libera Glu, que se liga a uma subunidade do receptor NMDA, induzindo a entrada de íons  $Ca^{++}$  no neurônio; (5) Os íons  $Ca^{++}$  se ligam à Calmodulina (CaM), e esta se liga a quinase dependente de calmodulina do tipo II (CaM KII), a qual fosforila outras proteínas, provocando a formação de alterações moleculares que dão suporte à memória; (6) Juntamente com a ativação de caminhos de transdução de sinais pela ativação do receptor metabotrópico do glutamato, a CaMKII induz a liberação de mensageiros retrógrado, como o óxido nítrico e derivados do ácido araquidônico, os quais se difundem no espaço intercelular e atingem o terminal axonal do neurônio pré-sináptico, fortalecendo a conexão sináptica.

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 formação de memória, colocamos a seguinte questão: como é possível a aprendizagem 'in vivo', sabendo-se que muitas vezes uma apresentação única de um estímulo é capaz de produzir uma experiência marcante, e uma memória duradoura?

Para se responder a esta pergunta, é capital introduzir aqui as noções de “somação temporal” e “somação espacial” (vide p. ex., Lent, 2004, p.129). 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 sinapse, uma despolarização da membrana do neurônio pós-sináptico. Já a somação espacial diz respeito ao caso, freqüente no cérebro em condições naturais, em que diversos estímulos excitatórios simultâneos se somam, para produzir a despolarização.

Neste trabalho assumimos, como hipótese, que a repetição de estímulo que ativa repetidamente uma única sinapse geraria um resultado de “somação temporal”, enquanto a apresentação única de um estímulo que ativa concomitantemente mais de uma sinapse geraria um resultado de “somação espacial”. 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? Em nossa pesquisa, estudamos este tipo de processo no ambiente do ensino superior.

Uma possível resposta para a pergunta feita acima é que a apresentação única de um estímulo relevante para um sujeito poderia desencadear diversas respostas cerebrais, as quais convergiriam para determinadas regiões, nas quais promoveriam uma ativação por somação espacial que seria equivalente ou mesmo mais robusta do que a repetição ao longo do tempo de um estímulo irrelevante (o qual, supostamente, afetaria as regiões de formação de memória através de uma conexão mono-sináptica). Por exemplo, em certos casos um grupo de neurônios da amígdala (Yu et al., 2008) seria ativado acima de certo limiar, elicitando uma determinada sensação, apenas quando recebem conjuntamente sinais excitatórios tanto de neurônios sensoriais quanto de neurônios hipocâmpais. 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.

## **2. Materiais e Método**

Para testar nossa hipótese, preparamos um exercício e o aplicamos durante aulas sobre Neurociência Cognitiva, ministradas para graduandos dos cursos de Ciências Biológicas (licenciatura período noturno e bacharelado/licenciatura período integral), Ciências Biomédicas e Física Médica do Instituto de Biociências de Botucatu.

Elaboramos vinte sentenças, com extensão em torno de três linhas cada, versando sobre temas que poderiam ou não ser de interesse dos alunos. O exercício foi composto de uma apresentação automatizada de slides, cada um contendo apenas uma sentença, com duração de 6 segundos (Sreenivasan et al., 2007) por quadro. Para a exibição da apresentação para os alunos, utilizamos computador e projetor multimídia.

As sentenças apresentadas pertenciam a dois grupos. O primeiro foi constituído por frases contendo informações que julgamos como sendo de interesse dos alunos, e que intitulamos “sentenças relevantes”. Este grupo era formado por 5 frases, sendo que cada uma delas foi apresentada apenas uma vez para os alunos (grupo R1). As sentenças do grupo R1 ocuparam, então, um total de 5 quadros.

O segundo grupo foi composto de sentenças contendo informações que julgamos como sendo de nenhum ou pouco interesse para a grande maioria dos alunos, totalizando 15 sentenças, que intitulamos “irrelevantes”. Estas foram divididas em 3 subgrupos de 5 sentenças cada, sendo o primeiro constituído daquelas que foram apresentadas uma única

vez (I1), o segundo daquelas que foram repetidas três vezes (I3), e o terceiro daquelas que foram repetidas cinco vezes (I5). Logo, as afirmações irrelevantes totalizaram 45 quadros.

Dessa maneira, nossa apresentação de slides totalizou 50 quadros (Anexo A). As 20 diferentes afirmações foram dispostas aleatoriamente nos 50 quadros.

Para aferir a memorização das informações, tanto das relevantes quanto das irrelevantes, elaboramos um questionário dissertativo com vinte questões objetivas, cada uma referente a uma das sentenças apresentadas (Anexo B). A ordem das questões obedeceu à seqüência em que essas afirmações apareceram na apresentação.

No início de cada aula, os alunos foram conscientizados da realização do exercício, que era adequado para a ocasião, por ilustrar conteúdo de Neurociência Cognitiva e seus métodos de pesquisa. Os alunos foram avisados que sua participação no mesmo não era obrigatória. Foi avisado também que as respostas seriam anônimas, além de não conterem informações pessoais ou constrangedoras.

Após a apresentação dos slides, fazendo um breve intervalo, entregamos para cada aluno uma folha de papel com o questionário. Um total de setenta e três alunos das quatro turmas entregaram suas respostas. Ao término do teste fornecíamos as respostas das perguntas e explicávamos o que queríamos estudar, lecionando os princípios de LTP e vias nervosas envolvidas na memorização de curto e longo prazo.

Os dados obtidos foram analisados quantitativamente de acordo com os grupos de sentenças (R1, I1, I3 e I5), procurando-se comparar a memorização obtida para as informações relevantes e irrelevantes, levando em conta também o número de repetições das sentenças irrelevantes.

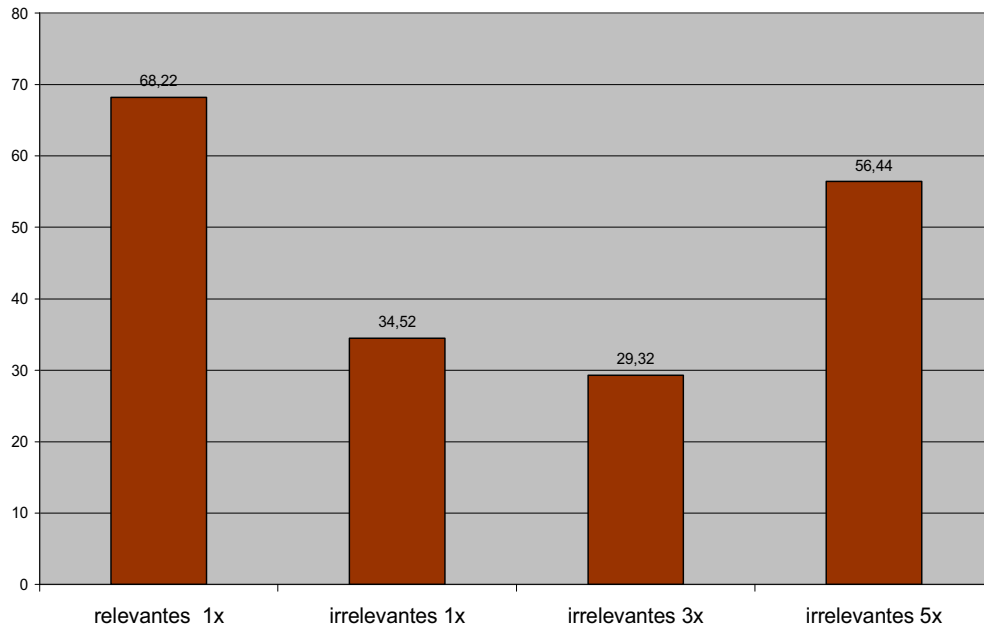
### **3. Resultados**

As questões que diziam respeito às informações relevantes, apresentadas apenas uma vez (grupo R1), foram as que tiveram maior porcentagem de acerto, obtendo uma média de 68,22% de acerto. As questões que abordavam as informações irrelevantes apresentadas uma vez (Grupo I1), foram corretamente respondidas em 34,52% dos casos. Já o grupo I3 teve média de acerto de 29,32%. Por fim, o grupo I5 alcançou 56,44% de acerto.

O gráfico a seguir, denominado “Médias gerais primárias”, permite a visualização dos dados apresentados (Gráfico 1).

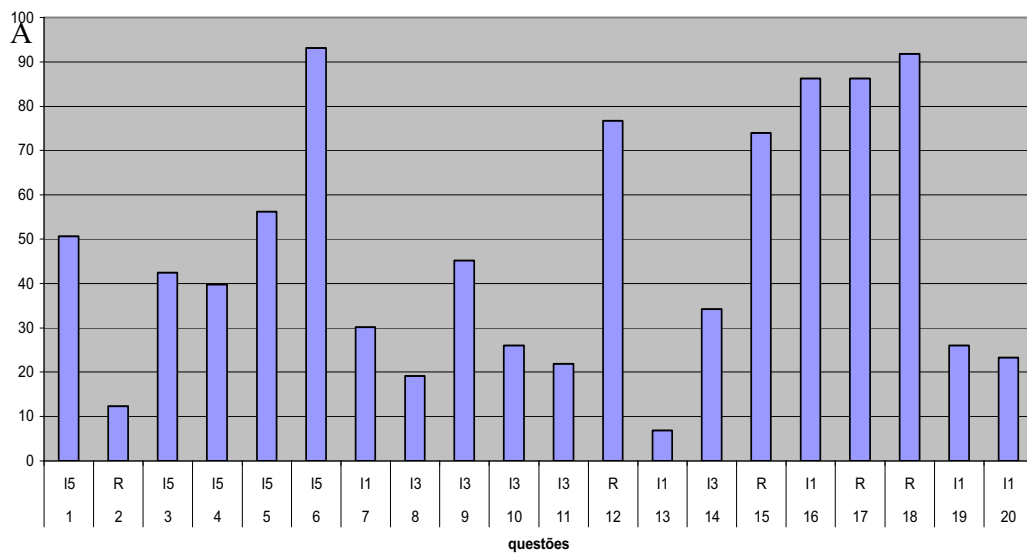
S

Gráfico 1. Médias gerais primárias



Surpreendentemente, as informações irrelevantes apresentadas três vezes (I3) foram menos lembradas do que as I1 e I5. Para entendermos a causa deste resultado, analisamos as porcentagens de acerto de cada uma das 20 questões, e assim observamos que nos grupos R1 e I1 havia uma questão que se afastava demais da porcentagem da média de seu grupo (vide Gráfico 2).

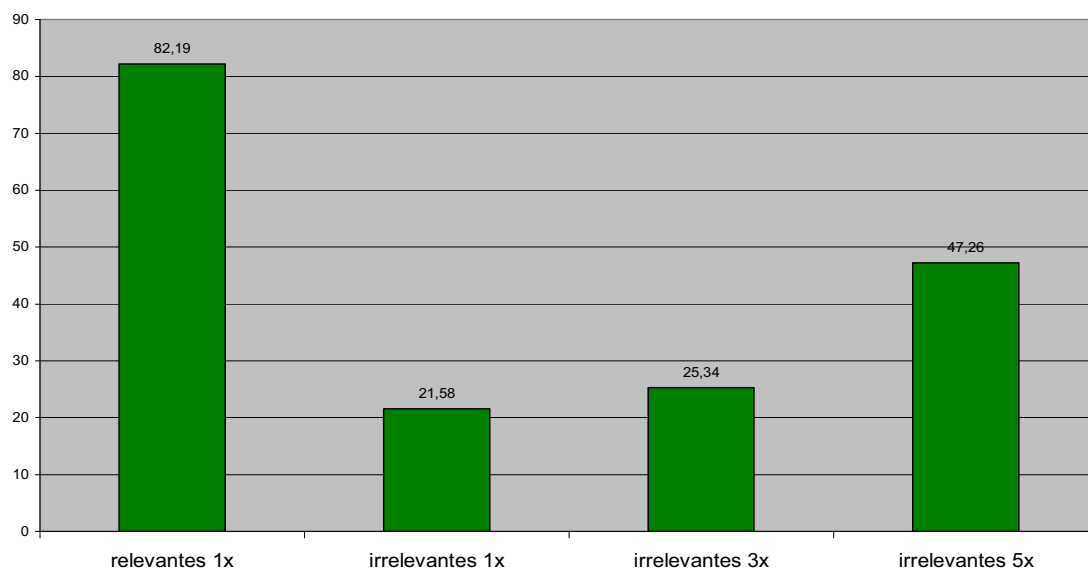
Gráfico 2. Porcentagens de acerto por questão



A questão referida (questão 2 do anexo B) pertencente a R1 teve média parcial de apenas 12,33%, de modo que achamos que a frase abordada não apresentou a relevância esperada. Já a questão pertencente a I1 (questão 6 do anexo B) alcançou uma média parcial altíssima, 93,15%; tendo tal resultado duas explicações plausíveis: 1) a informação que diz respeito à pergunta é de muito fácil memorização e/ou 2) a informação apresentada acabou sendo de relevância ao alunos, já que estes pertencem à área da saúde e seus cursos tem grande enfoque em química.

Afim de eliminarmos possíveis distorções, construímos outro gráfico, em que cada grupo contou com quatro questões; assim desconsideramos uma questão de cada grupo que se afastava mais da média global de seu grupo. Denominamos este gráfico de “médias gerais secundárias” e, acreditamos ser este um resultado mais verossímil (Gráfico 3).

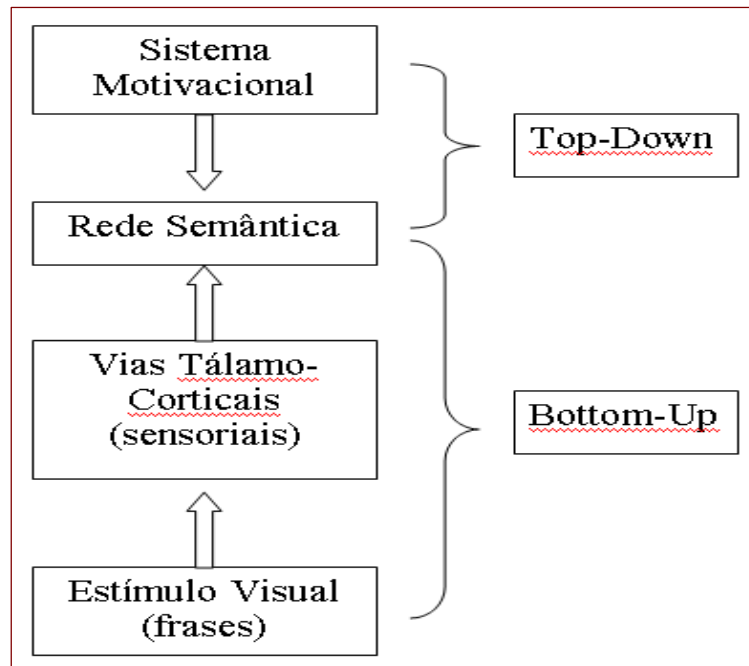
Gráfico 3. Médias gerais secundárias



#### 4. Discussão

Os resultados obtidos corroboraram a nossa hipótese de que a memória declarativa pode ser formada tanto por apresentação única de um estímulo relevante, quanto por repetição de estímulos irrelevantes; e que estímulos relevantes, mesmo apresentados uma única vez, promoveriam maior aprendizagem do que estímulos irrelevantes repetidos.

Para ilustrar o processo pelo qual o estímulo relevante único seria reforçado por sinalização interna ao cérebro, consideramos que as vias neuronais que participam da formação da memória podem ser desencadeadas não só por estímulos sensoriais, em um processo do tipo *bottom-up* (“de baixo para cima”, Knudsen, 2007), como também por motivacionais, em um processo de tipo *top-down* (“de cima para baixo”; Kveraga et al., 2007; Belke, 2008; Bishop, 2008;). Deste modo, o resultado obtido se explicaria pelo modelo apresentado na Figura 2.



**Figura 2** – Co-Ativação *Bottom-up* e *Top-down*. Nos casos de frases relevantes, supomos que os neurônios da rede semântica (envolvendo Córtex Ínfero-temporal, área de Wernicke e Giro Cingulado Anterior) são co-ativados tanto pela estimulação sensorial quanto pela motivacional (sinalização proveniente do Córtex Pré-Frontal, Sistema Límbico e Núcleo Estriado, entre outras regiões cerebrais). No caso de frases irrelevantes, assumimos que os neurônios da rede semântica são estimulados apenas sensorialmente, diminuindo o impacto da resposta.

A apresentação única de sentenças relevantes desencadeia diferentes respostas cerebrais que convergem todas para a área da rede semântica, onde se desencadearia a formação da memória a partir do significado atribuído ao estímulo. Portanto, no caso das sentenças relevantes haveria uma somação espacial por meio de dois ou mais vias excitatórias pré-sinápticas, promovendo um reforço da atividade sináptica que induz a formação de memória de longo prazo (por meio dos processos moleculares anteriormente revistos). Já para as sentenças consideradas irrelevantes, haveria uma somação temporal promovida por uma única via pré-sináptica, que se mostraria eficaz para induzir a formação de memória, porém com menos robustez que na modalidade anterior. Assim, a somação espacial, no caso das sentenças relevantes apresentadas uma única vez, prevaleceria sobre a temporal, mesmo no caso das sentenças irrelevantes repetidas por 5 vezes, as quais foram mais memorizadas que as repetidas por 3 vezes.

## 5. Considerações Finais

Os resultados obtidos, além de serem de interesse teórico para a Psicologia e Neurociência Cognitiva, também podem ser úteis para se analisar o processo de ensino-aprendizagem no contexto em que foram obtidos (sistema público de educação de nível superior).

Em nossa experiência, como alunos, notamos no modelo de ensino-aprendizagem vigente, a ocorrência de diversos problemas, tais como falta de inter-relações entre as disciplinas, excessivo acúmulo de informações descontextualizadas, falta de reflexão e de fatores motivacionais no ambiente de estudo.

A partir dos resultados obtidos em nossa pesquisa, podemos conjecturar que no modelo de ensino-aprendizagem adotado o fator relevância perde peso, restando aos alunos a estratégia da repetição. Como esta seria menos eficaz do que a da relevância, o aprendizado universitário termina por ser prejudicado. O conhecimento elaborado pelos alunos, neste contexto, seria direcionado para objetivos de curto prazo, como a aprovação em disciplinas e obtenção do diploma, em detrimento de uma formação científica e cultural consistente.

## 5. Referências Bibliográficas

Belke, E. (2008). Effects of working memory load on lexical-semantic encoding in language production. *Psychon Bull Rev.*, 15(2), 357-363.

Bishop, S.J. (2008). Neural mechanisms underlying selective attention to threat. *Ann N Y Acad Sci.*, 1129, 141-52.

Citri, A. e Malenka, R.C. (2007). Synaptic Plasticity: Multiple Forms, Functions, and Mechanisms. *Neuropsychopharmacology Reviews 2007*, 1–24.

Hebb, D. (1949) *The Organization of Behavior*. John Wiley: New York.

Huang, X.; Lu, H.; Tjan, B.S.; Zhou, Y. e Liu Z. (2007). Motion perceptual learning: when only task-relevant information is learned. *J. Vis.*, 7(10), 14.1-10.

Kandel, E.R.; Schwartz, J.H. e Jessell, T.M. (2003). *Princípios de Neurociências* (Guedes, A.C., Trad.). Barueri: Editora Manole.

Knudsen, E.I. (2007). Fundamental components of attention. *Annu.Rev.Neurosci.*, 30, 57-78.

Kunar, M.A.; Flusberg, S. e Wolfe, J.M. (2008). The role of memory and restricted context in repeated visual search. *Percept Psychophys*, 70(2), 314-328.

Kveraga, K.; Ghuman, A.S. e Bar, M. (2007). Top-down predictions in the cognitive brain. *Brain Cogn.*, 65(2), 145-168.

Lent, R. (2004). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Editora Atheneu.

Mao, W. e Wang, Y (2008) . The active inhibition for the processing of visual irrelevant conflict information. *Int. J. Psychophysiol*, 67(1), 47-53.

Miyakoshi, M.; Nomura, M. e Ohira, H. (2007). An ERP study on self-relevant object recognition. *Brain Cogn.*, 63(2), 182-189.

Sreenivasan, K.K.; Katz, J. e Jha, A.P. (2007). Temporal characteristics of top-down modulations during working memory maintenance: an event-related potential study of the N170 component. *J. Cogn. Neurosci.*, 19(11), 1836-1844.

Yu, S.Y.; Wu, D.C.; Liu, L.; Ge, Y. e Wang Y.T. (2008). Role of AMPA receptor trafficking in NMDA receptor-dependent synaptic plasticity in the rat lateral amygdala. *J. Neurochem.*, 106(2), 889-899.

### **Anexo A - Exercício de Memória [Sentenças na ordem de sua apresentação]**

- O juiz da 2ª Vara de Vinhedo concedeu liminar que mantém o prefeito no cargo.
- Na cidade de São Paulo, em um mês, foram criadas 32 mil vagas de emprego na área da saúde.
- O presidente Tabaré Vázquez sofreu dia 20 de agosto sua primeira greve geral de 24 horas.
- Começou no dia 10 de setembro, em Paulínia, o evento gastronômico-decorativo “Casa Boa Mesa”.
- Siderúrgica Mittal, segunda maior do ramo, compra mina de ferro no Brasil por US\$ 830 milhões.
- Engenheiro do DER revelou bastidores da investigação do acidente que envolveu 8 veículos.
- Foi comemorado, na cidade de Campo Grande, em 16 de fevereiro o dia do repórter.
- Senador Aluizio Neves apóia candidato do PPS à prefeitura de Itápolis.
- Lacerda, diretor geral da Abin, declarou que Dantas fez grampos ilegais.
- Julia Franck, escritora sul-africana, lança nesta bienal seu livro “A Mulher do Meio-Dia”.
- A montagem da ópera “Um Americano em Paris”, de Gershwin, ocorreu no teatro São Pedro.
- Emília Ribeiro, ex-gerente geral do BNDES, é aprovada para o cargo de diretora da Anatel.
- Engenheiro do DER revelou bastidores da investigação do acidente que envolveu 8 veículos.
- Siderúrgica Mittal, segunda maior do ramo, compra mina de ferro no Brasil por US\$ 830 milhões.
- O juiz da 2ª Vara de Vinhedo concedeu liminar que mantém o prefeito no cargo.
- O presidente Tabaré Vázquez sofreu dia 20 de agosto sua primeira greve geral de 24 horas.
- Começou no dia 10 de setembro, em Paulínia, o evento gastronômico-decorativo “Casa Boa Mesa”.
- A construção de um ginásio no campus de Rubião Júnior está prevista para 2009.
- Aracati, distrito emancipado do centro-oeste mineiro, tem 68 mil habitantes.
- A montagem da ópera “Um Americano em Paris”, de Gershwin, ocorreu no teatro São Pedro.

- Senador Aluizio Neves apóia candidato do PPS à prefeitura de Itápolis. Engenheiro do DER revelou bastidores da investigação do acidente que envolveu 8 veículos.
- Julia Franck, escritora sul-africana, lança nesta bienal seu livro “A Mulher do Meio-Dia”.
- O presidente Tabaré Vásquez sofreu dia 20 de agosto sua primeira greve geral de 24 horas.
- Siderúrgica Mittal, segunda maior do ramo, compra mina de ferro no Brasil por US\$ 830 milhões.
- Lacerda, diretor geral da Abin, declarou que Dantas fez grampos ilegais.
- Começou no dia 10 de setembro, em Paulínia, o evento gastronômico-decorativo “Casa Boa Mesa”.
- Empresa inglesa “Medical Health”, situada em Bauru, oferece estágio remunerado de R\$ 890,00
- A hidroquinona, composto descoberto por um grupo finlandês, apresenta 6 átomos de carbono.
- O juiz da 2ª Vara de Vinhedo concedeu liminar que mantém o prefeito no cargo.
- O presidente Tabaré Vásquez sofreu dia 20 de agosto sua primeira greve geral de 24 horas.
- Começou no dia 10 de setembro, em Paulínia, o evento gastronômico-decorativo “Casa Boa Mesa”.
- Siderúrgica Mittal, segunda maior do ramo, compra mina de ferro no Brasil por US\$ 830 milhões.
- Engenheiro do DER revelou bastidores da investigação do acidente que envolveu 8 veículos.
- Portaria expedida semana passada prorroga em 6 meses o prazo para o aluno se formar.
- Julia Franck, escritora sul-africana, lança nesta bienal seu livro “A Mulher do Meio-Dia”.
- Lacerda, diretor geral da Abin, declarou que Dantas fez grampos ilegais.
- Emília Ribeiro, ex-gerente geral do BNDES, é aprovada para o cargo de diretora da Anatel.
- O juiz da 2ª Vara de Vinhedo concedeu liminar que mantém o prefeito no cargo.
- Senador Aluizio Neves apóia candidato do PPS à prefeitura de Itápolis.
- A montagem da ópera “Um Americano em Paris”, de Gershwin, ocorreu no teatro São Pedro.
- Esportes, visando competições, passarão a contar como atividade de extensão na UNESP.
- A capital da Gana, Acra, passou por graves conflitos étnicos em meados do século XX.
- A “Cia. do Balé da Cidade de São Paulo” encena poema do modernista Murilo Mendes.
- Começou no dia 10 de setembro, em Paulínia, o evento gastronômico-decorativo “Casa Boa Mesa”.
- Emília Ribeiro, ex-gerente geral do BNDES, é aprovada para o cargo de diretora da Anatel.
- O juiz da 2ª Vara de Vinhedo concedeu liminar que mantém o prefeito no cargo.
- O presidente Tabaré Vásquez sofreu dia 20 de agosto sua primeira greve geral de 24 horas.
- Engenheiro do DER revelou bastidores da investigação do acidente que envolveu 8 veículos.
- Siderúrgica Mittal, segunda maior do ramo, compra mina de ferro no Brasil por US\$ 830 milhões.

## **Anexo B – Questionário**

- 1- Que liminar o juiz da 2ª Vara de Vinhedo concedeu?
- 2- Quantas vagas de emprego foram criadas em um mês em São Paulo?
- 3- Quando o presidente Tabaré Vázquez sofreu sua primeira greve geral?
- 4- Em que dia começou o evento “Casa Boa Mesa”?
- 5- Qual o valor da compra realizada pela siderúrgica Mittal?
- 6- Qual o número de veículos envolvidos no acidente investigado pelo diretor do DER?
- 7- O que é comemorado no dia 16 de fevereiro?
- 8- Quem declarou que Dantas fez grampos ilegais?
- 9- Qual o livro lançado pela escritora Julia Franck nesta bienal?
- 10- Onde foi apresentada a ópera de Gershwin?
- 11- Emília Ribeiro foi aprovada para que cargo?
- 12- O que será construído em Rubião Júnior em 2009?
- 13- Quantos habitantes tem Aracati?
- 14- Em qual cidade um candidato à prefeitura é apoiado por senador?
- 15- Onde está situada a empresa que oferece estágio de R\$ 890.00?
- 16- Quantos átomos de carbono tem a Hidroquinona?
- 17- Por quantos meses foi prorrogado o prazo de formação dos alunos?
- 18- Que atividades passarão a contar como extensão na Unesp?
- 19- Qual a capital de Gana?
- 20- Qual o escritor do poema encenado pela Cia. 2 do Balé da Cidade?