

Prática da Lembrança: Perspectivas Teóricas e a Hipótese do Aprendizado Baseado na Simulação Construtiva

Ariel de Oliveira Gonçalves*,¹

Orcid.org/0000-0002-9749-1306

Antônio Jaeger^{1,2}

Orcid.org/0000-0001-5093-6198

¹ Programa de Pós-graduação em Neurociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Resumo

Uma quantidade grande de estudos publicados nos últimos anos demonstra que o ato de lembrar conteúdos previamente estudados é uma estratégia eficaz para promover a retenção destes conteúdos na memória de longo prazo. Esta estratégia é conhecida como “prática de lembrar” ou “prática da lembrança”, e tem sido vista como uma técnica eficaz para beneficiar o aprendizado em diferentes ambientes de ensino. Entretanto, ainda não há consenso sobre quais mecanismos cognitivos produzem este benefício. O presente trabalho é uma revisão narrativa que abrange as principais teorias sobre os mecanismos cognitivos subjacentes à prática da lembrança. A partir de uma revisão crítica destas teorias, será proposta uma nova hipótese teórica, a qual se baseia em achados da neurociência cognitiva e pretende resolver inconsistências encontradas nas teorias anteriores. Esta nova hipótese assume que o benefício da prática de lembrar resulta do engajamento de processos construtivos de simulação episódica, os quais são sustentados por estruturas neurais da rede de modo padrão. Estes processos de simulação episódica podem ser engajados tanto por tarefas de memória, como a prática da lembrança, como por tarefas que envolvam elaboração semântica ou processos imaginativos. Consequentemente, a presente hipótese prediz que os benefícios da prática da lembrança podem ser reproduzidos por tarefas cognitivas que não envolvem evocação, desde que elas engajem processos construtivos de simulação episódica.

Palavras-chave: Prática de lembrar, simulação episódica construtiva, memória, aprendizagem, cognição.

* Correspondência: Departamento de Psicologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antonio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP: 31270-901. Tel.: (41) 99660-1451. E-mail: 38nomog@gmail.com.

Este trabalho recebeu apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino (ECCE), com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Bolsas # 465686/2014-1), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, Bolsa # 2014/50909-8) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Bolsa # 88887.136407/2017-00). Antônio Jaeger é bolsista de produtividade – PQ2 CNPq.

Retrieval Practice: Theoretical Perspectives and the Constructive Simulation Based Learning Hypothesis

Abstract

A large number of recent studies demonstrates that the act of remembering previously studied contents is an effective strategy to promote the long-term retention of these contents. This strategy, known as “retrieval practice”, has been viewed as an effective strategy to improve learning in different educational settings. However, there is still no consensus about which cognitive mechanisms produce its benefits. The present work is a narrative review which covers the main theories about the cognitive mechanisms underlying the benefits of retrieval practice. After critically reviewing such theories, we propose a new theoretical account, which is based on cognitive neuroscience findings and intends to resolve inconsistencies found in previous theories. This new hypothesis assumes that the benefit of retrieval practice results from the engagement of constructive episodic simulations, which are sustained by neural structures of the default mode network. More importantly, while such episodic simulation processes can be engaged by memory tasks, such as retrieval practice, they can be also engaged by tasks involving semantic elaboration or imaginative processes. Consequently, the present hypothesis predicts that the benefits of retrieval practice can be reproduced by non-retrieval tasks, as long as they engage constructive episodic simulations.

Keywords: Retrieval practice, constructive episodic simulation, memory, learning, cognition.

Prática de Recuperação: Perspectivas Teóricas y la Hipótesis del Aprendizaje Basado en Simulación Constructiva

Resumen

Un gran número de estudios publicados en los últimos años demuestran que el acto de recordar contenidos previamente estudiados es una estrategia eficaz para promover la retención de estos contenidos en la memoria a largo plazo. Esta estrategia se conoce como “práctica de recordar” o “práctica del recuerdo”, y se ha visto como una técnica efectiva para beneficiar el aprendizaje en diferentes entornos de enseñanza. Sin embargo, todavía no hay consenso sobre qué mecanismos cognitivos producen este beneficio. El presente trabajo es una revisión narrativa que cubre las principales teorías sobre los mecanismos cognitivos subyacentes a la práctica del recuerdo. A partir de una revisión crítica de estas teorías, se propondrá una nueva hipótesis teórica, que se basa en hallazgos de la neurociencia cognitiva, y pretende resolver las inconsistencias encontradas en teorías anteriores. Esta nueva hipótesis asume que el beneficio de la práctica de recordar resulta de procesos constructivos de simulación episódica, que están respaldados por estructuras neuronales de la red *default*. Estos procesos de simulación episódica pueden ser comprometidos tanto por tareas de memoria, como la práctica del recuerdo, como por tareas que involucran elaboración semántica o procesos imaginativos. En consecuencia, la presente hipótesis predice que los beneficios de la práctica de recordar deben ser reproducidos por otras tareas cognitivas, siempre que involucren procesos constructivos de simulación episódica.

Palabras-clave: Práctica de recuperación, efecto de prueba, memoria, aprendizaje, cognición.

Nas últimas duas décadas, uma quantidade crescente de pesquisas tem demonstrado que lembrar de materiais previamente estudados gera

uma maior retenção de memória destes materiais do que outras estratégias de aprendizagem, tais como reler ou fazer resumos (Karpicke & Blunt,

2011; Karpicke & Roediger, 2008; Roediger & Karpicke, 2006b; Rowland, 2014). Assim, o uso da lembrança como uma ferramenta de aprendizagem, prática frequentemente chamada de “prática de lembrar” ou “prática da lembrança”, tem sido proposta como uma forma de potencializar a aprendizagem em contextos educacionais (Agarwal et al., 2021; Eisenkraemer et al., 2013; Moreira et al., 2019b).

De particular relevância e útil como um exemplo ilustrativo, temos o experimento de Roediger e Karpicke (2006a), que comparou o efeito da prática da lembrança com o efeito da releitura na memória de longo prazo. Isto é, enquanto um grupo de estudantes universitários releu um texto narrativo algumas vezes, outro grupo leu o mesmo texto uma vez e logo depois tentou lembrar o que havia lido (i.e., prática da lembrança). Após um intervalo de poucos minutos, os participantes que apenas leram o texto lembravam melhor as informações do que os participantes que haviam praticado a lembrança. Entretanto, após dois dias ou uma semana, os participantes que haviam utilizado a prática da lembrança apresentaram melhor memória para as informações contidas no texto do que o grupo que o leu várias vezes.

Este experimento, em conjunto com um artigo teórico que reflete sobre as possíveis aplicações da prática da lembrança (Roediger & Karpicke, 2006b), marcou a ressurgência do interesse científico pelo fenômeno da prática do lembrar. A título de exemplo, o artigo original (Roediger & Karpicke, 2006a) conta hoje com mais de três mil citações e uma pesquisa nas principais plataformas científicas por termos-chave como ‘*retrieval practice*’ e ‘*testing effect*’ nos títulos e/ou resumos gera centenas de resultados, sendo a ampla maioria publicada após 2006.

Desde então, a prática da lembrança tem sido aplicada e estudada em diversos contextos, demonstrando sua efetividade e flexibilidade como uma ferramenta de aprendizagem (Agarwal et al., 2021; Moreira et al., 2019b; Yang et al., 2019; Yang et al., 2021), fato demonstrado inclusive em contextos educacionais brasileiros

(Ekuni & Jaeger, 2022; Jaeger et al., 2015; Lima & Jaeger, 2020), e em populações com características cognitivas diversas (Moreira et al., 2019a; Starling et al., 2019). Um exemplo particularmente ilustrativo sobre a inserção da prática da lembrança em contextos educacionais pode ser observado em uma recente metanálise (Yang et al., 2021), que demonstra que a prática da lembrança apresenta benefícios para o aprendizado que podem ser observados desde o ensino básico até o ensino universitário. Demonstra ainda que estes benefícios são reproduzidos em uma ampla gama de materiais, formatos de testes, modelos de aulas e tipos de habilidades cognitivas, e vão desde a memorização de fatos isolados até soluções de problemas por inferência. Conclusões bastante semelhantes são reportadas em outra revisão recente, de Agarwal et al. (2021). A estratégia se consagra, então, como uma promissora maneira de promover a aprendizagem em contextos reais, especialmente quando consideramos que sua aplicação é fácil, rápida e flexível.

Apesar destes achados promissores, ainda não há consenso quanto aos mecanismos cognitivos subjacentes aos benefícios desta prática. Esta falta de consenso produz um intenso debate, e diversas hipóteses foram propostas ao longo dos últimos anos com o intuito de explicar tal benefício. Este debate é importante, pois ao compreender melhor os processos envolvidos neste fenômeno, podemos tornar o uso da prática da lembrança ainda mais efetiva em sala de aula. Além disso, como a prática da lembrança envolve vários processos básicos da memória, sua investigação teórica nos permite compreender melhor o funcionamento da memória como um todo. Nesse trabalho, faremos uma revisão crítica das hipóteses que tentam explicar os mecanismos cognitivos responsáveis pelos benefícios da prática da lembrança. Por fim, discutiremos uma nova perspectiva, incitada por hipóteses mais abrangentes da neurociência cognitiva e por lacunas deixadas pelas outras teorias. Também exploraremos tendências e futuras possibilidades de investigação na área.

Método

Este trabalho compreende um estudo teórico em formato de revisão narrativa que expõe as principais hipóteses explicativas para os benefícios mnemônicos da prática da lembrança. Para isto, partimos do trabalho de Karpicke et al. (2014), em que são enumeradas as hipóteses consideradas mais relevantes para explicar os benefícios desta prática. Estas são as hipóteses dependentes da força do traço, da efetividade do mediador, da transferência apropriada de processos e do contexto episódico. Nota-se que esta referência foi utilizada como base, em detrimento de outras similares mais recentes, a exemplo de Karpicke (2017), por conter uma explicação mais ampla das teorias explicativas, e por seu impacto na área. Além disso, as teorias discutidas naquele manuscrito não sofreram alterações relevantes em publicações mais recentes. Considerando estas quatro hipóteses, incluímos no trabalho os artigos fundamentais de cada uma, em conjunto com as publicações da área, empíricas ou não, que fornecem os pilares básicos para a compreensão do assunto. Buscamos então na literatura recente as pesquisas empíricas que investigavam diretamente as predições das quatro hipóteses selecionadas, que apresentavam resultados relevantes para elas, ou que levantavam novas hipóteses explicativas. Isto foi realizado através das plataformas Pubmed, Eric e Psycinfo, em que levantamos todos os artigos publicados entre 2017 e 2022 que continham o termo “*testing effect*” ou “*retrieval practice*” em suas palavras-chave, título ou resumo. Selecionamos então os artigos mais recentes que investigavam as hipóteses “clássicas”, em conjunto com um grupo de “novas hipóteses”, aquelas surgidas depois da publicação de Karpicke et al. (2014). Discutimos quais destas novas hipóteses apresentavam um corpo de evidências e base teórica satisfatórios, e incluímos as que consideramos mais relevantes para o trabalho. A partir disso, novos artigos foram selecionados que, ou possuem informações de fundo essenciais para a compreensão das “novas hipóteses”, ou apresentam dados empíricos que testam suas predições

e pressupostos. Quando necessário, incluímos outros trabalhos empíricos e teóricos que serviram para complementar a discussão e informar a exploração de possibilidades teóricas.

Resultados

Ao longo dos próximos itens, os resultados da busca na literatura serão apresentados. Mais especificamente, primeiramente serão apresentadas as hipóteses dependentes da força do traço, que incluem o trabalho de Bjork (1975) e suas posteriores elaborações (Bjork & Bjork, 1992; Kornell et al., 2011), assim como um modelo atual que compartilha premissas similares, por Rickard (2020) e Rickard e Pan (2018). Este conjunto de explicações entende que o ato de lembrar um item atribui a este uma “força”, que é diferente, seja em intensidade ou tipo, daquela associada aos itens apenas reestudados. A segunda hipótese a ser considerada será a da transferência de processos, conforme Morris et al. (1977) e Roediger e Karpicke (2006b), que explica o efeito da prática da lembrança como fruto da similaridade entre os processos cognitivos engajados durante a prática da lembrança e o teste final. A terceira hipótese será a da efetividade do mediador semântico (Carpenter, 2009, 2011; Pyc & Rawson, 2010), a mais popular a propor algum mecanismo de elaboração semântica como explicação para o fenômeno. Como última dessas quatro grandes hipóteses, temos a hipótese do contexto episódico (Karpicke et al., 2014; Lehman et al., 2014), que ganhou ampla popularidade desde sua postulação, e advoga que um mecanismo contextual episódico é responsável pela observada melhora na memória.

Em seguida, iremos discutir explicações mais recentes. A primeira surge a partir da hipótese da prática da lembrança como um atalho para a consolidação (Antony et al., 2017), que inicialmente propunha que lembrar serviria como um atalho para o processo de consolidação que acontece naturalmente durante o sono. Evidências posteriores (Ferreira et al., 2019) levaram a uma reformulação da hipótese, a partir da qual podemos levantar uma maneira inovadora e pro-

missora de enxergar os mecanismos subjacentes à prática da lembrança. Por fim, apresentamos um conjunto de hipóteses que coloca menos ênfase em processos de memória, e incluímos uma hipótese original, que oferece uma nova maneira de compreender a prática da lembrança, baseada em discussões e evidências emergentes da neurociência cognitiva.

Hipóteses Dependentes da Força do Traço

As hipóteses baseadas na força do traço (Bjork, 1975; Bjork & Bjork, 1992; Kornell et al., 2011) partem do pressuposto de que a prática da lembrança leva a uma maior retenção de memória porque exige maior esforço cognitivo, gerando assim um traço de memória mais forte. A versão mais simples desta hipótese, inicialmente proposta por Bjork (1975), foi posteriormente reelaborada em Bjork e Bjork (1992) se transformando na hipótese da memória dupla. Mais recentemente, ela inspirou a chamada hipótese da bifurcação (Kornell et al., 2011).

A proposta da memória dupla (Bjork & Bjork, 1992) sugere que dois diferentes traços de memória sustentam a vantagem mnemônica da prática da lembrança, sendo estes os traços de armazenamento (a força da memória para a informação armazenada) e de recuperação (a probabilidade de a informação ser recuperada a partir de uma pista). Os autores argumentam que a prática da lembrança levaria a um maior incremento destes dois traços, porém não de maneira igual. Os itens que já foram aprendidos e estão disponíveis na memória (alta força de armazenamento) mas que precisam de maior esforço para serem lembrados (baixa força de recuperação) seriam mais beneficiados pelo lembrar. Esta explicação objetiva elaborar o porquê um maior esforço durante o lembrar gera uma maior retenção final: quanto menor a ‘força de recuperação’ antes da prática da lembrança, maior será o esforço para que esta recuperação ocorra, e, por consequência, maior será o incremento da memória após o lembrar. Em outras palavras, o esforço engajado durante a prática da lembrança

ça aumentará a força da recuperação, o que será especialmente vantajoso para aqueles itens que foram estudados, mas que possuem baixa força de recuperação, pois lembrar estes itens exigirá mais esforço cognitivo, o que consequentemente maximizará a possibilidade de estes itens serem lembrados no futuro.

Uma noção similar à hipótese da memória dupla de Bjork e Bjork (1992) existe num modelo recente, proposto por Rickard e Pan (2018), que supõe dois traços distintos: a “memória de estudo” e a “memória de teste”. A primeira seria fortalecida pelo reestudo, enquanto a segunda seria criada através do ato de lembrar. Segundo esta explicação, as vantagens da revisão com o lembrar seriam resultado de um incremento dessas duas memórias, favorecendo a longo prazo a memória de teste. Enquanto a explicação verbal parece quase idêntica a explicação proposta por Bjork e Bjork (1992), a hipótese de Rickard e Pan vem acompanhada de um modelo matemático, que em sua atualização final (Rickard, 2020) é capaz de explicar numericamente a relação entre diversas variáveis e o incremento final obtido com a prática da lembrança.

A teoria de Bjork e Bjork (1992) também inspirou outra influente proposta teórica, a hipótese da bifurcação (Kornell et al., 2011). Ela sugere que ao se praticar a lembrança sobre um conjunto de itens, um benefício forte e duradouro no traço de memória é produzido, mas que este benefício é exclusivo para os itens que foram lembrados com sucesso, sendo totalmente ausente nos itens em que houve uma tentativa falha de lembrança. Já ao reler um material específico, há um benefício que se aplica a todos os itens, uma vez que todos são igualmente experimentados. No entanto, embora esse benefício seja abrangente, ele é mais fraco e de menor duração. Por isso, quando um teste final é realizado imediatamente após a revisão, uma quantidade grande de itens relidos será lembrada, pois o (breve) incremento produzido pela releitura ainda estará vigente. Em contraste, quando o teste final é administrado após um intervalo de tempo longo, este benefício da releitura já terá perdido seu efeito, e os itens corretamente

lembrados serão destacados, pois o incremento de memória duradouro produzido pela prática da lembrança ainda estará vigente.

Em conjunto, as hipóteses dependentes da força do traço são relativamente simples e intuitivas, porém elas dizem pouco a respeito dos possíveis mecanismos cognitivos subjacentes à prática da lembrança (Karpicke et al., 2014). Afinal, o que são exatamente estas forças de memória? Quais os mecanismos que levam ao benefício da memória? O que significa esforço cognitivo? A capacidade preditiva da hipótese, como demonstrada pelo modelo matemático de Rickard (2020), assim como um corpo amplo de evidências que sustenta estas hipóteses (ver Rowland, 2014), mostra seu sucesso como modelos descritivos. Porém, a forma vaga com a qual seus mecanismos são descritos as coloca como explicações cognitivas, no mínimo, limitadas.

Hipótese da Transferência Apropriada de Processos

A hipótese da transferência apropriada de processos de Morris et al. (1977) propõe que o desempenho de memória é potencializado quando os processos cognitivos engajados durante a recuperação são análogos aos processos cognitivos engajados durante a codificação de determinada memória. Desta forma, o benefício da prática da lembrança é explicado pela similaridade entre os processos cognitivos engajados durante o aprendizado inicial e o teste final (Kollers & Roediger, 1984; Roediger & Karpicke, 2006b). Ou seja, revisar com o lembrar utilizaria processos cognitivos similares àqueles demandados pelo teste final, o que não ocorreria para outras condições de aprendizado, como a releitura, por exemplo.

Roediger e Karpicke (2006b) propõem duas interpretações para a prática da lembrança, que são baseadas na transferência apropriada de processo. A primeira sugere que a prática da lembrança resulta em melhor retenção quando o formato do teste final é semelhante ao formato da revisão, como, por exemplo, se testes de múltipla escolha forem utilizados na prática da

lembrança e no teste final. No entanto, pesquisas mostram que este não é o caso, uma vez que é bem demonstrado que praticar a lembrança com recuperação livre produz maior benefício em qualquer tipo de teste final, e não apenas em testes finais envolvendo recuperação livre (Rowland, 2014).

A segunda interpretação proposta por Roediger e Karpicke (2006b) assume que a transferência não acontece pela semelhança entre os tipos específicos de tarefa, mas pelo fato de as duas tarefas envolverem processos de recuperação. Ou seja, a prática da lembrança sempre leva o sujeito a engajar processos de recuperação, os quais são também necessários no teste final. O mesmo não ocorreria com a releitura, por exemplo. Entretanto, esta segunda interpretação recebeu críticas por não gerar previsões testáveis (Roediger & Karpicke, 2006b), pois não é possível realizar experimentos de prática da lembrança que não envolvam o ato da lembrança durante a revisão e o teste final. Não havendo, portanto, maneira de elaborar uma condição controle em que esta semelhança entre a prática da lembrança e o teste final não exista. Por fim, a hipótese também foi criticada por não explicar os potenciais mecanismos cognitivos envolvidos na prática da lembrança (Karpicke et al., 2014). Por estes motivos, há poucas tentativas recentes a propor a teoria da transferência de processos como a principal responsável pela prática da lembrança.

Hipótese da Efetividade do Mediador Semântico

A hipótese da efetividade do mediador semântico propõe que, ao tentar lembrar de um item anteriormente codificado, informações semanticamente relacionadas a este item também serão ativadas (Carpenter, 2009, 2011; Pyc & Rawson, 2010). Estas informações, depois de ativadas, podem servir como mediadores, se tornando caminhos adicionais que facilitam o acesso à informação alvo. Por exemplo, quando um indivíduo tenta lembrar a palavra ‘pardal’, lida em um texto algumas horas antes, ele pode primeiro recordar que uma ‘ave’ foi mencionada

no texto, que esta era uma ‘ave pequena’ e ‘cinza’, comumente encontrada em ‘cidades’, e só depois conseguir lembrar da palavra ‘pardal’. Em futuras tentativas de lembrar qual ave havia sido mencionada no texto estudado, estas associações semânticas serão novamente recuperadas (era uma ave pequena, cinza, encontrada em áreas urbanas), e servirão como dica para direcionar e dar suporte à recuperação da palavra desejada (i.e., pardal).

Existe uma gama de pesquisas recentes que sugerem resultados contrários à hipótese do mediador semântico, como por exemplo no estudo reportado por Cho et al. (2017), no qual encontrou-se que lembrar os mediadores semânticos levou a uma pior memória para a palavra alvo. Hausman e Rhodes (2018) também mostraram uma independência entre a ativação do mediador e a acessibilidade da palavra alvo, enquanto Dikmans et al. (2020) encontraram uma relação inversa entre a acessibilidade da palavra alvo e a dependência de mediadores. Leggett e Burt (2021) também demonstram uma incapacidade da hipótese em acomodar o efeito positivo que a correção tem na prática da lembrança, que consiste no fato de que um *feedback* corrigindo os erros cometidos na revisão com o lembrar leva a uma retenção final ainda maior.

Diversos destes achados são consistentes com a crítica levantada por Karpicke et al. (2014) de que a ativação de mediadores semânticos é incompatível com o princípio da sobrecarga de pistas, proposto por Watkins e Watkins (1975). De acordo com este princípio, um número maior de pistas leva a uma sobrecarga nas rotas de acesso a itens alvo, resultando em um conjunto grande de memórias competidoras, e, como consequência, em uma redução da probabilidade de recuperação de itens alvo. Em outras palavras, um número maior de pistas é prejudicial, e não vantajoso, para o acesso a informações codificadas.

A hipótese da efetividade do mediador, portanto, acumula uma quantidade considerável de resultados negativos (Buchin & Mulligan, 2017; Cho et al., 2017; Dikmans et al., 2020; Haus-

man & Rhodes, 2018; Leggett & Burt, 2021; Rowland, 2014; Su et al., 2021). Na verdade, mesmo considerando apenas evidências disponíveis nos anos imediatamente seguintes à sua proposição, a metanálise de Rowland (2014) concluiu que ela sofria de demasiadas inconsistências empíricas, sendo aplicável apenas a uma gama restrita de desenhos experimentais. As evidências mais recentes reforçam estas limitações, tornando ainda mais questionável a adequação da hipótese. É provável que mecanismos semânticos tenham um papel importante nos processos envolvidos na prática da lembrança, mas sua importância exclusiva, assim como dependência da geração de mediadores, é discutível. Existem outras interpretações sobre qual seria o papel da elaboração semântica na prática da lembrança, inclusive que desenvolvem conceitos inicialmente estabelecidos por Carpenter (2009). Algumas destas serão discutidas em tópicos seguintes.

Hipótese do Contexto Episódico

A hipótese do contexto episódico (Karpicke et al., 2014; Lehman et al., 2014) propõe que a prática da lembrança promove o “restabelecimento” cognitivo do contexto no qual itens são inicialmente estudados, e que este restabelecimento possui um papel chave em seus benefícios mnemônicos. Mais especificamente, quando uma pessoa pratica a lembrança, ela se engaja na recordação de itens estudados em um contexto anterior (contexto A). Esta recordação envolve também a recordação (ou “restabelecimento”) de diversos outros aspectos experienciados no contexto A, como, por exemplo, o local em que a pessoa estava quando memorizou aquele grupo de itens, seu estado emocional naquele momento, as características visuais dos itens, dentre outros aspectos. Ou seja, quando tenta lembrar determinado item, a pessoa recria mentalmente diversos aspectos do contexto no qual o item foi estudado.

Esta recriação mental do contexto A, entretanto, ocorre dentro de outro contexto. Isto é, ela ocorre dentro do contexto da prática da lembrança (contexto B). A hipótese propõe então que os

itens recordados se tornam imbuídos de informações contextuais tanto do momento de estudo inicial (contexto A), como de informações contextuais da própria prática da lembrança (contexto B). Isto é, os itens submetidos à prática da lembrança se tornam associados a informações dos dois contextos (A e B), formando um “composto” contextual unificado. Em ocasiões futuras nas quais estes itens vão precisar ser lembrados, este composto de informações contextuais restringiria a busca pelos itens na memória. Ou seja, a pessoa não precisaria fazer uma busca por “todos os itens estudados sobre determinado assunto”, pois a busca seria restrita “somente” a itens associados aos contextos A e B.

Tarefas de releitura, por outro lado, não envolvem recuperação episódica, e consequentemente não levam a criação deste composto, de forma que itens relidos ficam associados apenas a um contexto (contexto A), o que impede que a restrição de busca (vantajosa) proporcionada pela combinação entre os contextos A e B ocorra.

Desta forma, a partir da hipótese do contexto episódico, pode ser derivada a predição de que quando itens são beneficiados pela prática da lembrança, os contextos associados a estes itens também serão beneficiados. Contudo, enquanto diversos trabalhos empíricos e teóricos interpretam seus achados com base na hipótese do contexto episódico (Bencze et al., 2022; Dikmans et al., 2020; Guran et al., 2022; Hausman & Rhodes, 2018; Lima et al., 2020; Peng et al., 2019; Su et al., 2021), são mais os escassos estudos cujo objetivo é testar diretamente as predições dessa hipótese (Akan et al., 2018; Chang et al., 2019; Hong et al., 2019; Lehman et al., 2014; Liu et al., 2017; Schwoebel et al., 2018; Whiffen & Karpicke, 2017).

Dentre esses últimos, destacam-se os trabalhos de Chang et al. (2019) e Lehman et al. (2014). Eles demonstraram que a prática da lembrança não apenas melhora a retenção dos itens, mas também aumenta a capacidade de situar temporalmente o momento de aprendizagem de cada um deles. Essa capacidade sugere uma melhor codificação do contexto temporal

associado ao momento de estudo. Além disso, Akan et al. (2018) descobriram que a prática da lembrança também leva a uma maior retenção de detalhes episódicos espaciais, ao menos os associados ao momento de estudo inicial. Em um trabalho com um desenho distinto, Schwoebel et al. (2018) demonstraram que uma maior variabilidade contextual leva a um maior benefício da prática da lembrança. Todas estas descobertas parecem favorecer a hipótese do contexto episódico, corroborando algumas de suas predições. Afinal, indicam uma melhor elaboração de aspectos contextuais/episódicos tanto temporais (Chang et al., 2019; Lehman et al., 2014) quanto espaciais (Akan et al., 2018) com o lembrar, assim como uma relação direta entre a melhora na retenção e uma maior variabilidade do contexto associado ao momento de revisão (Schwoebel et al., 2018).

Em contraste, Hong et al. (2019) demonstraram que a recordação de aspectos contextuais não é necessariamente favorecida pela prática da lembrança. Estes autores encontraram que quando a informação contextual associada ao item era a cor das palavras, sua retenção não era favorecida pelo lembrar, achado que contradiz a hipótese do contexto episódico. Em um estudo recente (Gonçalves, 2023), também se observou que a prática da lembrança leva a uma melhor retenção de itens, sem necessariamente levar a uma melhor retenção das informações contextuais. Mediu-se a memória para informações contextuais provenientes tanto do momento de estudo quanto do momento da revisão, e foi encontrada uma clara independência entre o efeito da prática da lembrança e a memória contextual. Mesmo para os itens lembrados corretamente, o desempenho na memória contextual associada ao momento da prática da lembrança foi aleatório, um resultado contrário as predições da hipótese do contexto episódico.

Portanto, ainda que informações contextuais e, principalmente, a memória episódica, possam ter um papel importante na prática da lembrança, não existem dados contundentes que deem suporte para as predições mais básicas da hipótese do contexto episódico. Isto é, a supos-

ta necessidade da reconstrução episódica para a recordação de sucesso, a fusão das informações contextuais, e uma recuperação dependente da restrição de informações contextuais associadas. Na verdade, é uma fraqueza da hipótese a grande quantidade de processos complexos necessários para que sua explicação funcione (ver Lehman et al., 2014). Tal fraqueza se torna ainda mais problemática quando consideramos a particular dificuldade de testar cada um destes mecanismos de forma direta e independente.

Hipótese do Atalho para a Consolidação

Antony et al. (2017) propõem que a prática da lembrança serve como um atalho para a consolidação das informações codificadas. O processo de consolidação normalmente envolve uma gradual estabilização das memórias mais recentes, dependentes do hipocampo, em um traço mais estável e duradouro, representado em várias regiões corticais. Este processo acontece de forma gradual e geralmente depende de um período de sono para se completar (Rasch & Born, 2013). Entretanto, Antony et al. (2017) argumentam que o ato de lembrar geraria uma repetição similar a naturalmente decorrida durante o sono profundo, permitindo que a informação tivesse seu traço estabilizado no córtex de maneira mais rápida e direta, o que motivou a nomeação desta hipótese de “atalho para consolidação”.

Em um estudo para testar esta hipótese, Antony e Paller (2018) pediram a participantes que aprendessem a localização de objetos em uma grade, seguido de sessões de reestudo ou prática da lembrança, e um período de intervalo com ou sem sono. Tanto a prática da lembrança quanto o sono melhoraram a retenção de memória (especialmente o sono de ondas lentas), o que segundo os autores indicaria um potencial mecanismo comum. Entretanto, em outro teste direto desta hipótese, Ferreira et al. (2019) obtiveram resultados predominantemente inconsistentes com suas predições, levando a uma reformulação teórica da proposição original. Primeiramente, ficou claro que tanto as informações revisadas com o lembrar quanto com

o reestudo passam por um período relativamente mais longo de consolidação que inclui o sono de ondas lentas (de forma que o lembrar não seria um “substituto” para este processo). Porém, ainda mais interessante foi que os resultados de neuroimagem do experimento demonstraram que o benefício da prática da lembrança resulta do engajamento de dois processos de memória distintos, sendo um deles caracterizado pela memória semântica, a qual é mais geral e difusa, e o outro caracterizado pela memória episódica, a qual envolve aspectos específicos, ligados ao item em isolamento. Isso significa que a prática do lembrar tem um papel duplo: tanto no fortalecimento de memórias episódicas quanto na formação de traços semânticos gerais.

Considerando estes dados, é improvável que a prática da lembrança seja o resultado de uma “substituição” da consolidação natural, advinda do sono. Porém, existem vantagens em seguir as outras conclusões do trabalho de Ferreira et al. (2019) e em levar em consideração tanto o papel de processos semânticos e gerais quanto episódicos e específicos ao item ao postular explicações teóricas sobre a prática da lembrança. É improvável que seu efeito benéfico na retenção surja exclusivamente do processamento semântico (Carpenter, 2009) ou exclusivamente de mecanismos episódicos (Karpicke et al., 2014), como é proposto na maioria das hipóteses. O papel de algum tipo de processamento semântico e generalização da informação parece provável, mas se torna mais plausível (e adequado às evidências) se ocorre em paralelo com um processamento episódico. No próximo item, descreveremos uma hipótese original, que pode ser capaz de abarcar tal conciliação.

Hipótese do Aprendizado Baseado na Simulação Construtiva: Uma Nova Perspectiva

Discussões importantes surgidas na última década e meia têm levantado uma nova perspectiva sobre a memória que, nós acreditamos, pode ser útil para compreender a prática da lembrança. Esta perspectiva tem em seu cerne a visão de que o lembrar e imaginar episódicos são duas

instâncias de um mesmo mecanismo contínuo (Michaelian et al., 2016; Schacter et al., 2007; ver também Langland-Hassan, 2021, 2022). O que propomos aqui não é uma explicação paralela para a prática da lembrança e seus mecanismos. O que estabelecemos é uma nova perspectiva, um modelo informado pela neurociência cognitiva, para compreender seu funcionamento. Tal modelo pode, inclusive, ser conciliado com outras hipóteses anteriormente abordadas no presente trabalho. Com este novo modelo, pretendemos abarcar a importância de processos tanto semânticos como episódicos na prática da lembrança, visando resolver a dificuldade destacada no item anterior, ilustrada em Ferreira et al. (2019). Nosso modelo também abre a possibilidade de novas aplicações educacionais, pois prevê uma outra maneira de engajar o mecanismo utilizado na prática da lembrança. Ou seja, propomos uma outra forma, além dos testes, de induzir este benefício mnemônico.

Inicialmente, é preciso compreender as evidências que indicam uma íntima relação entre o lembrar e o imaginar episódicos. Iniciaremos por um grupo de artigos publicados no ano de 2007, que redefiniram este campo de pesquisa. Guiados por evidências de estudos com lesão, envelhecimento e neuroimagem, o trabalho de Addis et al. (2007) explorou a relação entre o lembrar episódico e a prospecção futura. Neste estudo, os participantes realizaram duas tarefas enquanto passavam por uma ressonância magnética funcional: uma envolvia lembrar de uma cena autobiográfica do passado, e outra em imaginar uma cena autobiográfica futura. Obteve-se uma sobreposição das áreas cerebrais envolvidas em ambas as tarefas, resultados similarmente replicados em Szpunar et al. (2007). Neste mesmo ano, dois artigos de revisão foram publicados abordando questões teóricas sobre a similaridade entre o lembrar e imaginar episódicos (Addis et al., 2007; Schacter et al., 2007). Em Schacter et al. (2007) argumenta-se que, considerando o cérebro um órgão preditivo, o principal papel da memória não é prover um mero registro do passado, mas usar as informações passadas de maneira flexível para simular e prever (ou, mais

amplamente, imaginar) eventos futuros (ver Barron et al., 2020). Sob essa perspectiva, mesmo o lembrar seria uma reconstrução simulada, e parcialmente imaginária do passado, como indicado pelos diversos erros e distorções aos quais a memória é sujeita (Schacter et al., 2007). O ponto central da hipótese é que tanto a imaginação como a evocação episódica dependeriam de um mesmo conjunto de mecanismos neurais e cognitivos. Este mecanismo seria responsável por gerar simulações de cenários verídicos ou hipotético-imaginários, direcionados ao passado ou ao futuro (Abraham, 2016; Addis, 2020; Addis et al., 2007; Schacter & Addis, 2020; Schacter et al., 2008; Zeidman & Maguire, 2016; ver também: Comrie et al., 2022). Assim surgiu a “hipótese da simulação episódica construtiva”, que, desde então, passou por diversas atualizações teóricas e acumulou novas evidências (para revisões, ver: Addis, 2018; Schacter & Addis, 2020).

Uma simulação episódica se refere ao processo de construção mental de eventos que não fazem parte da experiência perceptual atual do indivíduo, ou seja, envolve trazer à mente eventos que não sejam o “aqui e agora”, como acontece durante o lembrar de eventos passados, imaginar situações futuras, ou especular sobre cenários hipotéticos e fantasiosos (Addis, 2018, 2020; Addis et al., 2007; Schacter & Addis, 2020). Para buscar concisão, usaremos o nome “cena” no presente texto para denotar esta simulação mental de um evento, construída em tempo real com o emprego de informações episódicas já disponíveis na memória. Portanto, para o presente uso, entenda-se o termo “cena” como denotando este processo mais amplo e multimodal de simulação episódica ou construção mental de eventos. Durante o lembrar episódico, as informações episódicas do passado são utilizadas para tentar recriar de maneira fidedigna um evento que já ocorreu. Já durante o imaginar episódico, essas informações são manipuladas com maior flexibilidade e liberdade, gerando uma cena que pode representar eventos irrealis ou hipotéticos, e que pode ser direcionada ao passado, presente ou futuro (Addis, 2018, 2020). Exemplos são

imaginar como um determinado evento passado teria sido, caso algo diferente tivesse ocorrido, considerar desdobramentos futuros de eventos, ou gerar cenas puramente fictícias. Para o presente trabalho, chamaremos todas estas instâncias de pensamento hipotético, prospectivo ou fantástico de “imaginar”.

Sob a luz destas discussões, foi cunhado o termo “continuísmo” que argumenta que existe uma continuidade fundamental entre o lembrar e o imaginar (Michaelian et al., 2016). Enquanto esta perspectiva admite que existem diferenças entre o lembrar e imaginar, já que uma se refere a tentativa de reconstrução de eventos reais do passado e a outra não necessariamente, tais diferenças podem ser explicadas como representando duas faces de um mecanismo único (Michaelian et al., 2020).

Nosso modelo assume esta continuidade entre o lembrar e imaginar, compreendendo que este mesmo mecanismo de simulação episódica é engajado durante a prática da lembrança. Ao realizar um teste sobre um conteúdo inicialmente estudado, o mecanismo de simulação é utilizado para recriar a cena associada ao evento de aprendizagem. Para criar esta cena, são recuperadas e empregadas as informações episódicas associadas ao evento, de maneira similar a reconstrução episódica proposta por Karpicke et al. (2014). Porém, distintamente de Karpicke et al. (2014), não afirmamos a existência de mecanismos de restrição de busca ou atualização do contexto episódico, nem inferimos manipulações específicas do traço episódico. Nosso modelo é neutro quanto a estes mecanismos, apenas admitindo a necessidade da reconstrução da instância passada de aprendizagem durante a prática da lembrança. Outra distinção é que prevemos um papel fundamental do emprego de informações semânticas e esquemáticas para guiar a construção da cena associada ao evento original de aprendizagem, como será discutido mais à frente. Por enquanto, basta assumir que o mecanismo de simulação episódica não é empregado exclusivamente por tarefas de lembrar, em que há uma tentativa de reconstrução acurada do passado. Tarefas imaginativas que levam à construção de cenas mentais

também deveriam empregar este mesmo mecanismo. A este tipo de tarefa, daremos o nome de prática da imaginação.

Se o presente modelo está correto, além do efeito principal do benefício na retenção de longo prazo, é possível que tanto a prática da lembrança quanto a prática da imaginação produzam: (a) menor benefício relativo de memória quando os testes finais são imediatos; (b) maior benefício quando a prática é realizada de forma espaçada; (c) maior benefício quando as tarefas são mais difíceis e exigem maior esforço; e (d) maior resistência à perturbações da atenção em comparação à tarefas simples de reestudo (Buchin & Mulligan, 2017, 2019; Mulligan et al., 2022). Mais estudos são necessários para compreender até que ponto estas duas formas de engajar o mecanismo comum de simulação episódica diferem quanto a seu efeito no traço de memória. Tais distinções podem fornecer pistas sobre suas diferenças funcionais.

Enquanto alguns estudos mostram que a prática da imaginação pode ter um efeito equivalente ou superior à prática da lembrança na retenção de longo prazo (Cummings et al., 2023; Fritz et al., 2007; Miyatsu & McDaniel, 2019; Sun et al., 2022), outros demonstram uma superioridade da prática da lembrança (Coane, 2013; Huffman & Hahn, 2015, 2017; Karpicke & Smith, 2012; Ma et al., 2020). Para compreender por que algumas tarefas imaginativas demons-tram equivalência ao lembrar, e outras não, é necessário considerar quais tipos de tarefas imaginativa empregam o mecanismo de simulação episódica. Até onde as evidências atuais nos permitem especular, o mecanismo de simulação episódica parece estar mais envolvido com a construção de cenas, portanto, com tarefas imaginativas que envolvam diretamente a simulação mental de eventos. Na maioria dos artigos citados, a prática da lembrança foi comparada com tarefas que envolviam criar uma imagem ligando uma palavra pista com uma palavra alvo, ou com tarefas similares (Cummings et al., 2023; Fritz et al., 2007; Huffman & Hahn, 2015, 2017; Miyatsu & McDaniel, 2019). Tarefas de visualização mental empregam em maior parte o uso de uma ima-

ginação perceptual, em que se cria uma imagem estática que é a mera reorganização ou coativação de representações visuais. Por exemplo, ao imaginar um elefante verde, apenas se mistura a imagem de um elefante com uma nova cor, e não há, necessariamente, a simulação de uma cena mais complexa. Como argumentaremos adiante, gerar imagens puramente perceptuais não engaja necessariamente a construção de uma cena, pois tal tipo de tarefa não usa como base as experiências e redes semânticas/esquemáticas pessoais dos participantes, que cremos ser fundamental para o efeito benéfico da prática da imaginação.

Em outros estudos, a vantagem da prática da lembrança pode ter surgido pelo fornecimento, exclusivamente a esta condição, de um *feedback* corretivo (por exemplo, em Coane, 2013). Tal desenho experimental dá uma vantagem à prática de lembrar que pode ser responsável por um desempenho maior do que a tarefa alternativa, na qual um *feedback* corretivo não é aplicável. Um outro ponto crucial é que, em muitos dos estudos, a imagem a ser visualizada não é gerada livremente pelo participante, mas criada *a priori* pelos experimentadores (por exemplo, Fritz et al., 2007; Huffman & Hahn, 2015, 2017). Similarmente ao uso de tarefas de visualização, meramente perceptuais, nosso modelo prevê que este direcionamento arbitrário da imaginação do participante por parte do experimentador pode produzir poucos benefícios mnemônicos. Ao ter seu processo imaginativo direcionado, o participante não engaja os processos “completos” da simulação episódica. Em particular, não emprega os processos semânticos que guiam a simulação de cenas não direcionadas, que serão explicados mais adiante.

Outra questão a ser levantada são as instâncias em que o imaginar leva a erros ou distorções de memória. Por exemplo, os erros de confiança, em que o imaginar leva a uma maior sensação de veracidade e vivacidade para cenas que nunca aconteceram (Thomas & Loftus, 2002; Thomas et al., 2003). Isto levanta o argumento de que a prática da imaginação levaria a menor acurácia de memórias, ao invés do oposto, como propomos. Entretanto, tais erros e distorções ocorrem

também com a prática da lembrança, como o esquecimento induzido pelo lembrar (para uma revisão, ver: Murayama et al., 2014), a indução de erros decorrente da recuperação (Roediger & McDermott, 1995), e outras distorções mnemônicas decorrentes do lembrar (para uma discussão, ver: Schacter et al., 2011). Ademais, o fato de que erros similares ocorrem tanto no lembrar quanto no imaginar é uma evidência a favor da hipótese da simulação episódica, ponto já levantado por Schacter et al. (2007; Schacter et al., 2011), e mais amplamente discutido em Devitt e Addis (2016). Considerando que a prática da lembrança continua sendo uma estratégia eficaz de aprendizagem apesar de induzir este tipo de erro, não há motivo para acreditar que a prática do imaginar também não o seja.

Outra linha de evidências relevantes advém de estudos em que gerar imagens com palavras-chave (Miyatsu & McDaniel, 2019) e associar o material estudado com eventos da própria vida (Endres et al., 2017) foram combinados com a prática da lembrança (para um exemplo mais amplo do efeito da imaginação na memória associativa, ver Thomas et al., 2023). Estes estudos obtiveram que a combinação das duas tarefas de revisão leva a um benefício ainda maior da memória de longo prazo do que a prática da lembrança em isolamento. Enquanto o gerar imagens para palavras-chave, conforme utilizado em Miyatsu e McDaniel (2019), não necessariamente envolve o mecanismo completo de simulação episódica, é mais provável que a tarefa utilizada em Endres et al. (2017) o faça devido a seu cunho autobiográfico. O fato de que este tipo de tarefa pode ser combinado com o lembrar de forma incremental pode ser interpretado como um indício de que as duas tarefas envolvem processos distintos. Segundo nosso modelo, entretanto, cremos que esses demonstram o emprego conjunto dos dois “extremos” do contínuo da simulação episódica construtiva. O primeiro envolvido com a reativação de aspectos perceptuais episódicos, que é mais engajado durante tarefas de lembrar episódico, como é o caso da prática da lembrança. E o segundo envolvido com a ativação de uma

rede semântica/esquemática ampla, que guia a construção de cenas, e é mais empregada durante a simulação de cenas hipotéticas e fictícias, como é o caso da prática de imaginar.

Abordaremos agora a influência destas redes semânticas/esquemáticas no processo de simulação episódica e na prática da imaginação. É digno de nota que a influência de mecanismos tanto semânticos quanto episódicos na prática da lembrança já foi levantada em discussões anteriores (ver Shaffer & McDermott, 2020, 2022) e foi um resultado central do trabalho de Ferreira et al. (2019) citado anteriormente. Para compreender suas nuances, precisamos revisar alguns pontos sobre os mecanismos neurais da simulação episódica construtiva. Se torna aqui relevante a proposta do “sistema cerebral central”, uma rede que inclui o córtex pré-frontal medial, o pré-cúneo e o córtex retrosplenial, o lobo temporal medial e o córtex temporal lateral. Este sistema central age para integrar a informação de experiências passadas, e está engajado na construção de simulações mentais sobre o passado e sobre eventos hipotéticos e/ou futuros (Addis, 2020). Em uma revisão posterior, Schacter et al. (2017) discutem que esta rede central é similar, mas não idêntica (ver Benoit & Schacter, 2015), à rede de modo padrão. A rede de modo padrão (também conhecida como rede *default*) foi inicialmente associada com momentos de desatenção e divagação, pois estava ativa quando os participantes divagavam ou desviavam sua atenção da tarefa em questão. Porém, evidências posteriores apontaram que, quando modulada por redes atencionais, a rede de modo padrão pode ser utilizada para comportamentos orientados a objetivos, como reconstruir corretamente uma cena passada ou simular um evento futuro específico (para uma revisão do papel da rede de modo padrão além da divagação, ver Menon, 2023).

Há evidências do papel de regiões da rede de modo padrão na prática da lembrança, em especial o córtex pré-frontal medial, que demonstra uma maior atividade (Guran et al., 2022; Wing et al., 2013) e interconectividade com outras regiões da rede (Wing et al., 2013)

para os itens lembrados em comparação com os esquecidos. O córtex pré-frontal medial também demonstrou maior desativação durante o *feedback* corretivo após a prática da lembrança para os itens posteriormente lembrados em comparação com os esquecidos (Gilmore et al., 2018). Mais importante para a nossa discussão, entretanto, são as diferenças na atividade neural geradas pelo mecanismo de simulação de cenas quando empregado para o lembrar e para o imaginar. Neste sentido, temos sub-regiões distintas da rede de modo padrão sendo empregadas em cenas lembradas e em cenas imaginadas, em conjunto com áreas conjuntas, envolvidas em ambas as tarefas, que refletem a simulação de cenas de modo mais amplo (Addis, 2018; Benoit & Schacter, 2015). Uma ativação de áreas anteriores da rede de modo padrão (hipocampo anterior, córtex pré-frontal medial e córtex temporal lateral) está associada ao estabelecimento de uma fundação semântica e esquemática para a construção da cena mental. Enquanto isso, a ativação de áreas posteriores (hipocampo posterior, córtex parietal medial e giro angular) está associada à recuperação de aspectos sensoriais multimodais de episódios passados (para uma revisão, ver Addis, 2018).

Em termos funcionais, a reconstrução de uma cena passada envolve a restauração de conexões entre informações já presentes, associadas ao evento original, enquanto a imaginação de cenas envolve a elaboração de novas conexões entre informações episódicas díspares, guiadas pela memória semântica (Schacter & Addis, 2020). Isto tem uma relação direta com os mecanismos neurais discutidos acima, considerando que lembrar episódios dependeria mais, porém não exclusivamente, de áreas perceptuais e posteriores da rede citada. Enquanto isso, o imaginar dependeria mais, porém não exclusivamente, da atividade de estruturas esquemáticas/semânticas, relacionada com porções anteriores da rede (Addis, 2018).

Por exemplo, lembrar do episódio em que se fez um *tour* em um navio temático de piratas envolve restaurar as conexões entre a praia, o oceano e o ator que fazia o capitão. Imaginar

estar em um navio pirata de verdade, na época elizabetana, envolve o uso de experiências passadas com navios, cenas de filmes e livros que descrevem a vida pirata, e diversas outras representações díspares, advindas de momentos e lugares distintos, para formar uma cena coesa. A primeira tem um cunho mais episódico, em que os registros perceptuais são ativados em conjunto, com menor influência de aspectos semânticos. Já a segunda tarefa tem em seu cerne uma ativação semântica, provendo uma rede de informações associadas com a cena a ser construída, a partir da qual serão “selecionadas” informações episódicas perceptuais condizentes. No caso da imaginação em nosso exemplo, redes semânticas indicariam as fontes a serem utilizadas, centralizadas no tema “piratas”, de onde as informações episódicas seriam extraídas, incluindo um chapéu de capitão e um navio com velames negros. Neste caso, a rede semântica é utilizada para direcionar a extração de informações episódicas perceptuais específicas ao objetivo em questão. É por esta influência semântica que as imagens do chapéu e das velas negras são ativadas em oposição, por exemplo, às imagens de um elmo bacinete ou um estandarte de leão, associados semanticamente a tempos medievais.

Neste sentido, Addis (2018) argumenta que uma reconstrução de cenas baseada em detalhes puramente episódicos é possível, mas que na ausência de pistas perceptuais suficientes há um maior engajamento de informações semânticas. Estas informações semânticas advêm de redes esquemáticas e guiam a reconstrução de uma forma que faça sentido dada às informações disponíveis. A imaginação de eventos é similar a reconstrução de cenas com base em poucas pistas, pois inicia com a ativação destas redes esquemáticas responsáveis por considerar possíveis relações entre estímulos, enquanto guia o emprego de informações episódicas/perceptuais já existentes.

Considerando isso, argumentamos que a prática da lembrança vai depender da reconstrução perceptual do episódio de aprendizagem (similar ao proposto por Karpicke et al., 2014),

mas que é guiada por diferentes níveis de ativação semântica. O nível de ativação semântica vai depender da natureza do conteúdo a ser lembrado, assim como da riqueza perceptual tanto do conteúdo codificado quanto da pista dada. Esperamos que estes diferentes níveis de ativação semântica/esquemática levem, por sua vez, a diferentes níveis de elaboração semântica de um material lembrado. Assim como quando se trata da recuperação de aspectos episódicos, o presente modelo se mantém neutro quanto ao mecanismo exato pelo qual se dá tal processamento semântico, distinguindo-se de hipóteses como a de Carpenter (2009). Entretanto, considerando o papel dos esquemas em guiar a simulação episódica reconstrutiva, é provável que haja a ativação difusa de redes semânticas, que fiquem então associadas ao conteúdo lembrado.

Uma importante predição deste modelo é que lembrar de um conteúdo frente a pistas perceptuais mais ricas ou direcionadas deverá gerar menos elaboração semântica, dependendo mais de aspectos episódicos, enquanto lembrar de um conteúdo com menor auxílio de pistas perceptuais, assim como revisar o conteúdo através da prática da imaginação, deveria gerar maior elaboração semântica. Segundo nossa hipótese, é importante notar que a retenção final de um conteúdo revisado pode ser beneficiada tanto pela recuperação mais perceptual do episódio de aprendizagem quanto pela elaboração mais semântica induzida pelo lembrar. Não preveremos meramente que a prática da imaginação deva levar a uma retenção melhor ou igual a prática da lembrança, mas que ambas engajam um mesmo conjunto de processos cognitivos, os quais envolvem o processo de alta ordem aqui chamado de simulação episódica construtiva. Esses processos cognitivos, entretanto, são empregados de forma levemente distinta em tarefas que priorizem o lembrar ou o imaginar. O emprego do mecanismo de simulação levaria a uma maior elaboração semântica do conteúdo no caso do imaginar, enquanto dependeria mais de informações episódicas no caso do lembrar (principalmente com pistas). Existem, portanto, similaridades fundamentais, porém diferenças

específicas entre a prática de lembrar e a de imaginar. Apesar de engajarem o mesmo mecanismo amplo, cada qual enfatiza um maior emprego de redes neurais distintas, levando a uma elaboração mais episódica ou semântica do material estudado.

É importante ressaltar que diversas tarefas que envolvem a elaboração semântica do material estudado já foram comparadas com a prática da lembrança, como mapas conceituais, a geração de resumos ou de palavras relacionadas, e tarefas similares (a exemplo: Arnold et al., 2021; Karpicke & Blunt, 2011; Lechuga et al., 2015; Lehman & Karpicke, 2016; O'Day & Karpicke, 2021). Entretanto, a presente proposta não parte do pressuposto de que a elaboração semântica passiva do material engaja o mesmo nível de processamento que é engajado durante processos imaginativos. Portanto, comparações entre a prática da lembrança e diferentes atividades de elaboração semântica não testam diretamente nossas previsões. Tais experimentos não envolvem a simulação mental multimodal de cenas e não configuram uma instância da prática da imaginação. Tanto durante o lembrar quanto o imaginar, é necessário o engajamento ativo do mecanismo de simulação mental para um efeito mnemônico comparável. A reexposição através do reestudo não se equivale à prática da lembrança, pois não há a tentativa de gerar uma simulação que engaje a manipulação ativa do material, apesar de haver uma reexposição mais direta e completa aos conteúdos perceptuais.

Em suma, o modelo aqui exposto propõe que a prática da lembrança é benéfica para a memorização de longo prazo porque engaja mecanismos de simulação episódica construtiva. Quando esse mecanismo é empregado com o uso de testes, como na prática da lembrança, envolve a reconstrução da cena de aprendizagem, que pode ou não incluir alguma influência de processos semânticos/esquemáticos, dependendo da natureza da pista e do conteúdo a ser lembrado. Porém, há outras formas de engajar este mecanismo, que aqui chamamos de prática da imaginação, que levam a inclusão do material a ser recordado em tarefas que envolvam a

simulação de cenas mentais hipotéticas ou fantasiosas. Quando a prática de imaginar é utilizada, esperamos um maior emprego de conhecimentos esquemáticos e maior processamento semântico da informação incorporada na prática. Então, dependendo do conteúdo, tarefas e teste final utilizados, praticar a imaginação pode gerar um benefício mnemônico comparável ou até superior à prática da lembrança. Caso este modelo esteja correto, abre-se uma nova possibilidade para compreensão dos mecanismos cognitivos subjacentes à prática de lembrar, assim como a possibilidade de se ampliar o conjunto de tarefas e estratégias benéficas para contextos educacionais.

Conclusão

A busca pelos mecanismos cognitivos subjacentes à prática da lembrança é importante tanto pelo que eles podem acrescentar à compreensão teórica dos processos básicos de memória quanto na aplicação prática do fenômeno aos contextos educacionais. Entretanto, apesar dos avanços na área e da ampla gama de explicações potenciais, nenhuma das hipóteses ainda é capaz de abarcar consistentemente as evidências disponíveis. No presente manuscrito, propusemos que os benefícios da prática da lembrança são produzidos por processos construtivos de simulação episódica, os quais podem igualmente ser engajados por processos imaginativos, que envolvem mecanismos de alta ordem na arquitetura cognitiva. A potencial sobrevivência desta hipótese a testes empíricos futuros poderá prover subsídios para pesquisas translacionais ao oportunizar investigações buscando a possível expansão de atividades de ensino baseadas em evidência.

Contribuição dos autores

Ariel de Oliveira Gonçalves foi o principal responsável pelas etapas de seleção, busca e leitura da literatura utilizada, assim como da escrita do artigo. Papel complementar na organização e ajustes na concepção do projeto.

Antônio Jaeger teve papel complementar nas etapas de seleção da literatura utilizada, assim como participação ativa na escrita do artigo.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses relacionado à publicação deste manuscrito.

Referências

- Abraham, A. (2016). The imaginative mind. *Human Brain Mapping, 37*(11), 4197-4211. <https://doi.org/10.1002/hbm.23300>
- Addis, D. R. (2018). Are episodic memories special? On the sameness of remembered and imagined event simulation. *Journal of the Royal Society of New Zealand, 48*(2-3), 64-88. <https://doi.org/10.1080/03036758.2018.1439071>
- Addis, D. R. (2020). Mental time travel? A neurocognitive model of event simulation. *Review of Philosophy and Psychology, 11*(2), 233-259. <https://doi.org/10.1007/s13164-020-00470-0>
- Addis, D. R., Wong, A. T., & Schacter, D. L. (2007). Remembering the past and imagining the future: Common and distinct neural substrates during event construction and elaboration. *Neuropsychologia, 45*(7), 1363-1377. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.10.016>
- Agarwal, P. K., Nunes, L. D., & Blunt, J. R. (2021). Retrieval practice consistently benefits student learning: A systematic review of applied research in schools and classrooms. *Educational Psychology Review, 33*(4), 1409-1453. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09595-9>
- Akan, M., Stanley, S. E., & Benjamin, A. S. (2018). Testing enhances memory for context. *Journal of Memory and Language, 103*, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2018.07.003>
- Antony, J. W., Ferreira, C. S., Norman, K. A., & Wimber, M. (2017). Retrieval as a fast route to memory consolidation. *Trends in Cognitive Sciences, 21*(8), 573-576. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.001>
- Antony, J. W., & Paller, K. A. (2018). Retrieval and sleep both counteract the forgetting of spatial information. *Learning & Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.), 25*(6), 258-263. <https://doi.org/10.1101/lm.046268.117>
- Arnold, K. M., Eliseev, E. D., Stone, A. R., McDaniel, M. A., & Marsh, E. J. (2021). Two routes to the same place: Learning from quick closed-book essays versus open-book essays. *Journal of Cognitive Psychology, 33*(3), 229-246. <https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1903011>
- Barron, H. C., Auzsztulewicz, R., & Friston, K. (2020). Prediction and memory: A predictive coding account. *Progress in Neurobiology, 192*, 101821.
- Bencze, D., Szöllösi, Á., Németh, K., & Racsmány, M. (2022). An event-related potential study of the testing effect: Electrophysiological evidence for context-dependent processes changing throughout repeated practice. *Biological Psychology, 171*, 108341. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108341>
- Benoit, R. G., & Schacter, D. L. (2015). Specifying the core network supporting episodic simulation and episodic memory by activation likelihood estimation. *Neuropsychologia, 75*, 450-457. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.06.034>
- Bjork, R. A. (1975). Retrieval as a memory modifier. In R. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium* (pp. 123-144). Erlbaum.
- Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (1992). A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation. In A. F. Healy, S. M. Kosslyn, & R. M. Shiffrin (Eds.), *Essays in honor of William K. Estes, Vol. 1. From learning theory to connectionist theory; Vol. 2. From learning processes to cognitive processes* (pp. 35-67). Lawrence Erlbaum Associates.
- Buchin, Z. L., & Mulligan, N. W. (2017). The testing effect under divided attention. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition, 43*(12), 1934-1947. <https://doi.org/10.1037/xlm0000427>
- Buchin, Z. L., & Mulligan, N. W. (2019). Divided attention and the encoding effects of retrieval. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 72*(10), 2474-2494. <https://doi.org/10.1177/1747021819847141>
- Carpenter, S. K. (2009). Cue strength as a moderator of the testing effect: The benefits of elaborative retrieval. *Journal of Experimental Psychology:*

- Learning, Memory, and Cognition*, 35(6), 1563-1569. <https://doi.org/10.1037/a0017021>
- Carpenter, S. K. (2011). Semantic information activated during retrieval contributes to later retention: Support for the mediator effectiveness hypothesis of the testing effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(6), 1547-1552. <https://doi.org/10.1037/a0024140>
- Chang, Y., Delaney, P. F., & Verkoeijen, P. P. (2019). The testing effect in immediate recognition: Tests of the episodic context account. *Journal of Cognitive Psychology*, 31(8), 825-838. <https://doi.org/10.1080/20445911.2019.1677672>
- Cho, K. W., Neely, J. H., Brennan, M. K., Vitrano, D., & Crocco, S. (2017). Does testing increase spontaneous mediation in learning semantically related paired associates? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43(11), 1768. <https://doi.org/10.1037/xlm0000414>
- Coane, J. H. (2013). Retrieval practice and elaborative encoding benefit memory in younger and older adults. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 2(2), 95-100. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2013.04.001>
- Comrie, A. E., Frank, L. M., & Kay, K. (2022). Imagination as a fundamental function of the hippocampus. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377(1866), 20210336.
- Cummings, E. L., Reeb, A., & McDaniel, M. A. (2023). Do not forget the keyword method: Learning educational content with arbitrary associations. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 12(1), 70-81. <https://doi.org/10.1037/mac0000031>
- Dikmans, M. E., van den Broek, G. S. E., & Klatter-Folmer, J. (2020). Effects of repeated retrieval on keyword mediator use: Shifting to direct retrieval predicts better learning outcomes. *Memory*, 28(7), 908-917. <https://doi.org/10.1080/09658211.2020.1797094>
- Devitt, A. L., & Addis, D. R. (2016). Bidirectional interactions between memory and imagination. In K. Michaelian, S. B. Klein, & K. K. Szpunar (Eds.), *Seeing the future: Theoretical perspectives on future-oriented mental time travel* (pp. 93-115). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190241537.003.0005>
- Eisenkraemer, R. E., Jaeger, A., & Stein, L. M. (2013). A systematic review of the testing effect in learning. *Paidéia*, 23, 397-406.
- Ekuni, R., & Jaeger, A. (2022). Retrieval practice as a learning strategy for diverse populations. In M. V. Alves, R. Ekuni, M. J. Hermida, & J. Valle-Lisboa (Eds.), *Cognitive Sciences and Education in Non-WEIRD Populations: A Latin American Perspective* (pp. 245-258). Springer International.
- Endres, T., Carpenter, S., Martin, A., & Renkl, A. (2017). Enhancing learning by retrieval: Enriching free recall with elaborative prompting. *Learning and Instruction*, 49, 13-20. doi: 10.1016/j.learninstruc.2016.11.010
- Ferreira, C. S., Charest, I., & Wimber, M. (2019). Retrieval aids the creation of a generalised memory trace and strengthens episode-unique information. *NeuroImage*, 201, 115996. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.07.009>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., Acton, M., Voelkel, A. R., & Etkind, R. (2007). Comparing and combining retrieval practice and the keyword mnemonic for foreign vocabulary learning. *Applied Cognitive Psychology*, 21(4), 499-526. <https://doi.org/10.1002/acp.1287>
- Gilmore, A. W., Nelson, S. M., Naaz, F., Shaffer, R. A., McDermott, K. B. (2018). BOLD activity during correct-answer feedback in cued recall predicts subsequent retrieval performance: An fMRI investigation using a partial trial design. *Cerebral Cortex*, 28(11), 4008-4022. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx264>
- Gonçalves, A. O. (2023). *Prática de lembrar e memória contextual: Uma avaliação da hipótese do contexto episódico* [Dissertação de mestrado em publicação]. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Guran, C. N. A., Deuker, L., Göttlich, M., Axmacher, N., & Bunzeck, N. (2022). Benefit from retrieval practice is linked to temporal and frontal activity in healthy young and older humans. *Cerebral Cortex Communications*, 3(1), tgac009. <https://doi.org/10.1093/texcom/tgac009>
- Hausman, H., & Rhodes, M. G. (2018). Retrieval activates related words more than presentation. *Memory (Hove, England)*, 26(9), 1265-1280. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1453934>

- Hong, M. K., Polyn, S. M., & Fazio, L. K. (2019). Examining the episodic context account: Does retrieval practice enhance memory for context? *Cognitive Research: Principles and Implications*, 4(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s41235-019-0202-3>
- Huffman, W. B., & Hahn, S. (2015). Cognitive principles in mobile learning applications. *Psychology*, 6(4), 456-463. <https://doi.org/10.4236/psych.2015.64043>
- Huffman, W. B., & Hahn, S. (2017). Investigating optimal memory enhancement procedures in foreign language learning. *Applied Cognitive Psychology*, 31(5), 539-545. <https://doi.org/10.1002/acp.3351>
- Jaeger, A., Eisenkraemer, R. E., & Stein, L. M. (2015). Test-enhanced learning in third-grade children. *Educational Psychology*, 35(4), 513-521.
- Karpicke, J. D. (2017). Retrieval-based learning: A decade of progress. In J. D. Wixted (Ed.), *Cognitive psychology of memory, Vol. 2 of Learning and memory: A comprehensive reference* (Vol. 2, pp. 487-514). Oxford Academic Press.
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772-775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>
- Karpicke, J. D., Lehman, M., & Aue, W. R. (2014). Retrieval-based learning: An episodic context account. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 237-284). Elsevier Academic Press.
- Karpicke, J. D., & Roediger III, H. L. (2008). The critical importance of retrieval for learning. *Science*, 319(5865), 966-968. <https://doi.org/10.1126/science.1152408>
- Karpicke, J. D., & Smith, M. A. (2012). Separate mnemonic effects of retrieval practice and elaborative encoding. *Journal of Memory and Language*, 67(1), 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.02.004>
- Kolers, P. A., & Roediger III, H. L. (1984). Procedures of mind. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23(4), 425-449. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(84\)90282-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(84)90282-2)
- Kornell, N., Bjork, R. A., & Garcia, M. A. (2011). Why tests appear to prevent forgetting: A distribution-based bifurcation model. *Journal of Memory and Language*, 65(2), 85-97. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2011.04.002>
- Langland-Hassan, P. (2021). What sort of imagining might remembering be? *Journal of the American Philosophical Association*, 7(2), 231-251. <https://doi.org/10.1017/apa.2020.28>
- Langland-Hassan, P. (2022). Remembering and imagining. In *Philosophical Perspectives on Memory and Imagination* (pp. 11-34). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003153429-3>
- Lechuga, M. T., Ortega-Tudela, J. M., & Gómez-Ariza, C. J. (2015). Further evidence that concept mapping is not better than repeated retrieval as a tool for learning from texts. *Learning and Instruction*, 40, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.08.002>
- Leggett, J. M., & Burt, J. S. (2021). Errors may not cue recall of corrective feedback: Evidence against the mediation hypothesis of the testing effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47(1), 65. <https://doi.org/10.1037/xlm0000810>
- Lehman, M., & Karpicke, J. D. (2016). Elaborative retrieval: Do semantic mediators improve memory? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(10), 1573-1591. <https://doi.org/10.1037/xlm0000267>
- Lehman, M., Smith, M. A., & Karpicke, J. D. (2014). Toward an episodic context account of retrieval-based learning: Dissociating retrieval practice and elaboration. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(6), 1787-1794. <https://doi.org/10.1037/xlm0000012>
- Lima, M. F. R., Venâncio, S., Feminella, J., & Buratto, L. G. (2020). Does item difficulty affect the magnitude of the retrieval practice effect? An evaluation of the retrieval effort hypothesis. *The Spanish Journal of Psychology*, 23. <https://doi.org/10.1017/SJP.2020.33>
- Lima, N. K., & Jaeger, A. (2020). The effects of prequestions versus postquestions on memory retention in children. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(4), 555-563.
- Liu, Y., Rosburg, T., Gao, C., Weber, C., & Guo, C. (2017). Differentiation of subsequent memory effects between retrieval practice and elaborative

- study. *Biological Psychology*, 127, 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.05.010>
- Ma, X., Li, T., Duzi, K., Li, Z. Y., Ma, X., Li, Y., & Zhou, A. B. (2020). Retrieval practice promotes pictorial learning in children aged six to seven years. *Psychological Reports*, 123(6), 2085-2100. <https://doi.org/10.1177/0033294119856553>
- Menon, V. (2023). 20 years of the default mode network: A review and synthesis. *Neuron*, 111(16), 2469-2487. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.04.023>
- Michaelian, K., Klein, S. B., & Szpunar, K. K. (Eds.). (2016). *Seeing the future: Theoretical perspectives on future-oriented mental time travel*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190241537.001.0001>
- Michaelian, K., Perrin, D., & Sant'Anna, A. (2020). Continuities and discontinuities between imagination and memory: The view from Philosophy. In A. Abraham (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Imagination* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 293-310). Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108580298.019
- Miyatsu, T., & McDaniel, M. A. (2019). Adding the keyword mnemonic to retrieval practice: A potent combination for foreign language vocabulary learning?. *Memory & Cognition*, 47(7), 1328-1343. <https://doi.org/10.3758/s13421-019-00936-2>
- Moreira, B. F. T., Pinto, T. S. D. S., Justi, F. R., & Jaeger, A. (2019a). Retrieval practice improves learning in children with diverse visual word recognition skills. *Memory*, 27(10), 1423-1437. 10.1080/09658211.2019.1668017
- Moreira, B. F. T., Pinto, T. S. S., Starling, D. S. V., & Jaeger, A. (2019b). Retrieval practice in classroom settings: A review of applied research. *Frontiers in Education*, 4, 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00005>
- Morris, C. D., Bransford, J. D., & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 16(5), 519-533. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(77\)80016-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(77)80016-9)
- Mulligan, N. W., Buchin, Z. L., & West, J. T. (2022). Attention, the testing effect, and retrieval-induced forgetting: Distraction dissociates the positive and negative effects of retrieval on subsequent memory. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 48(12), 1905-1922. <https://doi.org/10.1037/xlm0001097>
- Murayama, K., Miyatsu, T., Buchli, D., & Storm, B. C. (2014). Forgetting as a consequence of retrieval: A meta-analytic review of retrieval-induced forgetting. *Psychological Bulletin*, 140(5), 1383-1409. <https://doi.org/10.1037/a0037505>
- O'Day, G. M., & Karpicke, J. D. (2021). Comparing and combining retrieval practice and concept mapping. *Journal of Educational Psychology*, 113(5), 986-997. <https://doi.org/10.1037/edu0000486>
- Peng, Y., Liu, Y., & Guo, C. (2019). Examining the neural mechanism behind testing effect with concrete and abstract words. *NeuroReport*, 30(2), 113-119. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000001169>
- Pyc, M. A., & Rawson, K. A. (2010). Why testing improves memory: Mediator effectiveness hypothesis. *Science (New York, N.Y.)*, 330(6002), 335. <https://doi.org/10.1126/science.1191465>
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological Reviews*, 93(2), 681-766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Rickard, T. C. (2020). Extension of the dual-memory model of test-enhanced learning to distributions and individual differences. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27(4), 783-790. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01734-7>
- Rickard, T. C., & Pan, S. C. (2018). A dual memory theory of the testing effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(3), 847-869. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1298-4>
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006a). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006b). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 181-210. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00012.x>
- Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words

- not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(4), 803-814. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.4.803>
- Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: A meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*, 140(6), 1432–1463. <https://doi.org/10.1037/a0037559>
- Schacter, D. L., & Addis, D. R. (2020). Memory and imagination: Perspectives on constructive episodic simulation. In A. Abraham (Ed.), *The Cambridge handbook of the imagination* (pp. 111-131). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108580298.008>
- Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2007). Remembering the past to imagine the future: The prospective brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, 8(9), 657-661. <https://doi.org/10.1038/nrn2213>
- Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2008). Episodic simulation of future events: Concepts, data, and applications. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 39-60. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.001>
- Schacter, D. L., Benoit, R. G., & Szpunar, K. K. (2017). Episodic future thinking: Mechanisms and functions. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 17, 41-50.
- Schacter, D. L., Guerin, S. A., & St Jacques, P. L. (2011). Memory distortion: An adaptive perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(10), 467-474. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.004>
- Schwoebel, J., Depperman, A. K., & Scott, J. L. (2018). Distinct episodic contexts enhance retrieval-based learning. *Memory*, 26(9), 1291-1296. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1464190>
- Shaffer, R. A., & McDermott, K. B. (2020). A role for familiarity in supporting the testing effect over time. *Neuropsychologia*, 138, 107298. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107298>
- Shaffer, R. A., & McDermott, K. B. (2022). The dual-process perspective and the benefits of retrieval practice in younger and older adults. *Memory (Hove, England)*, 30(5), 554-572. <https://doi.org/10.1080/09658211.2022.2027986>
- Starling, D. S. V., Moreira, B. F. T., & Jaeger, A. (2019). Retrieval practice as a learning strategy for individuals with Down syndrome: A preliminary study. *Dementia & Neuropsychologia*, 13, 104-110.
- Su, N., Buchin, Z. L., & Mulligan, N. W. (2021). Levels of retrieval and the testing effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47(4), 652. <https://doi.org/10.1037/xlm0000962>
- Sun, J., Liu, Y., & Guo, C. (2022). The impacts of the processing levels on testing effect. *Neuroreport*, 33(9), 369-379. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000001786>
- Szpunar, K. K., Watson, J. M., & McDermott, K. B. (2007). Neural substrates of envisioning the future. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(2), 642-647. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610082104>
- Thomas, A. K., & Loftus, E. F. (2002). Creating bizarre false memories through imagination. *Memory & Cognition*, 30(3), 423-431. <https://doi.org/10.3758/BF03194942>
- Thomas, A. K., Bulevich, J. B., & Loftus, E. F. (2003). Exploring the role of repetition and sensory elaboration in the imagination inflation effect. *Memory & Cognition*, 31(4), 630-640. <https://doi.org/10.3758/BF03196103>
- Thomas, J. J., Ayuno, K. C., Kluger, F. E., & Caplan, J. B. (2023). The relationship between interactive-imagery instructions and association memory. *Memory & Cognition*, 51(2), 371-390. <https://doi.org/10.3758/s13421-022-01347-6>
- Watkins, O. C., & Watkins, M. J. (1975). Buildup of proactive inhibition as a cue-overload effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1(4), 442–452. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.1.4.442>
- Whiffen, J. W., & Karpicke, J. D. (2017). The role of episodic context in retrieval practice effects. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 43(7), 1036-1046. <https://doi.org/10.1037/xlm0000379>
- Wing, E. A., Marsh, E. J., & Cabeza, R. (2013). Neural correlates of retrieval-based memory enhancement: An fMRI study of the testing effect. *Neuropsychologia*, 51(12), 2360-2370. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.04.004>

Yang, B. W., Razo, J., & Persky, A. M. (2019). Using testing as a learning tool. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 83(9), 7324. <https://doi.org/10.5688/ajpe7324>

Yang, C., Luo, L., Vadillo, M. A., Yu, R., & Shanks, D. R. (2021). Testing (quizzing) boosts classroom learning: A systematic and meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 147(4), 399-435. <https://doi.org/10.1037/bul0000309>

Zeidman, P., & Maguire, E. A. (2016). Anterior hippocampus: The anatomy of perception, imagination and episodic memory. *Nature Reviews. Neuroscience*, 17(3), 173-182. <https://doi.org/10.1038/nrn.2015.24>

Recebido: 02/05/2023
1ª revisão: 09/11/2023
2ª revisão: 24/11/2023
Aceite final: 25/11/2023



O(s) autor(es), 20234 Acesso aberto. Este artigo está distribuído nos termos da Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite o uso, distribuição e reprodução sem restrições em qualquer meio, desde que você dê crédito apropriado ao(s) autor(es) original(ais) e à fonte, fornecer um link para a licença Creative Commons e indicar se as alterações foram feitas.