www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/95xbgv72

A neurociência da comunicação aplicada ao contexto profissional do professor: atenção, memória e presença na sala de aula

The neuroscience of communication applied to the teacher's professional context: attention, memory and presence in the classroom

Paulo Roberto Alves Falk[1]; Simone Regina Alves Julio Rausch[2]; Priscila Oliveira de Moraes[3]; Elisa Maria Rodriguez Pazinatto Telli[4]; Odila Maria Waldrich[5]; Rodrigo Stadtlober Pedroso[6]; Ricardo Fernando Moreira Floriani[7]; Luciana Genuino Machado[8]

RESUMO

Objetivo: traduzir evidências da neurociência cognitiva sobre atenção, memória e regulação social em decisões concretas de comunicação docente que aumentem a atenção sustentada e a retenção de conteúdo em sala de aula. **Referencial teórico:** a teoria da carga cognitiva, os estudos sobre mente errante, a sinalização do discurso, a recuperação ativa e o espaçamento, a prosódia e a comunicação não verbal, a segurança psicológica e a literatura sobre neuromitos. **Método:** revisão narrativa de literatura com finalidade aplicada, sobre um corpus intencional de 14 obras com revisão sistemática, meta-análise ou estudo empírico com desenho identificável e DOI. **Resultados e Discussão:** as evidências sustentam técnicas verificáveis de sinalização, recuperação ativa, espaçamento, prosódia e clima social, com mecanismos cognitivos identificados. A discussão de quatro tensões mostra que a comunicação que agrada não é a que ensina (r = 0,17 entre imediação e desempenho cognitivo contra r = 0,51 de aprendizagem percebida), que a evidência provém majoritariamente de contextos não brasileiros, que a tradução entre pesquisa e sala falha por assimetria de circulação e que tratar a comunicação docente como competência treinável desloca a formação do talento para a técnica, sem substituir política educacional. **Implicações para a pesquisa:** avançar em estudos de efeito em contextos escolares brasileiros com medidas de retenção. **Originalidade/Valor:** o artigo integra campos distintos em um repertório aplicado, com critério explícito do que a evidência sustenta e do que não sustenta, útil para formação de professores.

Palavras-chave: neurociência cognitiva, comunicação docente, carga cognitiva, recuperação ativa, formação de professores.

ABSTRACT

Objective: to translate evidence from cognitive neuroscience on attention, memory and social regulation into concrete decisions of teacher communication that increase sustained attention and

[1] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2355-8993
[2] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0008-9513-2685
[3] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0009-2802-821X
[4] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0006-9883-1751
[5] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0008-1151-2016
[6] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0007-3975-1417
[7] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0001-5231-244X
[8] Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, Orcid: https://orcid.org/0009-0003-0915-4970

content retention in the classroom. **Theoretical Framework:** cognitive architecture and cognitive load theory, mind wandering research, signaling of discourse structure, retrieval practice and spacing research, nonverbal communication and prosody, psychological safety as a social condition of learning, and the literature on neuromyths. **Method:** narrative literature review with applied purpose, delimited in relation to the theoretical essay, the systematic review and empirical research, based on an intentional corpus of 14 works with systematic review, meta-analysis or empirical study with identifiable design and DOI. **Results and Discussion:** the evidence supports verifiable techniques of signaling, retrieval practice, spacing, prosody and social climate, with identified cognitive mechanisms. The discussion of four tensions shows that communication that pleases is not the one that teaches ($r = 0.17$ between immediacy and cognitive performance against $r = 0.51$ for perceived learning), that the evidence comes mostly from non-Brazilian contexts, that translation between research and the classroom fails through asymmetry of circulation, and that treating teacher communication as a trainable skill shifts teacher education from talent to technique, without replacing educational policy. **Research Implications:** to advance studies of effect in Brazilian school contexts and in the evaluation of communication techniques with retention measures. **Originality/Value:** the article integrates distinct fields into an applied repertoire, with an explicit criterion of what the evidence supports and what it does not support, useful for teacher education.

Keywords: cognitive neuroscience, teacher communication, cognitive load, retrieval practice, teacher education.

1 INTRODUÇÃO

Existe uma premissa silenciosa que atravessa grande parte da formação docente, se o conteúdo estiver bem preparado, ele chegará ao estudante. A experiência cotidiana das salas de aula desmente essa premissa. O conteúdo não chega se o canal falha. Um conceito muito bem organizado no plano de aula pode simplesmente não ser compreendido por uma turma cuja atenção estava em outro lugar, cuja memória de trabalho estava sobrecarregada ou cuja relação com o professor produzia defesa em vez de abertura. A comunicação docente, vista por esse ângulo, não é um problema de oratória nem de carisma. É um problema de construção da atenção e da memória como captar e sustentar um recurso escasso, como reduzir o desperdício de esforço mental e como fazer com que o que foi vivido em cinquenta minutos sobreviva ao esquecimento das semanas seguintes.

A neurociência entrou na conversa pedagógica porque começou a oferecer descrições estáveis dos mecanismos que operam nesse canal, de como a atenção se distribui e se esgota, como a memória de trabalho limita o que cabe em uma explicação, como a prática de recuperação e o espaçamento, na síntese quantitativa de Cepeda *et al*. (2006), reorganizam a curva do esquecimento, como a voz e o corpo do professor modulam a percepção antes mesmo do conteúdo, e como o clima social da sala libera ou bloqueia os recursos que a aprendizagem exige.

Essa entrada, porém, exige rigor. O campo educacional já foi inundado por aquilo que a literatura chama de neuromitos, afirmações sobre o cérebro que soam científicas, circulam em treinamentos e materiais didáticos, mas não sobrevivem à verificação empírica

(Macdonald *et al*., 2017). Um artigo que convoca a neurociência para falar sobre ensino tem, portanto, uma dupla obrigação: apresentar o que as evidências sustentam e marcar com clareza o que elas ainda não sustentam.

O percurso deste artigo segue essa lógica. Primeiro examinamos a atenção como recurso escasso e a carga cognitiva como o funil que define quanto conteúdo cabe em cada momento da aula. Depois tratamos da sinalização da estrutura, o conjunto de marcas verbais e visuais que ajuda o cérebro a encontrar o mapa do que está sendo ensinado. Na sequência, enfrentamos a memória e a constatação incômoda de que explicar bem uma vez não basta. As seções seguintes abordam a camada vocal e corporal da comunicação, o papel da segurança social na abertura para a aprendizagem e os limites do que a neurociência pode dizer hoje, e isso inclui os neuromitos mais persistentes. O artigo se encerra com a síntese das técnicas de comunicação docente em uma tabela de referência e com as considerações finais sobre a comunicação docente como competência treinável. Em cada seção, a teoria aparece a serviço da aplicação: ao final de cada uma, o leitor encontra indicações concretas de uso em sala.

A pergunta de pesquisa que orienta este artigo é: de que modo os estudos da neurociência cognitiva sobre atenção, memória de trabalho, consolidação e regulação social podem ser traduzidos em decisões concretas de comunicação docente que aumentem a atenção sustentada e a retenção de conteúdo em sala de aula. A pergunta é de natureza aplicada, porque não busca descrever um fenômeno novo, nem propor especulação conceitual, mas converter conhecimento já consolidado pela pesquisa em critérios de ação pedagógica verificáveis, utilizáveis pelo professor no planejamento e na condução de suas aulas.

O objetivo geral é sintetizar evidências da neurociência cognitiva e da psicologia da aprendizagem relevantes para a comunicação docente e traduzi-las em um conjunto de técnicas verificáveis de atenção e retenção aplicáveis ao contexto profissional do professor. Como objetivos específicos, o artigo se propõe a identificar os mecanismos de atenção e memória que condicionam a aprendizagem em sala, a distinguir as práticas de comunicação docente sustentadas por evidência daquelas que carecem de apoio empírico e a apresentar uma síntese de técnicas de comunicação executáveis na rotina semanal de aula.

Esses objetivos delimitam o escopo do texto: o foco recai sobre o que o professor pode fazer, de modo deliberado, ao comunicar o conteúdo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ATENÇÃO E CARGA COGNITIVA NA SALA DE AULA

Antes de qualquer conteúdo, o professor precisa resolver um problema de alocação de recursos. A atenção não é uma coisa única. A literatura distingue pelo menos dois sistemas com comportamentos diferentes. A atenção seletiva é a capacidade de focar em um estímulo e filtrar os demais, é ela que permite acompanhar a voz do professor enquanto se ignoram conversas paralelas, celulares e o movimento na janela. A atenção sustentada é a capacidade de manter esse foco ao longo do tempo, e é a que mais sofre. Manter o foco por períodos longos é custoso e o sistema tende a oscilar naturalmente entre momentos de foco pleno e momentos de esmaecimento, com lapsos que não são exceção, mas padrão mensurável (Szpunar *et al*., 2013). O professor compete com tudo, o tempo todo, com o aplicativo de mensagens no bolso, com a preocupação que o estudante trazia de casa, com o desconforto da cadeira, com a explicação mal compreendida dez minutos atrás que agora consome toda a capacidade de processamento. Não existe uma posição segura da qual a atenção da turma possa ser presumida, mas ela precisa ser conquistada repetidamente ao longo de cada aula.

O gargalo central dessa disputa tem nome conhecido: carga cognitiva. A arquitetura cognitiva humana inclui uma memória de trabalho de capacidade e duração limitadas, por onde passa tudo aquilo que é novo antes de poder se tornar memória de longo prazo. Sweller *et al*. (2019), ao revisitar duas décadas de pesquisa sobre desenho instrucional, descrevem essa arquitetura e derivam dela os princípios que sustentam o desenho de instrução. É razoável tomar essa arquitetura como ponto de partida de qualquer decisão pedagógica séria. Se a memória de trabalho transborda, o material não é compreendido, por mais bem intencionado que seja o ensino. Tudo que é novo, um termo técnico, um diagrama, uma instrução em várias etapas, precisa de espaço nesse sistema limitado. Quando o espaço é consumido por elementos que não ajudam a aprender, sobra menos para o que importa.

Essa observação permite separar dois tipos de carga que o professor precisa gerenciar de formas distintas. A carga intrínseca é a dificuldade do próprio conteúdo, com num teorema que é intrinsecamente mais exigente do que uma definição e a interatividade entre os elementos do conteúdo, quantos conceitos precisam ser considerados ao mesmo tempo, define quanto esforço ele demanda. A carga extrínseca é o ruído que se soma ao conteúdo sem contribuir para a aprendizagem e frequentemente é o professor quem a adiciona sem querer. Os exemplos de sala de aula são familiares. O slide poluído, com texto corrido, gráficos decorativos e transições chamativas, força o estudante a decidir o que olhar enquanto deveria estar ouvindo. A instrução ambígua, que combina duas tarefas em uma única frase mal articulada, obriga os estudantes a reconstruir o que foi pedido e assim gastam memória de

trabalho com a decifração em vez da execução. O desvio no meio da explicação, aquela história que o professor insere no ponto mais sensível do raciocínio, consome recursos de memória de trabalho que o estudante precisaria para acompanhar o raciocínio, e cobra dele o custo de religar o fio quando a explicação retoma o rumo.

Resta ainda um adversário que nenhuma técnica elimina completamente, a mente do aluno vagando. Szpunar *et al*. (2013) reuniram evidências de que os lapsos de atenção, os momentos em que o pensamento se desprende da tarefa e deriva para assuntos pessoais, são a regra e não a exceção, tanto na sala de aula presencial quanto no aprendizado *online*. A implicação pedagógica é direta e não se trata de culpar o estudante por desviar o foco, mas de desenhar a aula assumindo que o desvio vai acontecer e criando pontos de recaptura da atenção. Segmentos curtos, perguntas intercaladas, mudanças de atividade e pausas deliberadas funcionam, mesmo que parte da turma tenha vagado, um evento bem colocado traz o processamento de volta ao trilho antes que a lacuna se torne irrecuperável.

Em termos de aplicação, três medidas resolvem a maior parte do problema no dia a dia. Primeira: reduzir ativamente a carga extrínseca, slides limpos até sobrar apenas o que sustenta a explicação, remover digressões do meio dos raciocínios e reservar as histórias para os intervalos naturais entre blocos. Segunda: dar uma instrução por vez, e só avançar quando ela tiver sido compreendida, pode ser numa checagem rápida, pedir que um estudante reformule a tarefa com as próprias palavras, custa trinta segundos e economiza minutos de retrabalho. Terceira: checar a compreensão antes de avançar, porque cada etapa construída sobre um mal-entendido aumenta a carga intrínseca de tudo que vem depois. Pois, parece que atenção não se exige, ela se facilita com processos adequados.

2.2 SINALIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO DISCURSO

Se a memória de trabalho é um espaço pequeno, uma das habilidades mais valiosas do comunicador é ajudar o ouvinte a decidir o que merece ocupá-lo. É esse o papel do princípio da sinalização, ou *signaling principle*, uma das cinco estratégias de otimização de materiais instrucionais sistematizadas por Castro-Alonso *et al*. (2021). A ideia é simples, quando o material ou o discurso marca explicitamente o que é essencial, com destaques, organizadores prévios, marcadores verbais e indicações de estrutura, o estudante gasta menos esforço na busca visual e auditiva pela informação relevante e sobra mais capacidade para processá-la.

Assim, Castro-Alonso *et al*. (2021) organizaram um conjunto de cinco estratégias de otimização de materiais instrucionais, divididas entre aquelas gerenciadas pelo instrutor e

aquelas gerenciadas pelo próprio aprendiz e a sinalização aparece entre as mais consistentes. Apontar o essencial reduz a carga extrínseca identificada na seção anterior e transforma em vantagem o que antes era desperdício.

A evidência ganha força quando se observa o olhar. Estudos com rastreamento ocular, que registram exatamente para onde os olhos se movem durante a leitura ou a observação de um material, mostram que sinais bem posicionados, um realce, um contorno, uma seta, direcionam o olhar para o conteúdo relevante e reduzem a carga percebida (Rodemer *et al*., 2022). Os autores documentaram esse efeito em material instructional, onde os participantes expostos à versão sinalizada fixavam o olhar mais cedo e por mais tempo nos elementos corretos, com menos dispersão pelo periférico. Traduzido para a sala de aula, o dado sugere que a sinalização não é um enfeite retórico, ela muda fisicamente o comportamento perceptivo dos estudantes e aproxima a atenção do alvo pretendido ao economizar os segundos que a memória de trabalho não pode perder.

A aplicação desse princípio à fala do professor pode ser formulada, como proposta derivada da literatura de sinalização, em três procedimentos. O primeiro são os marcadores verbais explícitos. Frases como, "isto é o mais importante", "voltando ao eixo" e "antes de seguir, fixem isto" funcionam como sinais no fluxo da aula e podem indicar ao estudante o que merece atenção prioritária. O segundo é a pausa antes do ponto-chave. Um silêncio de dois ou três segundos antes da frase central cria um contraste temporal que pode favorecer a segmentação da informação, na mesma lógica com que um realce isola uma palavra em um texto. O terceiro é a repetição deliberada do essencial, em variações, de modo que a ideia central seja retomada por caminhos ligeiramente diferentes ao longo da aula.

Um cuidado final separa a sinalização competente da poluição visual. Escrever no quadro apenas o que é estrutura, o roteiro da aula, o conceito central, a definição que será retomada nas próximas semanas, preserva a função de mapa. Copiar para o quadro tudo o que é falado produz o efeito oposto: o estudante passa a transcrever em vez de processar, e o quadro deixa de sinalizar para passar a competir com a fala. A regra é que cada elemento visível na sala responda à pergunta: isto ajuda o estudante a localizar o essencial, ou apenas registra que algo foi dito?

Dessa mesma arquitetura decorre uma consequência que vai além do quadro. Se a capacidade de memória de trabalho é limitada e a exposição inicial consome boa parte dela apenas para acompanhar o fluxo da explicação, deslocar o primeiro contato com o conteúdo para antes da aula libera recursos atencionais para o que só a interação presencial permite. O estudante que já encontrou o material uma vez chega com algum conhecimento prévio

disponível, e o professor pode dedicar a aula ao que a arquitetura cognitiva torna mais custoso: a elaboração, a correção de compreensão equivocada e a prática de recuperação. Trata-se, no vocabulário da carga cognitiva, de transferir parte da gestão da carga do instrutor para o aprendiz, como descrevem Castro-Alonso *et al*. (2021).

2.3 MEMÓRIA, RECUPERAÇÃO ATIVA E ESPAÇAMENTO

A experiência mais frustrante do ensino é também a mais documentada pela psicologia da memória, quando o professor explica bem, os estudantes compreendem e semanas depois quase nada restou. A explicação está na consolidação, o processo pelo qual novas memórias se estabilizam (Sweller *et al*., 2019) e no esquecimento, que começa imediatamente após a codificação e avança rápido no início antes de desacelerar. A curva do esquecimento descreve essa trajetória de queda acentuada seguida de estabilização e Cepeda *et al*. (2006) demonstraram que o intervalo entre sessões altera sistematicamente essa trajetória.

O que altera essa curva não é a qualidade da explicação original, já que o esquecimento começa no momento em que ela termina. O que altera é o que o estudante faz depois. A explicação está na distinção entre força de armazenamento e força de recuperação: uma informação pode estar disponível na memória e ainda assim permanecer inacessível quando solicitada, porque o que se fortalece na prática não é o traço, mas a rota que leva até ele. Reler produz familiaridade e, com ela, a sensação enganosa de domínio, sem exercitar essa rota. Trazer o conteúdo de volta à memória sem consultá-lo faz o oposto: submete a rota a esforço e a torna mais eficiente nas tentativas seguintes. É o que a literatura chama de dificuldade desejável, a constatação de que condições que tornam a recuperação mais custosa no curto prazo produzem retenção superior no longo prazo, e que o desempenho durante o estudo não prediz a aprendizagem que ele deixa (Agarwal *et al*., 2021; Cepeda *et al*., 2006). A consequência é contraintuitiva e vale enunciar sem rodeio: a memória não se fortalece na exposição repetida, e sim no esforço de ser reconstruída. Quanto mais fácil o estudante torna a revisão, menos ele aprende com ela.

Esse mecanismo tem nome técnico, prática de recuperação, ou *retrieval practice*, e acumula uma das evidências mais robustas da psicologia aplicada à educação. Agarwal *et al*. (2021) realizaram uma revisão sistemática de experimentos conduzidos em salas de aula reais e não em laboratórios: cinquenta experimentos, quarenta e nove tamanhos de efeito, cinco mil trezentos e setenta e quatro estudantes. O resultado foi notavelmente uniforme: cinquenta e sete por cento dos resultados mostraram benefícios médios ou grandes da prática de recuperação sobre a aprendizagem, e os demais foram majoritariamente neutros ou positivos,

com pouquíssimos efeitos negativos. O dado relevante para o professor não é apenas a média, mas o contexto: os estudos foram feitos com conteúdos e turmas reais, o que significa que a técnica sobrevive às condições imperfeitas da escola e não apenas às condições controladas do laboratório.

O uso da técnica em condições reais já foi descrito pelos próprios professores. Bates e Shea (2024) investigaram como docentes relatam empregar a prática de recuperação na sala de aula e encontraram um padrão claro, os formatos mais usados são *quizzes* e perguntas curtas, aplicados geralmente no início ou no fim das aulas, muitas vezes com baixo ou nenhum peso na nota. Essa configuração faz sentido pedagógico. O valor da recuperação está no ato de tentar lembrar, não na avaliação, quando o quiz vira instrumento de punição, o estudante passa a otimizar a nota em vez do mecanismo cognitivo. Perguntas curtas, orais ou escritas, anônimas ou discutidas em duplas, cumprem a mesma função com custo mínimo de preparo.

Uma segunda alavanca multiplica o efeito da primeira: o espaçamento. Cepeda *et al*. (2006) sintetizaram quantitativamente centenas de experimentos sobre prática distribuída em tarefas de recordação verbal e confirmaram o que a literatura acumula desde o final do século XIX: distribuir a revisão no tempo supera sistematicamente o estudo concentrado. Duas sessões de quinze minutos separadas por dias produzem retenção maior que uma sessão de trinta minutos na véspera. O mecanismo é o mesmo da recuperação, ou seja quanto maior o intervalo, maior o esforço de reconstrução e maior o ganho de consolidação. Para o planejamento docente, isso significa que a retomada do conteúdo, feita na semana seguinte, depois no mês seguinte, é parte da aula, e não um comprometimento de calendário.

A aplicação em sala pode ser estruturada em quatro movimentos. Abrir a aula com três perguntas sobre a aula anterior, feitas antes de qualquer conteúdo novo, instala a recuperação como ritual e ainda recaptura a atenção dos que haviam perdido o foco. Fechar com duas perguntas de recuperação sobre o conteúdo daquele mesmo dia garante ao menos uma tentativa de reconstrução antes da curva do esquecimento começar sua queda inicial. Retomar o conceito-chave na semana seguinte, em forma de pergunta, de aplicação, transforma o espaçamento em rotina. E parece importante abandonar a premissa contraproducente de que "já expliquei, então eles sabem", a explicação cria a possibilidade da memória, mas só a recuperação espaçada a consolida.

O professor que explica bem uma vez fez metade do trabalho e a outra metade acontece nas semanas seguintes.

2.4 PROSÓDIA, ACÚSTICA E COMUNICAÇÃO NÃO VERBAL

Todo o conteúdo da aula chega ao estudante embrulhado em uma estrutura física: a voz e o corpo do professor. A primeira característica dessa camada é a prosódia, o conjunto de variações de tom, intensidade, pausas e velocidade que acompanham a fala. Deng *et al*. (2024), analisando características prosódicas de professores, mostraram que a prosódia afeta a percepção auditiva, a concentração e a compreensão, uma fala monótona, no mesmo tom e no mesmo ritmo, tende a produzir fadiga auditiva e desengajamento, enquanto variações bem colocadas marcam fronteiras entre ideias e mantêm o sistema auditivo atento. A prosódia funciona como a pontuação da fala, sem ela, o ouvinte precisa adivinhar onde termina uma ideia e começa outra, e esse custo é pago em memória de trabalho.

A segunda característica da camada física é o imediatismo não verbal, o conjunto de comportamentos que reduzem a distância percebida entre professor e turma, contato visual, gestos, proximidade, expressividade facial, movimento pela sala. Sobre esse construto existe uma das meta-análises mais citadas da comunicação aplicada ao ensino. Witt *et al*. (2004) reuniram oitenta e um estudos, com um total de vinte e quatro mil quatrocentos e setenta e quatro participantes, e encontraram correlações fortes entre o imediatismo não verbal do professor e a aprendizagem percebida ($r = 0,51$) e a aprendizagem afetiva ($r = 0,49$), mas apenas uma correlação fraca com o desempenho cognitivo medido por testes objetivos ($r = 0,17$). A discrepância entre esses números é um ponto de honestidade científica indispensável, presença e carisma aumentam o quanto os estudantes gostam da aula e o quanto acreditam ter aprendido, mas produzem apenas um ganho modesto no que efetivamente demonstram saber. Carisma não substitui desenho instrucional. O professor expressivo que não sinaliza a estrutura, não recupera conteúdo e sobrecarrega a memória de trabalho produz engajamento sem garantia de aprendizagem e a diferença entre gostar da aula e aprender com ela é exatamente o que os dados de Witt *et al*. (2004) tornam visível

A terceira característica da camada física não é do professor, mas da sala. A acústica do ambiente, o nível de ruído de fundo e a reverberação, o eco que a voz produz ao refletir nas paredes e no teto, afetam diretamente a compreensão e o bem-estar dos estudantes. Mercugliano *et al*. (2025) revisaram sistematicamente os efeitos da qualidade acústica das salas de aula e constataram que ruído e reverberação excessivos degradam a percepção da fala, aumentam o esforço de escuta e prejudicam o bem-estar, com sensibilidade crescente conforme a idade dos estudantes. As crianças pequenas, que ainda estão construindo o próprio vocabulário, são as mais penalizadas, pois precisam de maior clareza do sinal para deduzir

palavras que ainda não conhecem. Para o professor, isso significa que parte do esforço de comunicação pode ser desperdiçada pela sala antes de chegar a qualquer ouvido.

As aplicações desta seção são todas verificáveis em cinco minutos de aula. A pausa de dois a três segundos depois do ponto-chave isola o essencial pelo contraste temporal e dá ao ouvinte o tempo de consolidar a frase antes que a próxima a substitua. A variação deliberada de ritmo, acelerar nos exemplos, desacelerar nas definições, muda a prosódia de uniforme para pontuada e marca as fronteiras entre ideias. O posicionamento na sala, falar de pontos diferentes do espaço em momentos diferentes da explicação, redistribui a atenção e reduz a sonolência do fundo. E a checagem simples: perguntar, periodicamente, se o fundo da sala ouve com clareza e ajustar volume, velocidade ou posição em resposta. Nenhum desses recursos exige talent, mas todos exigem atenção e intenção.

2.5 SEGURANÇA PSICOLÓGICA E O CÉREBRO SOCIAL

O cérebro humano trata as relações sociais com a seriedade com que trata ameaças físicas. Uma pergunta em público percebida como humilhação, uma correção sarcástica, a exposição do erro diante da turma, ativam sistemas de defesa que competem pelos recursos cognitivos, atenção, memória de trabalho e flexibilidade, de que a aprendizagem precisa (Immordino-Yang; Damasio, 2007). O estudante ameaçado não está disponível para aprender, está ocupado se protegendo. Por isso o clima de segurança psicológica não é um luxo pedagógico, um acréscimo que se faria quando houvesse tempo, é uma condição prévia. Sem ele, as técnicas das seções anteriores operam com a capacidade reduzida dos estudantes que estão defendendo território em vez de processando conteúdo.

A centralidade dessa dimensão foi confirmada por uma revisão sistemática sobre a relação professor-aluno. Di Lisio *et al*. (2025) analisaram a literatura sobre o tema e concluíram que o vínculo entre professor e estudante é um fator central do engajamento e da aprendizagem. Relações marcadas por confiança e proximidade se associam a maior participação, persistência e desempenho, enquanto relações distantes ou conflituosas se associam a desengajamento que se acumula ao longo dos anos escolares. A implicação prática é que a qualidade do vínculo não é um complemento afetivo do ensino; ela é parte da infraestrutura sobre a qual o ensino se sustenta (Di Lisio *et al*., 2025).

É importante, porém, não confundir segurança com ausência de conflito. O conflito cognitivo, a discordância sobre ideias, hipóteses e interpretações, pode ser produtivo e é frequentemente nos desacordos intelectuais que os conceitos se refinam. O conflito afetivo, que ataca a pessoa e não a ideia, é destrutivo. Xie *et al*. (2022) investigaram essa distinção e

encontraram um resultado revelador. Sob um clima de segurança psicológica, o conflito professor-estudante pode ter efeitos benéficos, porque a discordância é interpretada como interesse e investimento. Sem esse clima, o mesmo conflito é interpretado como rejeição e produz os custos defensivos descritos acima. É o clima de segurança e não a ausência de discordância, que separa o conflito que ensina do conflito que machuca.

A aplicação começa na forma de corrigir um erro sem sinalizar ameaça. As técnicas são conhecidas, questionar em vez de declarar, em vez de "está errado" buscar o núcleo correto da resposta antes do componente equivocado, dirigir a correção à tarefa e não à pessoa, "há um passo que precisa de revisão" em vez de "você não prestou atenção". A segunda aplicação é usar o erro como material didático: analisar um erro típico diante da turma, sem identificar seu autor, transforma o equívoco em objeto de estudo e comunica que errar faz parte do método. A terceira é nomear o desconforto produtivo e dizer explicitamente à turma que a discussão a seguir vai desestabilizar certezas e que esse desconforto é sinal de trabalho cognitivo real, prepara os estudantes para interpretar o conflito cognitivo como convite e não como ataque. Segurança não elimina o desafio, mas ela torna o desafio utilizável.

2.6 O QUE A EVIDÊNCIA NÃO SUSTENTA

Um artigo que convoca a neurociência para orientar a prática docente precisa dedicar espaço ao que a neurociência não sustenta. O acúmulo de neuromitos, afirmações sobre o cérebro sem base empírica que circulam no campo educacional, é bem documentado. Macdonald *et al*. (2017) aplicaram um questionário a uma amostra de quinhentos e noventa e oito educadores e encontraram que cinquenta e seis por cento endossavam neuromitos clássicos, como a teoria dos estilos de aprendizagem, a ideia do hemisfério dominante, o efeito Mozart, o mito de que usamos apenas dez por cento do cérebro e a crença de que o açúcar melhora a atenção. Os mesmos autores verificaram que o treinamento em educação ou em neurociência reduz a adesão a esses mitos, mas não a elimina, o que indica que a simples exposição a conteúdo científico não basta. É necessário debater os mitos explicitamente, com seus mecanismos e suas refutações.

O neuromito mais difundido merece tratamento específico. A teoria dos estilos de aprendizagem afirma que cada estudante aprende melhor quando o ensino é ajustado ao seu estilo supostamente preferencial, visual, auditivo ou cinestésico. A hipótese é atraente e intuitiva, e é exatamente por isso que se espalhou (Macdonald *et al*., 2017). Mas não há evidência de que ensinar no estilo do aluno melhore a aprendizagem. As revisões que

examinaram essa correspondência não encontraram sustentação empírica para a hipótese. O que a evidência sustenta é outra coisa. A modalidade deve ser adequada ao conteúdo, não ao aluno. Ou seja, geometria se beneficia de representação visual porque geometria é espacial, pronúncia de língua estrangeira se beneficia de material auditivo porque o alvo é sonoro. O critério é a natureza do que se ensina, e não um rótulo fixo atribuído à pessoa que aprende.

O ceticismo saudável deve se estender também às modas que chegam embaladas em linguagem científica. As pausas de atividade física em sala de aula são um exemplo atual. Peiris *et al*. (2022) realizaram uma meta-análise de ensaios randomizados sobre o tema e encontraram efeitos mistos sobre o desempenho acadêmico e nenhum efeito claro sobre a cognição. Isso não significa que as pausas sejam inúteis, elas podem ser valiosas por outros motivos, como o bem-estar, a socialização e a quebra da sedentariedade. Significa que não se deve vendê-las como adicional cognitive, antes de mais investigações concretas. A honestidade pedagógica exige apresentar a intervenção pelo que ela é e pelos efeitos que a evidência realmente mostra.

Da soma dessas lições surge uma regra prática que protege o professor do neuro encantamento. Desconfie de qualquer afirmação neurocientífica que prometa resultado sem mecanismo e sem medida. Toda intervenção séria deve conseguir responder duas perguntas: por qual mecanismo cognitivo ela deveria funcionar e como se mediria o efeito. Programas que prometem desbloquear o cérebro, equipamentos que garantem aprendizagem acelerada e técnicas que se apóiam em “estudos comprovam” sem citar estudos falham nas duas perguntas ao mesmo tempo. A neurociência tem muito a oferecer à educação, a oferta, porém, é de princípios com evidência acumulada, não de garantias.

3 METODOLOGIA

Este artigo configura uma revisão narrativa de literatura com finalidade aplicada, que aqui se designa também como síntese crítica orientada à prática. A revisão narrativa caracteriza-se pela seleção intencional das fontes a partir de sua relevância argumentativa e não pelo esgotamento de um corpus predefinido. Sua contribuição está na integração interpretativa entre campos distintos, como a neurociência cognitiva e a psicologia da aprendizagem e não no mapeamento exaustivo de uma área de pesquisa. Essa natureza precisa estar explícita desde o início, para que o leitor saiba em que regime de evidência o texto se move e que tipo de afirmação ele está autorizado a fazer. O procedimento adotado segue a lógica de síntese crítica que caracteriza revisões de literatura em ciências cognitivas aplicadas

à educação, em que a integração entre resultados experimentais e prática pedagógica exige interpretação e não apenas acumulação de estudos (Sweller *et al*., 2019).

Essa escolha metodológica delimita o estudo em relação a três formatos próximos. Não se trata de um ensaio teórico, porque no ensaio a argumentação conceitual própria é o eixo do texto e não há compromisso de ancoragem empírica sistemática, enquanto aqui cada afirmação prática está vinculada a um estudo identificável. Também não é uma revisão sistemática, porque não há pergunta formalizada em protocolo registrado, formato de busca documentada, critérios explícitos de inclusão e exclusão, nem fluxo de triagem com diagrama de seleção. Por fim, não é pesquisa empírica, porque não houve coleta de dados primários, instrumento de coleta, amostra ou análise estatística própria. Trata-se, portanto, de um terceiro gênero, com regras e limites próprios.

A seleção das obras seguiu três critérios declarados: pertinência direta ao mecanismo cognitivo discutido em cada seção, disponibilidade de revisão sistemática, meta-análise ou estudo empírico com desenho identificável, e possibilidade de tradução do resultado em decisão pedagógica concreta. Foram priorizadas revisões sistemáticas e meta-análises por oferecerem síntese acumulada das evidências, complementadas por estudos empíricos quando o mecanismo exigia evidência específica. O conjunto final reúne obras orientadas pela função argumentativa de cada uma dentro do percurso do texto, não por exaustividade de cobertura do campo.

A ausência de protocolo sistemático implica risco de viés de seleção, e o artigo não pretende esgotar a literatura nem produzir estimativas de efeito agregadas. A síntese de técnicas apresentada na seção de resultados é uma síntese aplicada das evidências discutidas e não um instrumento validado, carecendo de teste empírico de eficácia em contexto escolar. A literatura mobilizada é predominantemente internacional, o que limita a generalização direta ao contexto brasileiro e recomenda adaptação cuidadosa à realidade das redes de ensino locais.

Essa delimitação não reduz o valor do artigo, mas define o que ele pode e não pode afirmar, ou seja pode oferecer síntese confiável e critérios de ação fundamentados, não pode oferecer prova de eficácia local nem hierarquia definitiva de intervenções. Ao leitor cabe usar o texto como mapa de decisões plausíveis, testando-as na própria prática e observando os resultados em sua turma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMUNICAÇÃO QUE AGRADA E COMUNICAÇÃO QUE ENSINA

A meta-análise de Witt *et al*. (2004) sintetizou 81 estudos, com amostra combinada de 24.474 participantes e produz o dado mais desconfortável deste artigo. A imediação não verbal do professor, o conjunto de comportamentos que aproximam professor e estudantes, correlaciona-se em 0,51 com a aprendizagem percebida e em 0,49 com a aprendizagem afetiva, mas apenas em 0,17 com o desempenho cognitivo efetivamente medido. Os três números medem coisas diferentes, e a distância entre eles é a distância entre o que o estudante sente que aprendeu e o que ele de fato aprendeu.

Esse desalinhamento não é uma curiosidade estatística: é estrutural. A percepção de aprendizagem se forma no mesmo canal afetivo que a comunicação carismática alimenta, de modo que um professor verbalmente hábil, próximo e envolvente tende a colher avaliações altas mesmo quando a retenção de conteúdo é modesta. O inverso também vale, um professor tecnicamente competente, mas frio na entrega, pode estar ensinando mais do que sua turma percebe e ser punido por isso na avaliação institucional. Como a reação imediata da turma é o único *feedback* disponível em tempo real, o professor que calibra sua comunicação por essa reação está, quase sempre, otimizando a percepção de aprendizagem e não a aprendizagem.

Daqui decorre o risco central discutido neste movimento, que é o de confundir engajamento observável com retenção. Turma atenta, risonha e participativa é um sinal de que o canal relacional funciona, não de que a memória foi construída. A implicação para a avaliação da própria eficácia docente é direta. O professor precisa de instrumentos que meçam reconstrução de conteúdo, como perguntas de recuperação ao fim do bloco, e não apenas de termômetros de clima. Conclui-se que a comunicação docente exige dois critérios simultâneos e não substituíveis: o critério relacional, que sustenta a disposição de aprender, e o critério instrucional, que sustenta a retenção. Nenhum dos dois compensa a ausência do outro, e a comunicação que agrada sem ensinar cumpre metade do trabalho tão mal quanto a que ensina sem conseguir ser ouvida.

4.2 O PROBLEMA DA TRANSFERÊNCIA: EVIDÊNCIA SÓLIDA, CONTEXTO DISTINTO

A base empírica sobre recuperação ativa e espaçamento está entre as mais sólidas da psicologia da aprendizagem e o artigo a assume como ponto de partida. Essa solidez, porém, tem um endereço: ela foi produzida majoritariamente fora do Brasil. A revisão sistemática de Agarwal *et al*. (2021) examinou 50 experimentos conduzidos em salas de aula reais, com 49 tamanhos de efeito e amostra total de 5.374 estudantes, e encontrou benefícios em 57% dos

resultados. É um quadro favorável, mas o mesmo estudo registra que apenas 6% dos experimentos foram realizados em países não WEIRD, ou seja, fora do círculo de populações ocidentais, educadas, industrializadas, ricas e democráticas que domina a literatura experimental.

O que isso significa para o professor brasileiro é uma questão de separar direção de magnitude. A direção do efeito, praticar recuperação retém mais do que reler, é provavelmente generalizável, porque repousa em mecanismos gerais da memória. A magnitude não é automaticamente transferível, porque depende de condições materiais, tamanho de turma, carga horária, formação docente e cultura de avaliação e todas essas condições diferem entre o laboratório internacional em que a técnica foi testada e a escola brasileira. Há ainda a tensão entre o que a pesquisa demonstra e o que o professor consegue executar sob restrição de tempo: Bates e Shea (2024) mostram que professores já usam recuperação ativa na rotina, com quizzes e perguntas curtas como formatos mais frequentes, o que confirma a viabilidade prática da técnica, mas também sugere o risco de aplicação superficial, reduzida a rotina de nota em vez de instrumento de reconstrução de memória.

Neste ponto o artigo assume posição: a tradução para o contexto brasileiro exige adaptação declarada, e não transposição direta. Adaptar declaradamente significa identificar qual variável do estudo original não se sustenta na própria sala, tamanho do grupo, tempo disponível, sistema de avaliação, ajustar a técnica a essa realidade e comunicar o ajuste como escolha consciente. O que a literatura revisada oferece são critérios de decisão, não prescrição e tratá la como receita é repetir, em outra escala, o erro dos neuromitos.

4.3 POR QUE A TRADUÇÃO ENTRE PESQUISA E SALA FALHA

Se a evidência existe e é robusta, por que ela chega distorcida à sala de aula? Macdonald *et al*. (2017) oferecem uma medida do problema: 56% de uma amostra de 598 educadores endossava ao menos um neuromito clássico, contra 68% no público geral e 46% entre pessoas com alta exposição a neurociência. O treinamento reduz, mas não elimina essas crenças. A tentação é ler esses números como déficit individual de formação, e essa leitura é equivocada.

O padrão dos três percentuais sugere outra coisa: quanto mais contato com neurociência, menor o endosso, mas nunca perto de zero. Isso aponta para uma falha sistêmica de circulação do conhecimento, e não para falha de esforço individual. A pesquisa chega ao professor por canais de divulgação, cursos rápidos, redes sociais, materiais comerciais de formação, que privilegiam apelo e novidade sobre precisão e limite. Uma afirmação

neurocientífica atraente circula em dias; a correção científica, quando existe, circula em anos, e raramente alcança o mesmo público. Essa assimetria de velocidade garante que o neuromito seja sempre renovado mais rápido do que desmentido, e explica por que a seção anterior deste artigo, sobre o que a neurociência ainda não sustenta, precisava existir: a maior parte do que circula sob o rótulo de neurociência educacional não sobrevive à verificação.

A consequência formativa é a conclusão deste movimento. A competência central a ser formada não é memorizar achados, que envelhecem e chegam contaminados, mas desenvolver critério de leitura: exigir mecanismo, perguntando por qual processo cognitivo o efeito ocorreria; exigir medida, perguntando como a aprendizagem foi aferida e não apenas percebida; e exigir limite declarado, perguntando em que populações e condições o resultado foi obtido. A formação continuada que ensina técnicas sem ensinar a avaliar evidência produz dependência do próximo curso e do próximo especialista; a que forma critério produz autonomia, e é só essa segunda que resiste à próxima moda neurocientífica.

4.4 O QUE SIGNIFICA TRATAR COMUNICAÇÃO DOCENTE COMO COMPETÊNCIA TREINÁVEL

A tese que abriu este artigo, a de que comunicação docente é competência treinável e não dom, adquire aqui suas consequências. Se a competência é treinável, ela é passível de formação deliberada: decompor a habilidade em componentes, observar a execução, devolver feedback específico e repetir com ajuste. Isso desloca o eixo da formação de professores do conteúdo para o desenho da interação, ou seja, de o que ensinar para como estruturar a disputa pela atenção, a sinalização do essencial e a reconstrução da memória ao longo da aula.

Essa posição colide com a cultura escolar que trata boa aula como resultado de talento pessoal, algo que se tem ou não se tem, e que por isso não é objeto de formação nem de avaliação. A cultura do talento tem um efeito prático perverso: isenta a formação de discutir a interação e transforma o professor iniciante que fracassa na comunicação em culpado individual por algo que ninguém lhe ensinou. Tratar a comunicação como treinável devolve o problema ao campo do desenvolvimento profissional, onde observação de pares, vídeo e feedback estruturado já mostram caminho.

É preciso, porém, marcar o limite dessa posição com honestidade. Treinar técnicas de atenção e retenção não resolve problemas estruturais de condições de trabalho, turmas excessivas, carga horária esmagadora, ausência de tempo remunerado para planejamento e formação. Seria desonesto apresentar a competência comunicativa como substituto de política educacional e este artigo não o faz. A posição final assumida é que a competência

comunicativa é necessária e insuficiente e o artigo se posiciona contra duas leituras opostas: a que reduz o ensino a técnica, ignorando condições e relações e a que reduz o ensino a talento, ignorando que a interação pedagógica pode ser aprendida.

O professor descrito neste artigo não é um *performer*, mas um mediador de processos cognitivos, como alguém que organiza as condições em que atenção, compreensão e memória podem operar de forma mais eficiente.

As seções precedentes descreveram, uma a uma, as técnicas que a literatura sobre carga cognitiva, recuperação e comunicação não verbal associa à aprendizagem. O risco de uma exposição assim organizada é que o leitor perca a visão de conjunto e passe a tratar cada técnica como recomendação isolada, quando o que a evidência sustenta é a combinação delas. A Tabela 1 reúne essas técnicas, o mecanismo cognitivo que cada uma mobiliza e a fonte que a sustenta, para que a relação entre elas fique visível em um único lugar e para que o leitor possa avaliar a força da evidência de cada linha.

Tabela 1

Síntese das técnicas de comunicação docente, mecanismo cognitivo e evidência de suporte

Técnica	Mecanismo cognitivo	Evidência de suporte
Sinalização verbal da estrutura	Redução de carga extrínseca e direcionamento da atenção	Castro-Alonso *et al.* (2021); Rodemer *et al.* (2022)
Perguntas de recuperação na abertura e no fechamento	Consolidação e fortalecimento da trajetória de recuperação	Agarwal *et al.* (2021); Bates e Shea (2024)
Retomada espaçada do conceito-chave	Reconsolidação e combate à curva do esquecimento	Cepeda *et al.* (2006)
Pausa de dois a três segundos após o ponto-chave	Segmentação da informação transitória	Derivação de Castro-Alonso *et al.* (2021)
Variação deliberada de prosódia e ritmo	Facilitação da percepção auditiva e da atenção sustentada	Deng *et al.* (2024)
Correção do erro sem sinalizar ameaça	Preservação de recursos atencionais e redução da ameaça social	Xie *et al.* (2022); Di Lisio *et al.* (2025)

Fonte: autores do estudo (2026).

A leitura da tabela em colunas revela um padrão que a exposição sequencial não mostrava. As técnicas de sinalização, recuperação e espaçamento atuam todas sobre a mesma restrição, à capacidade limitada da memória de trabalho, mas por caminhos distintos: a sinalização reduz o que compete pela atenção, a recuperação fortalece a rota de acesso e o espaçamento distribui a exposição no tempo. Já as técnicas de prosódia e de correção sem ameaça operam sobre a disposição do estudante para engajar recursos cognitivos, e não sobre a arquitetura da tarefa. A distinção importa para a formação docente, porque as duas primeiras

famílias de técnicas podem ser treinadas em poucas sessões, enquanto as duas últimas dependem de mudança de postura e levam mais tempo para se consolidar.

5 CONCLUSÃO

O conjunto de evidências reunido neste artigo aponta para uma conclusão consistente: a comunicação docente é uma competência treinável, não um dom. A atenção se facilita com carga extrínseca reduzida e segmentação. A estrutura se comunica com sinalização deliberada, a memória se consolida com recuperação e espaçamento, a voz e o corpo se ajustam com pausas, variações e posicionamento, o clima social se constrói com segurança que torna o desafio utilizável. Nenhuma dessas habilidades depende de talento inato, mas todas dependem de intenção, de repetição e de disposição para observar a própria aula como um sistema de comunicação que pode ser redesenhado.

Desse modo, o professor que a neurociência ajuda a formar não é um performer, alguém cuja função é prender a turma pelo carisma, mas um mediador de processos cognitivos, um profissional que cria condições para que atenção, compreensão e retenção ocorram, avaliando seu trabalho pelo que os estudantes conseguem recuperar e utilizar e não apenas pelo quanto apreciam a aula.

A distinção não desqualifica a expressividade, mas ela a coloca em seu lugar, como camada que carrega o conteúdo, não como substituto dele.

Resta o fechamento honesto. A neurociência informa a prática, não a substitui. Ela oferece princípios com evidência acumulada, mecanismos plausíveis e alertas contra mitos, mas a decisão sobre o que ensinar, a quem, em que sequência e com que sensibilidade para cada turma concreta continua sendo do professor. As técnicas deste artigo não dispensam o conhecimento do conteúdo nem o conhecimento dos estudantes, elas multiplicam o efeito de ambos quando o canal entre um e outro funciona. Cuidar desse canal é, hoje, parte do ofício de ensinar.

REFERÊNCIAS

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

Bates, G., & Shea, J. (2024). Retrieval practice “in the wild”: Teachers' reported use of retrieval practice in the classroom. Mind, Brain, and Education, 18(3), 249-257. https://doi.org/10.1111/mbe.12420

Castro-Alonso, J. C., de Koning, B. B., Fiorella, L., & Paas, F. (2021). Five strategies for optimizing instructional materials: Instructor- and learner-managed cognitive load. Educational Psychology Review, 33(4), 1379-1407. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09606-9

Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. Psychological Bulletin, 132(3), 354-380. https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.3.354

Deng, W., Zhu, M., Ma, M., & Tian, Y. (2024). Analysis of speech prosody characteristics of teachers. Lecture Notes in Education Psychology and Public Media, 34, 197-203. https://doi.org/10.54254/2753-7048/34/20231974

Di Lisio, G., Milá Roa, A., Halty, A., Berástegui, A., Couso Losada, A., & Pitillas, C. (2025). Nurturing bonds that empower learning: A systematic review of the significance of teacher-student relationship in education. Frontiers in Education, 10, 1522997. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1522997

Immordino-Yang, M. H.; Damasio, A. R. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education, 1*(1), 3–10. https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x

Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J., & McGrath, L. M. (2017). Dispelling the myth: Training in education or neuroscience decreases but does not eliminate beliefs in neuromyths. Frontiers in Psychology, 8, 1314. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01314

Mercugliano, A., Corbani, A., Bigozzi, L., Vettori, G., & Incognito, O. (2025). The effects of classroom acoustic quality on student perception and wellbeing: A systematic review across educational levels. Frontiers in Psychology, 16, 1586997. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1586997

Peiris, D. L. I. H. K., Duan, Y., Vandelanotte, C., Liang, W., Yang, M., & Baker, J. S. (2022). Effects of in-classroom physical activity breaks on children's academic performance, cognition, health behaviours and health outcomes: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(15), 9479. https://doi.org/10.3390/ijerph19159479

Rodemer, M., Lindner, M. A., Eckhard, J., Graulich, N., & Bernholt, S. (2022). Dynamic signals in instructional videos support students to navigate through complex representations: An eye-tracking study. Applied Cognitive Psychology, 36(4), 852-863. https://doi.org/10.1002/acp.3973

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology Review, 31(2), 261-292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Szpunar, K. K., Moulton, S. T., & Schacter, D. L. (2013). Mind wandering and education: From the classroom to online learning. Frontiers in Psychology, 4, 495. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00495

Witt, P. L., Wheeless, L. R., & Allen, M. (2004). A meta-analytical review of the relationship between teacher immediacy and student learning. Communication Monographs, 71(2), 184-207. https://doi.org/10.1080/036452042000228054

Xie, R., Jiang, J., Yue, L., Ye, L., An, D., & Liu, Y. (2022). Under psychological safety climate: The beneficial effects of teacher-student conflict. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(15), 9300. https://doi.org/10.3390/ijerph19159300