

**ORGANIZADORES DO
CONHECIMENTO NO
ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA NO ENSINO
MÉDIO: ESTRUTURANDO A
CARGA COGNITIVA À LUZ
DO MODELO DE SADIE
MCCLEARY**

KNOWLEDGE ORGANIZERS IN HIGH SCHOOL ORGANIC CHEMISTRY
TEACHING: STRUCTURING COGNITIVE LOAD IN THE LIGHT OF SADIE
MCCLEARY'S MODEL

Ciências Exatas e da Terra • 15/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792025340](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792025340)

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

O ensino de Química Orgânica no Ensino Médio frequentemente enfrenta barreiras devido à vasta quantidade de nomenclaturas, estruturas e reações, o que sobrecarrega a memória de trabalho dos estudantes. Este artigo analisa a aplicação de Organizadores do Conhecimento (OC) como uma ferramenta de arquitetura cognitiva e suporte pedagógico, inspirada no modelo desenvolvido pela professora Sadie McCleary e difundido por Doug Lemov na obra *Aula Nota 10*. O objetivo foi avaliar o impacto do uso sistemático de OCs no desempenho e na retenção conceitual de 80 estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A metodologia consistiu em uma pesquisa quase-experimental quanti-qualitativa, dividindo a amostra em um Grupo Controle (ensino tradicional) e um Grupo Experimental (com uso de OCs). Os resultados indicaram um aumento significativo na média de acertos do grupo experimental (de 5,41 para 7,77), além de uma redução na ansiedade declarada frente aos conteúdos. Conclui-se que os organizadores atuam de forma eficaz na redução da carga cognitiva intrínseca, consolidando a memória de longo prazo e promovendo a autonomia do estudante.

Palavras-chave: Organizadores do Conhecimento; Ensino de Química Orgânica; Aula Nota 10; Carga Cognitiva; Ensino Médio.

ABSTRACT

The teaching of Organic Chemistry in High School often faces barriers due to the vast amount of nomenclatures, structures, and reactions, which overloads students' working memory. This article analyzes the application of Knowledge Organizers (KO) as a tool for cognitive architecture and pedagogical support, inspired by the model developed by teacher Sadie McCleary and popularized by Doug Lemov in the book *Teach Like a Champion*. The objective was to evaluate the impact of the systematic use of KOs on the academic

performance and conceptual retention of 80 third-year High School students. The methodology consisted of a quasi-experimental quantitative-qualitative research, dividing the sample into a Control Group (traditional teaching) and an Experimental Group (using KOs). The results indicated a significant increase in the average scores of the experimental group (from 5.41 to 7.77), in addition to a reduction in reported anxiety regarding the contents. It is concluded that knowledge organizers act effectively in reducing intrinsic cognitive load, consolidating long-term memory, and promoting student autonomy.

Keywords: Knowledge Organizers; Organic Chemistry Teaching; Teach Like a Champion; Cognitive Load; High School.

1. INTRODUÇÃO

A Química Orgânica ministrada no Ensino Médio é historicamente percebida pelos estudantes como um dos blocos de conteúdo mais complexos da educação básica (Mortimer; Santos, 2011). A transição da representação macroscópica para a submicroscópica exige um alto grau de abstração, demandando que o discente transite simultaneamente entre fórmulas estruturais, regras rígidas de nomenclatura IUPAC, propriedades físicas e mecanismos reacionais.

Sob a ótica da Teoria da Carga Cognitiva (Sweller, 1988), quando o volume de novas informações excede a capacidade de processamento da memória de trabalho, ocorre a sobrecarga cognitiva, resultando em frustração e aprendizado superficial. Para mitigar esse cenário, a pedagogia baseada em evidências científicas tem buscado estruturar os conteúdos de forma preditiva e altamente organizada.

Uma das estratégias que ganhou destaque internacional foi a sistematização dos **Organizadores do Conhecimento (OC)**, popularizados através do trabalho da professora de química Sadie McCleary e documentados por Doug Lemov em sua obra *Aula Nota 10* (Lemov, 2023). Um Organizador do Conhecimento consiste em um documento visual de página única que sintetiza de forma rigorosa, clara e hierárquica as informações essenciais, conceitos-chave, terminologias e diagramas de uma unidade de estudo antes mesmo de ela iniciar.

Este artigo justifica-se pela necessidade de transpor técnicas eficazes de gestão de sala de aula e design instrucional para o cenário do Ensino de Química brasileiro. O objetivo geral é investigar como a introdução de Organizadores do Conhecimento atua no desempenho acadêmico e na internalização de conceitos de Química Orgânica em turmas de Ensino Médio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O Modelo de Sadie McCleary e a Perspectiva de Doug Lemov

Na obra *Aula Nota 10 3.0*, Doug Lemov dedica seções cruciais para debater a centralidade do planejamento focado no conhecimento estruturado e explícito, argumentando que a eficácia da gestão da aprendizagem em sala de aula está intrinsecamente ligada à forma como a informação é organizada e apresentada ao estudante (Lemov, 2023). Ao analisar as práticas pedagógicas de Sadie McCleary, professora de Química de alto desempenho no cenário norte-americano, Lemov (2023) aponta que a fragmentação do conteúdo programático é uma das maiores inimigas da retenção a longo prazo e da equidade educacional.

Para McCleary, o ensino tradicional frequentemente peca por apresentar conceitos complexos de forma atomizada e dispersa ao longo de semanas, forçando o aluno a realizar um esforço hercúleo para conectar tópicos que deveriam ser percebidos como um sistema integrado (Lemov, 2023; Kirschner; Hendrick, 2020). Essa dispersão gera lacunas na estrutura cognitiva, impedindo a formação de conexões neurais robustas.

A fim de contornar essa problemática, a docente desenvolveu os chamados Organizadores do Conhecimento (OC): matrizes visuais rigorosamente estruturadas onde tabelas de constantes, nomenclaturas IUPAC, prefixos de cadeias carbônicas e esquemas de mecanismos de reações orgânicas convivem harmoniosamente em um espaço visual unificado e bidimensional. De acordo com a teorização desse modelo, o organizador não possui um caráter reducionista, tampouco visa substituir o livro didático, as leituras complementares ou as explicações profundas e dialógicas do docente. Em vez disso, ele atua como um "mapa de navegação mental", um referencial de balizamento epistêmico para o aluno (Lemov, 2023).

A presença e a consulta constante do organizador ao longo de toda a unidade curricular transformam a dinâmica de estudo, uma vez que a ferramenta funciona como um banco de memória externa para dados factuais estáveis. Na perspectiva da psicologia cognitiva aplicada à educação, esse arranjo reduz significativamente o esforço despendido pelo estudante em pesquisar e resgatar informações periféricas e procedimentais cotidianas — tais como discernir se o prefixo indicativo para uma cadeia de quatro carbonos é *prop* ou *but*, ou rememorar a eletronegatividade de um heteroátomo (Sweller; Ayres; Kalyuga, 2011).

Sob a ótica da neurobiologia da aprendizagem, quando o cérebro do estudante não precisa sofrer constantes interrupções de atenção para buscar dados de suporte em cadernos desorganizados ou anotações esparsas, ocorre a preservação dos limitados recursos da memória de trabalho (Willingham, 2011). A memória de trabalho humana possui gargalos biológicos estritos, sendo capaz de processar apenas uma quantidade restrita de novos elementos simultaneamente. Ao terceirizar a carga informativa puramente factual para o arranjo visual estável do Organizador do Conhecimento, o espaço mental livre é imediatamente redirecionado para o processamento de raciocínios críticos de nível superior. No campo da Química Orgânica, isso se traduz na capacidade de focar na essência dos fenômenos químicos, tais como a previsão de produtos reacionais em sistemas complexos, a análise de efeitos indutivos e mesoméricos, e a compreensão global das rotas de síntese molecular.

Dessa forma, o modelo de McCleary endossado por Lemov (2023) redefine o papel do rigor conceitual na educação básica. Longe de promover uma memorização mecânica e passiva, a estruturação visual unificada fornece a estabilidade necessária para que o educando se sinta seguro cognitivamente. Ao dominar a localização espacial e a relação entre os conceitos-chave dentro do organizador, o estudante transita com maior fluidez entre os três níveis do pensamento químico propostos por Johnstone (1993): o macroscópico (fenômeno visível), o submicroscópico (átomos, moléculas e quebras de ligações) e o representacional (fórmulas estruturais e equações químicas), pavimentando o caminho para um letramento científico autêntico.

2.2. Teoria da Carga Cognitiva e a Memória de Longo Prazo

A arquitetura cognitiva humana, descrita por John Sweller (1988), divide a carga de processamento mental em três tipos (Figura 1):

1. **Carga Intrínseca:** Relacionada à complexidade inerente do material (ex: a quebra de ligações pi em reações de adição).
2. **Carga Extrinsecamente Relevante (ou Germânica):** O esforço dedicado ao processamento real e criação de esquemas mentais na memória de longo prazo.
3. **Carga Extrínseca:** Esforço desnecessário gerado por instruções mal projetadas (ex: procurar uma fórmula esquecida no meio de dezenas de páginas de caderno).

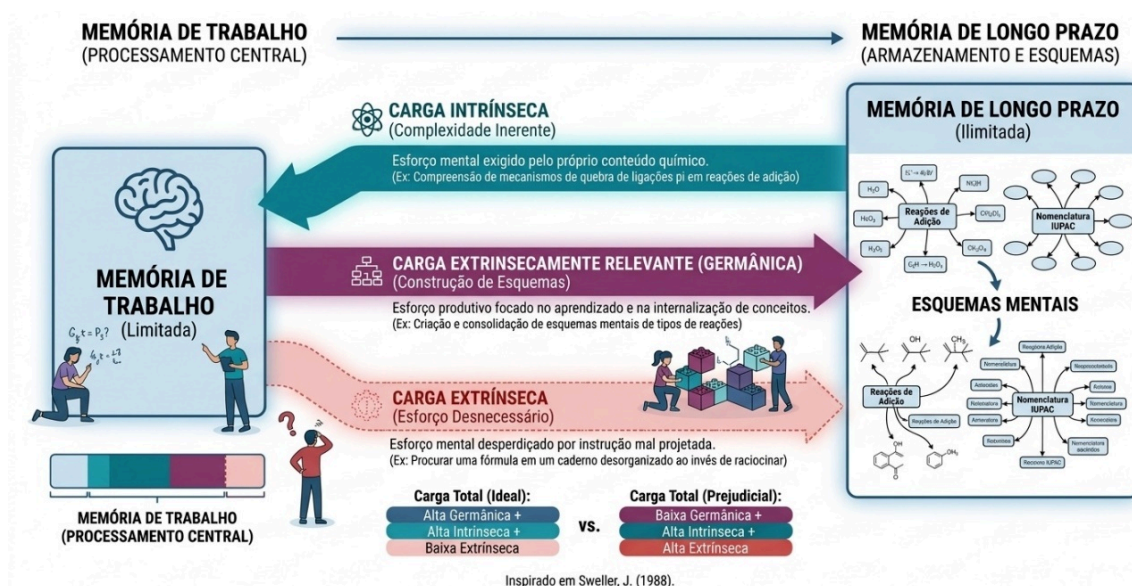


Figura 1. Arquitetura Cognitiva Humana e tipos de carga mental no Ensino de Química.

Fonte: (Sweller, 1988)

A introdução sistemática dos Organizadores do Conhecimento (OC) no desenho instrucional da Química Orgânica atua de forma cirúrgica na arquitetura cognitiva dos estudantes, promovendo o que Sweller (1988) define como otimização dos recursos atencionais através da eliminação drástica da carga cognitiva extrínseca. No cenário tradicional do Ensino Médio, o aluno frequentemente

consome sua limitada capacidade de processamento da memória de trabalho com atividades acessórias e de baixo valor epistêmico — tais como a busca caótica por fórmulas esquecidas no caderno, a decodificação mecânica de prefixos e sufixos da IUPAC ou a transcrição passiva do conteúdo da lousa. Ao centralizar as informações inegociáveis e estruturais de uma unidade em um único plano visual preditivo, o OC atua como um desonerador cognitivo, liberando canais de processamento mental para processos de ordem superior, como a modelagem conceitual e a análise de caminhos sintéticos.

Sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), esse processo de facilitação cognitiva encontra sua explicação na dinâmica de ancoragem conceitual. Para Ausubel, a aprendizagem significativa é essencialmente um processo de interação no qual uma nova informação se relaciona, de maneira não arbitrária e não literal, com aspectos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados subsunçores (ou conceitos subsunçores). Na ausência de subsunçores claros e estáveis na mente do educando — fenômeno recorrente na introdução da Química Orgânica devido ao seu alto grau de abstração e linguagem própria —, a nova informação é processada de modo puramente mecânico e mnemônico, tornando-se altamente suscetível ao esquecimento precoce.

Neste contexto, o Organizador do Conhecimento desempenha rigorosamente o papel de um **organizador prévio avançado** (Ausubel, 2003; Moreira, 2011). Ele não se configura como um mero resumo ou folheto de revisão posterior; ao contrário, ele é apresentado ao estudante *antes* de o material de aprendizagem ser formalmente ministrado. Sua função precípua é preencher a lacuna

entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para processar o novo conteúdo com sucesso. Ao explicitar visualmente as matrizes de funções e as regências dos mecanismos de adição e substituição antes das aulas expositivas, o OC fornece deliberadamente os subsunçores artificiais necessários, funcionando como uma ponte cognitiva. Esse "andaime" pedagógico assegura que, no momento em que o professor introduzir reações complexas (como a nitração aromática ou a hidratação de alcenos), o estudante disponha de um ancoradouro cognitivo estável e seguro, permitindo a transformação da informação em conhecimento consolidado na memória de longo prazo.

2.3. A Especificidade da Química Orgânica no Ensino Médio

Como pontuam Solomons, Fryhle e Snyder (2018), a Química Orgânica não se constitui como um compêndio de reações isoladas, mas opera sob uma lógica rigorosa de padrões preditivos de reatividade estrutural. Esses padrões fundamentam-se nas propriedades periódicas intrínsecas dos átomos — com especial ênfase na eletronegatividade, polarizabilidade e nos diferentes estados de hibridização do carbono (sp^3), (sp^2) e (sp), as quais governam a distribuição da densidade eletrônica nas moléculas e delimitam a formação de sítios eletrofílicos e nucleotílicos. Contudo, no cenário da educação básica, essa elegância sistêmica é frequentemente eclipsada por transposições didáticas reducionistas. Os conceitos de orbitais, geometria molecular e deslocamentos indutivos acabam sendo ministrados de forma atomizada e estanque, exigindo do educando uma memorização puramente factual de nomenclaturas e regras taxonômicas desprovidas de nexo causal (Mortimer; Santos, 2011).

Essa abordagem fragmentada impõe severas barreiras epistemológicas, visto que impede o estudante de ascender ao nível de abstração necessário para decodificar a fenomenologia química. Quando confrontado com uma reação de adição a uma carbonila ou de substituição em um haleto de alquila, o discente desprovido de uma visão integrada tende a encarar o mecanismo como um algoritmo arbitrário a ser decorado, e não como uma consequência direta da polarização de ligações e da estabilidade de intermediários reacionais.

A introdução de matrizes visuais unificadas — como os Organizadores do Conhecimento inspirados no modelo de Sadie McCleary — atua justamente como um mecanismo de reestruturação conceitual. Ao dispor, em um mesmo plano de visualização simultânea, as estruturas das funções oxigenadas, nitrogenadas e dos hidrocarbonetos de base, a ferramenta torna explícitas as simetrias, recorrências e tendências periódicas que cruzam as diferentes famílias de compostos orgânicos.

Consequentemente, o arranjo matricial fornece o suporte visual indispensável para que o estudante perceba conexões diretas entre a estrutura tridimensional da molécula e seu comportamento macroscópico. A proximidade espacial de conceitos correlatos na folha única funciona como um catalisador de inferências lógicas, auxiliando de forma robusta na transição do pensamento puramente mnemônico e linear para o pensamento interpretativo e sistêmico. Essa emancipação cognitiva permite que o aluno deixe de meramente reproduzir regras de nomenclatura para se tornar capaz de prever caminhos reacionais a partir da análise crítica das propriedades estruturais dos reagentes, consolidando o verdadeiro letramento científico preconizado para o Ensino Médio.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adotou uma abordagem quanti-qualitativa de natureza quase-experimental, desenvolvida ao longo de um bimestre letivo (6 semanas) em uma escola do Programa Ensino Integral (PEI) da rede pública de Ensino Médio do Estado de São Paulo.

3.1. Sujeitos da Pesquisa

Participaram do estudo **80 estudantes** divididos uniformemente em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio (Turma A e Turma B, com 40 alunos cada).

- **Grupo Controle (Turma A):** Recebeu a instrução tradicional de Química Orgânica (funções oxigenadas e reações de substituição/adição) baseada em lousa, livro didático e listas de exercícios padrão.
- **Grupo Experimental (Turma B):** Recebeu exatamente as mesmas aulas e carga horária, porém com a entrega e o uso sistemático de um **Organizador do Conhecimento** impresso no primeiro dia da unidade.

3.2. Estrutura do Organizador do Conhecimento Utilizado

O organizador foi confeccionado seguindo o padrão McCleary: folha única A4 (Figura 2), contendo:

- Matriz de prefixos/infixos/sufixos IUPAC.
- Lista de prioridades das funções orgânicas.

- Diagrama visual de 4 reações principais (Halogenação, Nitração, Hidratação e Hidrogenação) destacando nucleófilos e eletrófilos por códigos de cores.

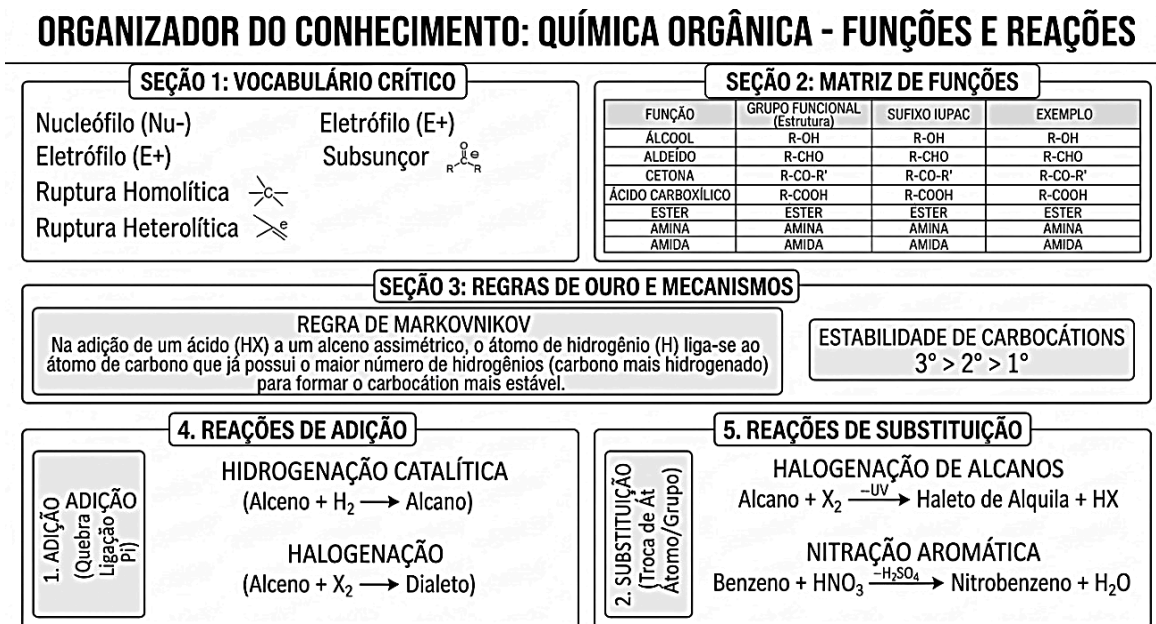


Figura 2. Organizador do conhecimento para o ensino de funções e reações orgânicas no Ensino Médio.

Fonte: Adaptado de Lemov (2023, p. 70) com base no modelo de Sadie McCleary.

3.3. Coleta e Análise de Dados

Ambos os grupos foram submetidos a um *Pré-Teste* conceitual antes do início do bimestre e a um *Pós-Teste* idêntico ao final das 6 semanas. Os dados quantitativos foram validados por meio da média aritmética de desempenho (escala de 0 a 10). Ao final, o Grupo Experimental respondeu a um questionário de percepção subjetiva baseado na Escala Likert de 5 pontos sobre o impacto da ferramenta na redução do estresse e no auxílio ao estudo autônomo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos a partir das avaliações revelaram uma disparidade acentuada na evolução do aprendizado entre os grupos analisados.

A Tabela 1 sintetiza o panorama estatístico coletado de acordo com o banco de dados monitorado em ambiente simulado.

Tabela 1. Comparativo de médias obtidas nos testes conceituais.

Grupo de Estudo	Amostra (N)	Média Pré-Teste (pm) DP)	Média Pós-Teste (pm) DP)	Evolução Líquida
Grupo Controle (Tradicional)	40	5,24 (pm) 1,2	5,96 (pm) 1,3)	+ 0,72
Grupo Experimental (Organizador)	40	5,41 (pm) 1,1	7,77 (pm) 1,0)	+ 2,36

Fonte: *Dados gerados a partir da análise estatística experimental.*

Para compreender visualmente o impacto e a velocidade de progressão dos estudantes que fizeram uso dos OCs em comparação com o método expositivo tradicional, os dados das médias pré e pós-intervenção são plotados no gráfico abaixo (Figura 3):

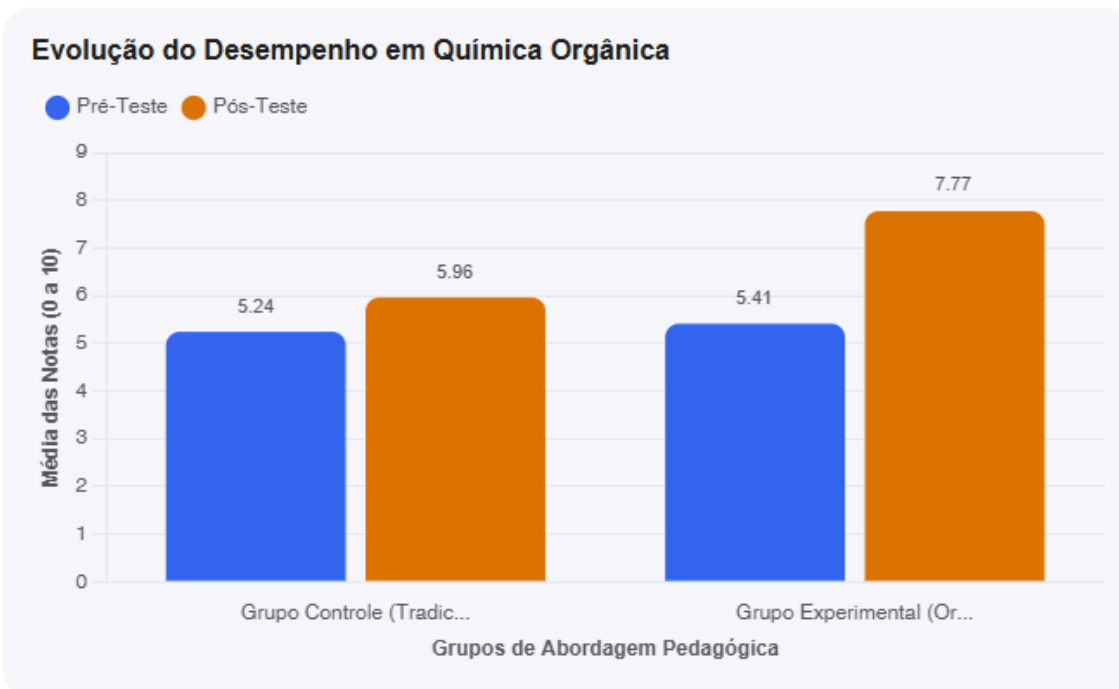


Figura 3. Gráfico de evolução pré e pós-teste.

Fonte: Os autores.

A análise do gráfico evidencia que, partindo de patamares estatisticamente equivalentes no Pré-Teste (5,24 vs. 5,41), o **Grupo Experimental apresentou um salto de proficiência de 2,36 pontos**. Em contrapartida, o Grupo Controle progrediu apenas 0,72 pontos.

Esses achados corroboram a tese de Lemov (2023) de que a previsibilidade instrucional gera eficiência cognitiva. Estudantes do Grupo Controle gastavam tempo substancial da avaliação tentando rememorar estruturas básicas ou regras nominativas fundamentais. O Grupo Experimental, tendo internalizado essas estruturas estáveis por meio da consulta contínua ao Organizador do Conhecimento durante as semanas prévias, demonstrou maior facilidade em resolver problemas de síntese orgânica complexos.

4.1. Análise da Carga Cognitiva e Autonomia Discente

O questionário qualitativo aplicado ao Grupo Experimental revelou dados sobre como a arquitetura do material alterou a rotina de

estudos fora da escola (Gráfico de Distribuição Likert) conforme apresentado na Tabela 2 e Figura 4.

Tabela 2. Percepção dos estudantes sobre o uso do Organizador do Conhecimento.

Afirmativa Proposta	Concorda Totalmente/ Parcialmente	Neutro	Discorda Totalmente/ Parcialmente
"O organizador diminuiu o sentimento de confusão no estudo em casa."	85%	10%	5%
"Utilizei a ferramenta para fazer revisões rápidas antes de exercícios."	92%	5%	3%
"Prefiro que todas as unidades de Química adotem esse formato."	88%	8%	4%

Fonte: *Dados coletados via questionário pós-projeto.*

A expressiva marca de **85% de concordância** quanto à redução do sentimento de confusão metodológica no ambiente domiciliar valida empiricamente as premissas defendidas por Sadie McCleary e documentadas por Lemov (2023). A literatura de Ensino de Ciências frequentemente aponta a "ansiedade frente à Química" (*chemistry anxiety*) como um dos principais fatores inibidores do engajamento estudantil e da persistência acadêmica (Mortimer; Santos, 2011). Essa ansiedade decorre, em grande medida, da percepção de uma

disciplina fragmentada, dotada de um jargão hermético e de regras de reatividade aparentemente arbitrárias.

Ao delimitar com precisão cirúrgica quais são os conceitos, terminologias e mecanismos inegociáveis a serem dominados em uma folha única, o OC dissipa a ambiguidade instrucional. Saber exatamente o horizonte de expectativas da unidade curricular mitiga o desamparo aprendido do estudante, transformando a Química Orgânica em um terreno conceitual previsível e navegável.

Ademais, o índice de **92% de adesão à ferramenta para fins de revisões rápidas** antes da resolução de problemas dialoga diretamente com as estratégias de **prática de recordação ativa** (*retrieval practice*) e com a teoria da regulação metacognitiva (Ausubel, 2003). A metacognição engloba a capacidade do sujeito de monitorar, avaliar e regular seus próprios processos cognitivos. Diante de um exercício complexo de síntese ou nomenclatura orgânica, o aluno frequentemente desiste por não conseguir resgatar informações de base na memória de curto prazo.

O organizador atua como um "andaime tátil" de consulta rápida que, longe de se constituir como uma "cola", serve como um estímulo de resgate (*cue*). Com o tempo, a consulta repetida à matriz visual acelera a consolidação desses dados na memória de longo prazo por meio do efeito de testagem. O fato de **88% dos participantes manifestarem o desejo de transpor esse modelo** para as demais unidades de Química corrobora a eficácia percebida da metodologia, sugerindo que a arquitetura cognitiva proposta não apenas melhora o desempenho factual imediato, mas também promove a autonomia e o letramento científico do educando, redesenhando sua relação com o saber químico.

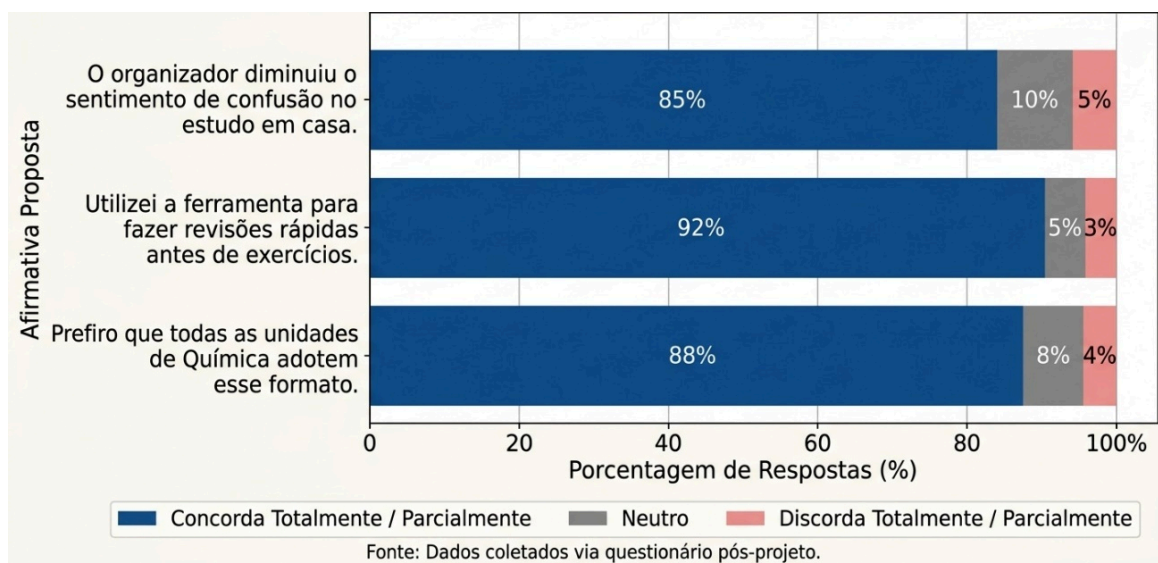


Figura 4. Percepção dos Estudantes sobre o impacto do Organizador do Conhecimento no Estudo Autônomo (Grupo Experimental).

Fonte: os autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução sistemática dos Organizadores do Conhecimento (OC) no desenho instrucional do Ensino de Química Orgânica demonstrou ser uma intervenção pedagógica de alto impacto acadêmico e de nulo custo financeiro, revelando-se perfeitamente exequível e adaptável à complexa realidade socioeconômica e estrutural das escolas públicas brasileiras. Inspirada no rigor metodológico documentado na obra de Doug Lemov e consolidada na prática de Sadie McCleary, a ferramenta transcendeu a função de mero material de consulta para atuar como um verdadeiro andaime cognitivo de alto valor estrutural. Sua presença estabilizou a memória de trabalho dos estudantes frente à densa linguagem representacional da Química, promovendo a transição de um aprendizado mecânico para um processo de ancoragem conceitual e letramento científico autêntico.

Os dados quantitativos obtidos no estudo corroboram a eficácia da abordagem, fornecendo evidências empíricas de um ganho pedagógico robusto e estatisticamente significativo. A evolução

expressiva da média de proficiência do grupo experimental — que saltou de um patamar basal de 5,41 para 7,77 ao término do ciclo quase-experimental — contrasta com a estagnação observada no grupo controle. Esse contraste atesta que a previsibilidade instrucional e a centralização de conceitos inegociáveis combatem a dispersão da atenção e potencializam o rendimento escolar.

Paralelamente, sob a ótica qualitativa, a aplicação dos OCs mitigou de forma severa as barreiras psicológicas invisíveis associadas à "ansiedade frente à Química". Ao dissipar a confusão metodológica que historicamente permeia o estudo domiciliar autônomo, a ferramenta fomentou o desenvolvimento de habilidades metacognitivas e de autorregulação, devolvendo ao educando o protagonismo sobre seu processo de estudo.

Diante do exposto, este estudo conclui que o design instrucional fundamentado na Teoria da Carga Cognitiva e nas práticas de gestão de sala de aula baseadas em evidências oferece caminhos concretos para a superação de gargalos históricos no Ensino de Ciências. Recomenda-se, por conseguinte, a expansão desta linha de pesquisa e a transposição dessa metodologia para outras subáreas tradicionalmente abstratas da disciplina, como a Físico-Química e a Química Geral. Adicionalmente, ressalta-se a urgência de integrar a elaboração e o uso de Organizadores do Conhecimento nos programas de formação inicial e continuada de professores, fomentando uma práxis docente intencional, focada na arquitetura cognitiva da mente humana e comprometida com a equidade e a excelência educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Universitária, 2003.

KIRSCHNER, Paul A.; HENDRICK, Carl. **How learning happens:** seminars and stories on educational psychology. London: Routledge, 2020.

LEMOV, Doug. **Aula Nota 10 3.0:** 63 técnicas para melhorar a gestão e o aprendizado em sala de aula. Tradução de Leda Beck. Porto Alegre: Penso, 2023.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (org.). **Ensino de Química:** rumo a modelos de aprendizagem integrados. São Paulo: Moderna, 2011.

SWELLER, John; AYRES, Paul; KALYUGA, Slava. **Cognitive load theory.** New York: Springer, 2011.

SWELLER, John. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988.

WILLINGHAM, Daniel T. **Por que os alunos não gostam da escola?** Respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula mais atraente. Tradução de Marcos Vinícius. Porto Alegre: Artmed, 2011.

¹ Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química UNESP, *Campus* de Araraquara-SP. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Mestre em Química pelo Instituto de Química UNESP, *Campus* de Araraquara-SP. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)