

CONFORMAÇÕES DE ALCANOS E CICLOALCANOS NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA: UMA METODOLOGIA ATIVA COM MODELOS MOLECULARES CONSTRUÍDOS A PARTIR DE TAMPINHAS DE REFRIGERANTE

**CONFORMATIONS OF ALKANES AND CYCLOALKANES IN HIGHER
CHEMISTRY EDUCATION: AN ACTIVE LEARNING APPROACH USING
MOLECULAR MODELS MADE FROM SOFT-DRINK CAPS**

Ciências Exatas e da Terra • 03/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/790811148](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/790811148)

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

O ensino de conformações moleculares constitui um desafio no ensino superior de Química devido à necessidade de articular representações bidimensionais, modelos tridimensionais e relações entre estrutura, energia e estabilidade. Este trabalho apresenta e analisa uma proposta de metodologia ativa para o ensino das conformações de alcanos e cicloalcanos mediante a construção e utilização de modelos moleculares confeccionados com tampinhas de refrigerante reutilizadas. A proposta fundamenta-se nos princípios da aprendizagem ativa, da aprendizagem significativa e da utilização de modelos concretos como mediadores da construção do conhecimento químico. A sequência didática foi organizada em etapas de problematização, construção dos modelos, exploração das conformações do etano e do butano, análise das projeções de Newman, estudo das conformações dos cicloalcanos e discussão das posições axial e equatorial no cicloexano. Para fins de demonstração da estrutura de análise, são apresentados dados quantitativos, que indicam aumento do desempenho médio de 4,2 para 8,1 pontos em instrumento avaliativo de dez pontos, além de ampliação do percentual de estudantes que atingiram o critério de domínio conceitual nos diferentes tópicos trabalhados. A literatura educacional indica que estratégias de aprendizagem ativa favorecem a participação dos estudantes e podem melhorar o desempenho acadêmico nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, enquanto estudos específicos de Química Orgânica apontam benefícios de atividades centradas no estudante e de modelos concretos para a compreensão das conformações. Conclui-se que a utilização de tampinhas de refrigerante pode constituir uma alternativa didática de baixo custo para favorecer a visualização espacial, a manipulação molecular, a argumentação e a transição entre diferentes representações

químicas.

Palavras-chave: Ensino de Química; Metodologias Ativas; Química Orgânica; Conformação Molecular; Modelos Moleculares.

ABSTRACT

Teaching molecular conformations poses a challenge in higher education chemistry due to the need to integrate two-dimensional representations, three-dimensional models, and the relationships between structure, energy, and stability. This paper presents and analyzes an active learning methodology for teaching alkane and cycloalkane conformations through the construction and use of molecular models made from reused soda bottle caps. The proposal is grounded in the principles of active learning, meaningful learning, and the use of concrete models to mediate the construction of chemical knowledge. The instructional sequence was organized into stages involving problem-posing, model construction, exploration of ethane and butane conformations, analysis of Newman projections, study of cycloalkane conformations, and discussion of axial and equatorial positions in cyclohexane. To demonstrate the analysis framework, quantitative data are presented, indicating an increase in average performance from 4.2 to 8.1 points on a ten-point assessment, as well as a rise in the percentage of students meeting conceptual mastery criteria across the various topics covered. Educational literature indicates that active learning strategies foster student participation and can improve academic performance in STEM fields, while specific Organic Chemistry studies highlight the benefits of student-centered activities and concrete models for understanding conformations. The study concludes that using soda bottle caps offers a low-cost instructional alternative that facilitates spatial visualization, molecular manipulation, argumentation, and the transition between different chemical representations.

Keywords: Chemistry Education; Active Learning Methodologies; Organic Chemistry; Molecular Conformation; Molecular Models.

1. INTRODUÇÃO

A aprendizagem da Química Orgânica no ensino superior envolve conceitos que exigem do estudante a capacidade de transitar entre diferentes níveis de representação da matéria. Fórmulas estruturais, projeções de Newman, representações em perspectiva, modelos tridimensionais e diagramas de energia não constituem simplesmente formas alternativas de apresentar uma mesma informação, mas sistemas representacionais que precisam ser articulados para que conceitos como estrutura molecular, estereoquímica e estabilidade sejam efetivamente compreendidos. Entre os conteúdos que apresentam essa característica encontra-se a análise conformacional dos alcanos e cicloalcanos. Embora a rotação em torno de ligações simples C–C possa parecer inicialmente um fenômeno simples, sua interpretação requer a compreensão das relações espaciais entre átomos e grupos, da tensão torsional, das interações estéricas e das diferenças de estabilidade entre conformações. No caso dos cicloalcanos, acrescentam-se conceitos como tensão angular, tensão torsional, conformações cadeira e barco, posições *axial* e *equatorial* e interações 1,3-*diaxiais*. A literatura de Química Orgânica apresenta a análise conformacional como parte fundamental do estudo dos alcanos e cicloalcanos, incluindo a rotação em torno das ligações simples, as conformações do butano e as conformações do cicloexano, especialmente as posições axiais e equatoriais (Solomons; Fryhle, 2005). Materiais didáticos universitários também estruturam esse conteúdo em torno da tensão torsional, análise conformacional de alcanos, tensão anelar e análise conformacional

de cicloalcanos. Entretanto, a compreensão desses fenômenos não depende apenas da memorização de nomes como *anti*, *gauche*, *eclipsada*, *alternada*, *axial* ou *equatorial*. O estudante precisa compreender por que determinadas conformações apresentam maior estabilidade relativa e ser capaz de representar mental e graficamente a transformação de uma conformação em outra.

Esse desafio está relacionado ao caráter abstrato da Química e à necessidade de desenvolver competência representacional. Estudos recentes em Educação Química destacam justamente a importância de integrar desenhos, modelos manipuláveis e representações computacionais, uma vez que os estudantes podem apresentar dificuldades quando precisam estabelecer relações entre diferentes perspectivas de uma mesma molécula.

Nesse contexto, as metodologias ativas constituem uma possibilidade pedagógica relevante. Prince (2004), em revisão sobre aprendizagem ativa, destaca evidências favoráveis aos elementos centrais de abordagens ativas, colaborativas e cooperativas, embora ressalte que os resultados dependem da forma como essas estratégias são implementadas. Em uma perspectiva mais ampla, a meta-análise de Freeman et al. (2014), envolvendo áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, encontrou associação entre aprendizagem ativa e melhora do desempenho acadêmico, em comparação com aulas predominantemente expositivas.

No ensino de Química Orgânica, Shaw et al. (2019) desenvolveram uma atividade centrada no estudante para o estudo das conformações de alcanos e observaram melhora na capacidade dos estudantes de interpretar projeções de Newman e determinar diferenças relativas de energia e estabilidade.

Também há evidências recentes de que atividades investigativas associadas a modelos moleculares concretos podem favorecer a aprendizagem de estereoquímica e conformação, incluindo projeções de Newman, conformações do butano, cicloalcanos, cadeira e barco do cicloexano e posições axial e equatorial.

Diante desse cenário, este trabalho propõe uma atividade de baixo custo baseada na construção de modelos moleculares utilizando tampinhas de refrigerante, buscando transformar um material cotidiano e reutilizável em instrumento de representação tridimensional de estruturas orgânicas.

O problema que orienta a proposta foi formulado da seguinte maneira: ***de que maneira a utilização de modelos moleculares construídos com tampinhas de refrigerante, inserida em uma metodologia ativa, pode contribuir para a compreensão das conformações de alcanos e cicloalcanos no ensino superior de Química?***

O objetivo geral deste estudo consistiu em desenvolver e analisar uma sequência didática baseada na construção e manipulação de modelos moleculares de baixo custo para o estudo das conformações de alcanos e cicloalcanos, o que envolveu o desenvolvimento de modelos tridimensionais confeccionados com tampinhas de refrigerante. A partir dessa ferramenta pedagógica, buscou-se representar as conformações *alternada* e *eclipsada* do etano, bem como as formas *anti* e *gauche* do butano, com o propósito de relacionar essas estruturas tridimensionais às suas respectivas projeções de Newman. Adicionalmente, a proposta abrangeu a representação das conformações de cicloalcanos, com foco na construção e análise do modelo cadeira do cicloexano para a

identificação de suas posições axiais e equatoriais e a consequente discussão sobre a estabilidade conformacional. Por fim, a investigação propôs-se a avaliar as possíveis contribuições dessa atividade prática para a aprendizagem conceitual dos estudantes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Metodologias Ativas e Protagonismo Discente

As metodologias ativas deslocam o foco pedagógico da transmissão de informações para a participação efetiva do estudante na construção, aplicação e discussão do conhecimento. Bacich e Moran (2018) destacam que essas abordagens valorizam a participação dos estudantes e articulam diferentes formas de experimentação, produção e compartilhamento do conhecimento. Nesse sentido, uma metodologia ativa não deve ser compreendida simplesmente como uma aula em que os estudantes realizam alguma atividade manual. A característica central está na organização intencional do processo de aprendizagem, no qual o estudante precisa observar, formular hipóteses, manipular objetos, discutir, tomar decisões, argumentar e reconstruir conceitos.

Prince (2004) destaca que a aprendizagem ativa envolve atividades nas quais os estudantes realizam ações e refletem sobre aquilo que estão fazendo. Para o ensino superior de Química, essa perspectiva é particularmente importante porque diversos conteúdos envolvem objetos que não podem ser observados diretamente. A utilização de modelos pode, portanto, atuar como mediadora entre o fenômeno químico e sua representação.

2.2. Aprendizagem Significativa

A proposta também pode ser fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Para Ausubel (2000), novos conhecimentos podem ser aprendidos de maneira significativa quando encontram conhecimentos prévios relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse sentido, a construção dos modelos com tampinhas pode funcionar como uma situação potencialmente favorecedora da relação entre conhecimentos prévios e novos conceitos. O estudante já possui experiências sensoriais com objetos tridimensionais, mas precisa reinterpretar essas experiências à luz de conceitos químicos como ligação sigma, rotação, ângulo diedro, tensão torsional e estabilidade conformacional.

A aprendizagem significativa não deve, portanto, ser reduzida à utilização de materiais concretos. O material concreto adquire importância pedagógica quando é integrado a uma organização didática que permita ao estudante relacioná-lo aos conceitos químicos que se pretende construir.

A literatura recente sobre aprendizagem significativa no ensino de Ciências destaca justamente a necessidade de estabelecer relações entre conhecimentos prévios, novos conceitos e situações didáticas contextualizadas.

2.3. Modelos Moleculares e Representações Químicas

A Química trabalha constantemente com modelos. Uma molécula não é simplesmente o desenho utilizado para representá-la. A fórmula estrutural, a fórmula condensada, a projeção de Newman, o modelo bola-e-vareta e a representação em perspectiva constituem diferentes formas de representar aspectos de uma mesma entidade molecular.

No caso das conformações, essa questão torna-se particularmente evidente. O estudante pode reconhecer uma fórmula estrutural plana do butano, mas apresentar dificuldades quando precisa imaginar a rotação em torno da ligação C–C e convertê-la em uma projeção de Newman.

Estudos específicos sobre ensino de conformação mostram que atividades que articulam diferentes formas de representação podem auxiliar o estudante a estabelecer conexões entre estruturas bidimensionais e objetos tridimensionais.

Assim, o modelo construído com tampinhas não deve ser considerado uma reprodução perfeita da molécula. Trata-se de um modelo didático, isto é, uma representação intencionalmente simplificada utilizada para favorecer determinado processo cognitivo.

2.4. Conformações dos Alcanos

As conformações são diferentes arranjos espaciais que uma molécula pode assumir em razão da rotação em torno de ligações simples, sem que seja necessário romper ligações covalentes. No etano, a rotação em torno da ligação C–C produz, entre outras, as conformações eclipsada e alternada. A conformação alternada apresenta menor tensão torsional e, conseqüentemente, menor energia relativa. Para o butano, a análise conformacional torna-se mais complexa porque a rotação em torno da ligação central permite identificar conformações anti e gauche, além das conformações eclipsadas. A conformação anti apresenta menor interação estérica entre os grupos metila, enquanto a conformação gauche apresenta maior aproximação espacial desses grupos. Essa

distinção é fundamental para que o estudante compreenda que estabilidade molecular não é simplesmente uma propriedade associada ao nome de uma molécula, mas pode variar conforme seu arranjo espacial.

2.5. Conformações dos Cicloalcanos

Os cicloalcanos introduzem novas relações entre geometria e estabilidade. A estrutura do anel impõe restrições geométricas que podem produzir diferentes tipos de tensão. No cicloexano, a conformação cadeira é especialmente importante porque permite reduzir significativamente as interações desfavoráveis encontradas em outras geometrias. A estrutura cadeira apresenta posições *axiais* e *equatoriais*, que se alternam ao longo do anel. Em cicloexanos substituídos, a posição ocupada pelo substituinte influencia a estabilidade relativa das conformações. A conformação com substituintes volumosos preferencialmente em posições equatoriais tende a apresentar menor interação estérica. Esses conteúdos integram o tratamento tradicional da análise conformacional de cicloalcanos no ensino universitário de Química Orgânica.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da Pesquisa

A proposta caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem predominantemente qualitativa e análise quantitativa do desempenho discente. Do ponto de vista didático, foi estruturada como uma intervenção pedagógica fundamentada em aprendizagem ativa, construção de modelos e aprendizagem significativa.

A opção por uma atividade manipulativa encontra respaldo na literatura sobre aprendizagem ativa e ensino de Química Orgânica. Estudos sobre conformação têm utilizado atividades centradas nos estudantes, discussões em grupo e modelos moleculares para favorecer a interpretação das estruturas.

3.2. Público-Alvo

A sequência foi planejada para estudantes do ensino superior na disciplina de Química Orgânica do curso de Farmácia com um total de 30 estudantes do 2º Período.

3.3. Materiais

Os materiais utilizados na pesquisa compreenderam tampinhas de refrigerante higienizadas, empregadas como elementos de representação dos átomos de carbono e de outros elementos químicos — diferenciados graficamente quando necessário —, além de palitos rígidos ou conectores para o estabelecimento das ligações químicas. Para a identificação e sinalização das estruturas, foram adotadas canetas permanentes e etiquetas adesivas. O suporte didático e o acompanhamento das atividades integraram cartolina ou papel-cartão, folhas para registros e um roteiro de atividades direcionado aos estudantes. A mediação pedagógica e a projeção visual dos conteúdos foram conduzidas por meio de quadro ou projetor. Por fim, a coleta de dados e a mensuração do aprendizado conceitual foram viabilizadas pela aplicação de um instrumento diagnóstico estruturado em etapas de pré e pós-intervenção.

3.4. Construção dos Modelos

Cada grupo recebeu um conjunto de tampinhas e conectores. Inicialmente, os estudantes foram desafiados a construir uma representação simplificada de uma cadeia carbônica. A atividade partiu de uma questão-problema:

“Se duas moléculas possuem as mesmas ligações químicas, elas necessariamente apresentam a mesma disposição espacial?”

A partir dessa questão, os grupos foram estimulados a manipular os modelos e observar as mudanças decorrentes da rotação em torno das ligações C–C.

A sequência didática foi estruturada em seis etapas consecutivas, iniciando-se pelo levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes por meio de um instrumento diagnóstico que abordou conceitos de ligações simples, geometria tetraédrica do carbono, rotação em torno da ligação C–C, estabilidade molecular, projeção de Newman e cicloexano.

Na segunda etapa, os alunos construíram um modelo simplificado do etano, o que permitiu a observação da livre rotação na ligação C–C e a identificação das conformações alternada e eclipsada a partir de duas perspectivas distintas. Posteriormente, na terceira etapa, procedeu-se à construção do modelo do butano para a investigação da rotação da ligação central e a análise das conformações *anti*, *gauche* e *eclipsada*; nesse momento, o professor atuou como mediador, instigando os discentes a explicarem as variações de estabilidade com base na proximidade espacial dos grupos químicos.

A quarta etapa consistiu no trabalho com a projeção de Newman, na qual os estudantes foram orientados a observar o modelo molecular

segundo o eixo da ligação C–C, estabelecendo uma correspondência direta entre o modelo tridimensional, a perspectiva da ligação e a projeção bidimensional, favorecendo o desenvolvimento da competência de conversão entre diferentes representações químicas. Na quinta etapa, dedicada aos cicloalcanos e ao cicloexano, os grupos montaram modelos de anéis contendo de três a seis átomos de carbono para discutir as relações entre o tamanho do anel, a geometria e a tensão angular, culminando na construção específica do cicloexano na conformação cadeira. Por fim, a sexta etapa focou na identificação das posições *axiais* e *equatoriais* no modelo cadeira, seguida pela execução da inversão conformacional do anel pelos alunos, que puderam constatar a interconversão entre as posições axial e equatorial, encerrando-se a atividade com um debate acerca da estabilidade relativa das conformações geradas.

4. ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A estrutura pedagógica está organizada em doze etapas sequenciais interdependentes, divididas logicamente em quatro fases principais: sondagem inicial, modelagem linear, transição para sistemas cíclicos e consolidação avaliativa (Figura 1).

1. 1. Fase de Sondagem e Problematização (Etapas 1 e 2)

O processo inicia-se com o *Levantamento dos Conhecimentos Prévios*, etapa fundamental para diagnosticar a bagagem conceitual dos discentes acerca de ligações químicas, hibridização do carbono e geometria molecular. Em seguida, a *Problematização* introduz um paradoxo ou questionamento orientador, gerando o conflito cognitivo necessário para motivar a investigação científica e justificar o estudo da flexibilidade molecular.

2. 2. Modelagem Concreta e Estudo de Alcanos Acíclicos (Etapas 3 a 6)

Para transpor a abstração, a terceira etapa consiste na *Construção dos Modelos com Tampinhas*, uma alternativa acessível aos kits de modelagem molecular comerciais. Utilizando esses modelos de baixo custo, os alunos manipulam fisicamente as estruturas para compreender a livre rotação em torno de ligações simples sigma.

Essa manipulação subsidia diretamente o *Estudo do Etano*, focando nas conformações extremas *Alternada* e *Eclipsada*, e na respectiva barreira energética de torção. Progressivamente, a complexidade aumenta no *Estudo do Butano*, onde interações estéricas e eletrônicas adicionais demandam a distinção entre as conformações *Anti*, *Gauche* e *Eclipsada*. A transição para o formalismo gráfico da disciplina ocorre na etapa de *Projeção de Newman*, onde a visualização tridimensional obtida pelos modelos de tampinhas é transposta para o plano bidimensional do papel.

3. 3. Extensão para Sistemas Cíclicos (Etapas 7 a 10)

Após a consolidação dos conceitos em cadeias abertas, a sequência avança para o *Estudo de Cicloalcanos*, introduzindo as tensões angular (de Baeyer) e de torção (de Pitzer) decorrentes da restrição de rotação nos anéis carbono-carbono. O foco central desta fase direciona-se ao *Cicloexano*, analisando as conformações de menor e maior energia, representadas pelas geometrias *Cadeira* e *Barco*.

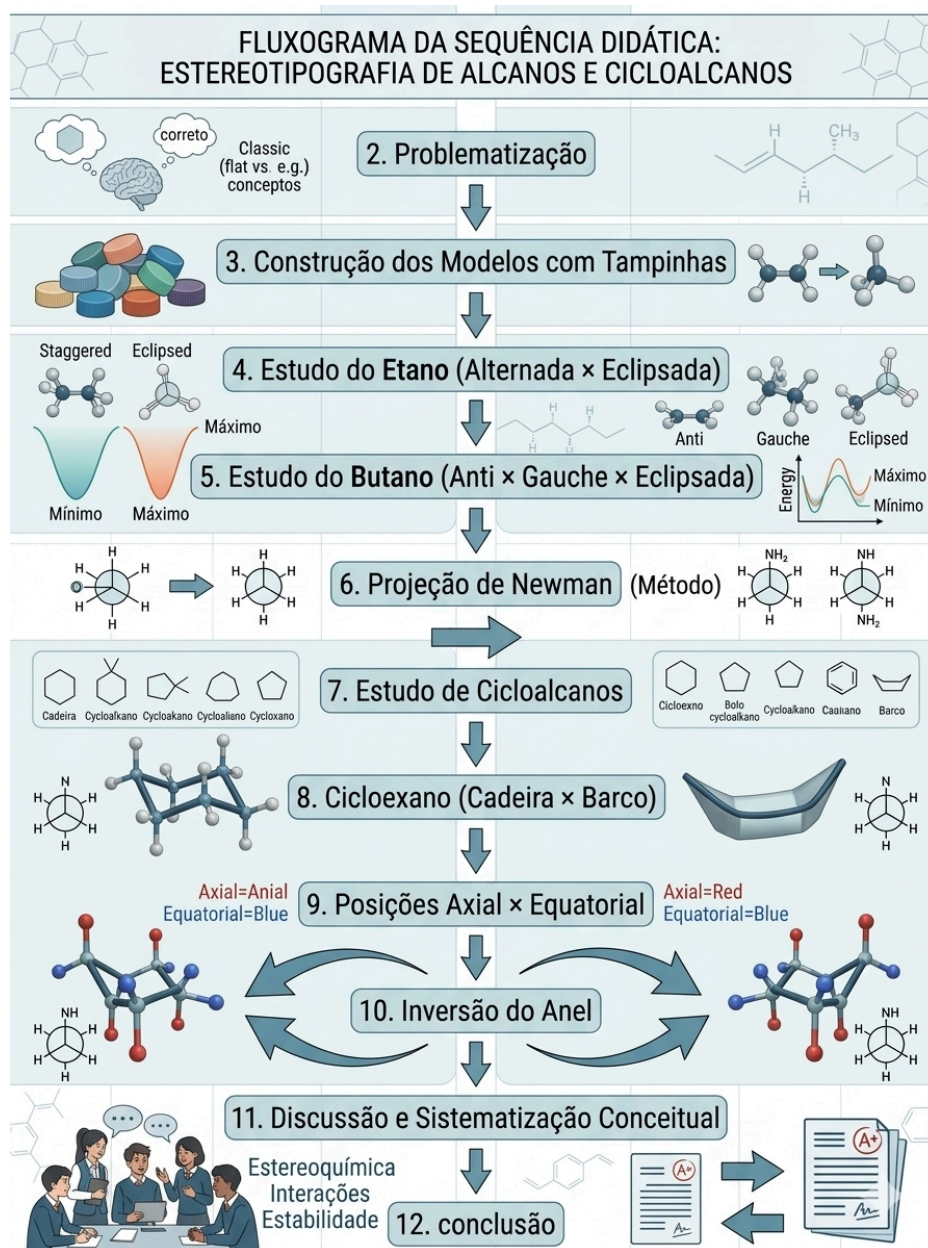
Para compreender a estabilidade termodinâmica desses arranjos, os estudantes investigam o comportamento das ligações nas *Posições Axial x Equatorial*, culminando no fenômeno dinâmico de *Inversão do Anel*, em que

substituintes axiais e equatoriais alternam suas posições espaciais através do intermédio de conformações de transição.

4. 4. Sistematização e Avaliação (Etapas 11 e 12)

A penúltima etapa dedica-se à *Discussão e Sistematização Conceitual*, momento em que o docente atua como mediador para formalizar as teorias, conectar as observações práticas dos modelos às equações de energia potencial e sanar dúvidas remanescentes. Por fim, aplica-se o *Pós-Teste* para quantificar o ganho conceitual, avaliar a eficácia da sequência didática e mensurar a evolução da habilidade de percepção espacial dos estudantes face aos objetivos pedagógicos propostos.

Figura 1. Fluxograma representativo da sequência didática e do percurso metodológico aplicado para o estudo das conformações de alcanos e cicloalcanos utilizando modelos de baixo custo.



Fonte: elaboração própria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Participação e Construção Coletiva do Conhecimento

A utilização das tampinhas possibilitou deslocar parte da atividade cognitiva do plano exclusivamente simbólico para uma dimensão manipulativa e espacial. Em vez de receber uma representação pronta de uma molécula, os estudantes precisaram construir, modificar e interpretar o modelo. Essa característica aproxima a atividade dos princípios da aprendizagem ativa, nos quais o estudante participa efetivamente do processo de construção do

conhecimento. Prince (2004) destaca que a aprendizagem ativa envolve atividades que requerem ação e reflexão por parte do estudante. No ensino específico de conformações, esse aspecto é especialmente importante. A literatura mostra que atividades centradas no estudante podem contribuir para a interpretação de projeções de Newman e para a compreensão das relações entre conformação, energia e estabilidade.

5.2. Desempenho Conceitual

A Tabela 1 indica os dados coletados durante a intervenção pedagógica. Os resultados evidenciam uma evolução expressiva no desempenho acadêmico dos participantes após a ação educativa. Conforme apresentado na Tabela 1, a média geral do grupo expandiu de 4,2 para 8,1 pontos, o que representa um incremento de 3,9 pontos (ou 39 pontos percentuais) no aproveitamento regular. Essa melhora no rendimento médio é ratificada pela redistribuição dos estudantes entre os níveis de aproveitamento: o contingente de alunos que atingiram rendimento igual ou superior a 70% saltou de 10 para 26 indivíduos, enquanto o grupo com desempenho inferior a esse patamar reduziu-se de 20 para apenas 4 discentes.

Tabela 1. Desempenho médio coletado antes e depois da intervenção.

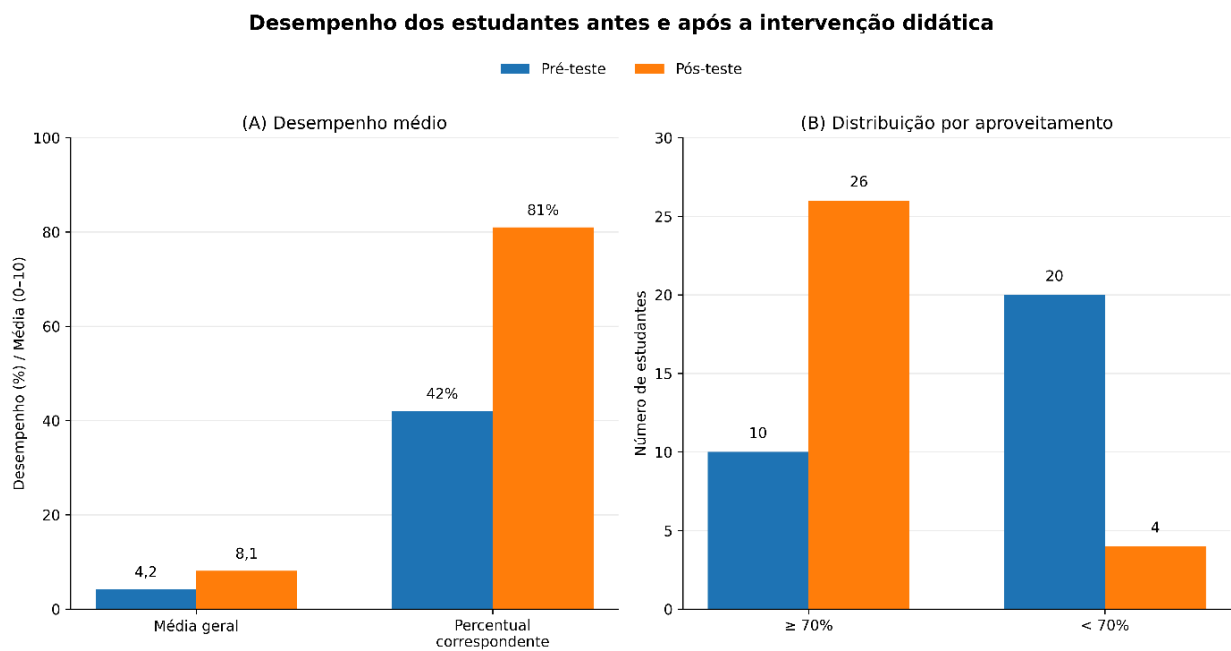
Indicador	Pré-teste	Pós-teste	Variação
Média geral (0-10)	4,2	8,1	+3,9
Percentual correspondente	42%	81%	+39 p.p.
Estudantes $\geq$ 70% de aproveitamento	10	26	+16

Estudantes < 70% de aproveitamento	20	4	-16
--	----	---	-----

Fonte: Dados coletados pelos autores.

A Figura 2 apresenta a análise comparativa do desempenho dos estudantes antes e após a realização da intervenção didática, revelando uma evolução substancial em todos os indicadores analisados. No Gráfico A, que ilustra o desempenho médio, constata-se um aumento expressivo na média geral do grupo, que saltou de **4,2 pontos** no pré-teste para **8,1 pontos** no pós-teste. Esse avanço representa uma elevação no percentual de aproveitamento regular de **42% para 81%**, indicando uma consolidação robusta do aprendizado após a ação pedagógica. Essa tendência de melhora é ratificada pela reorganização do perfil da turma expressa no Gráfico B, que detalha a distribuição dos discentes por faixas de aproveitamento. No período inicial (pré-teste), a maior parte do contingente encontrava-se abaixo do patamar de rendimento esperado, com **20 estudantes** apresentando aproveitamento inferior a 70% e apenas **10 estudantes** atingindo desempenho igual ou superior a esse índice. Após a intervenção, observa-se uma inversão expressiva desse cenário: o número de alunos com aproveitamento satisfatório ($\geq 70\%$) subiu para **26 indivíduos**, enquanto o grupo em situação de baixo rendimento ($< 70\%$) foi reduzido a apenas **4 discentes**. Esses resultados evidenciam a eficácia metodológica da intervenção no processo de ensino-aprendizagem.

Figura 2. Desempenho dos estudantes antes e após a intervenção didática. Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste quanto à média geral, ao percentual correspondente e à distribuição dos estudantes segundo o nível de aproveitamento (n = 30).



Fonte: Os autores

5.3. Domínio dos Diferentes Conceitos

A análise por tópico permite observar quais conceitos podem apresentar maior dificuldade aos estudantes (Tabela 2).

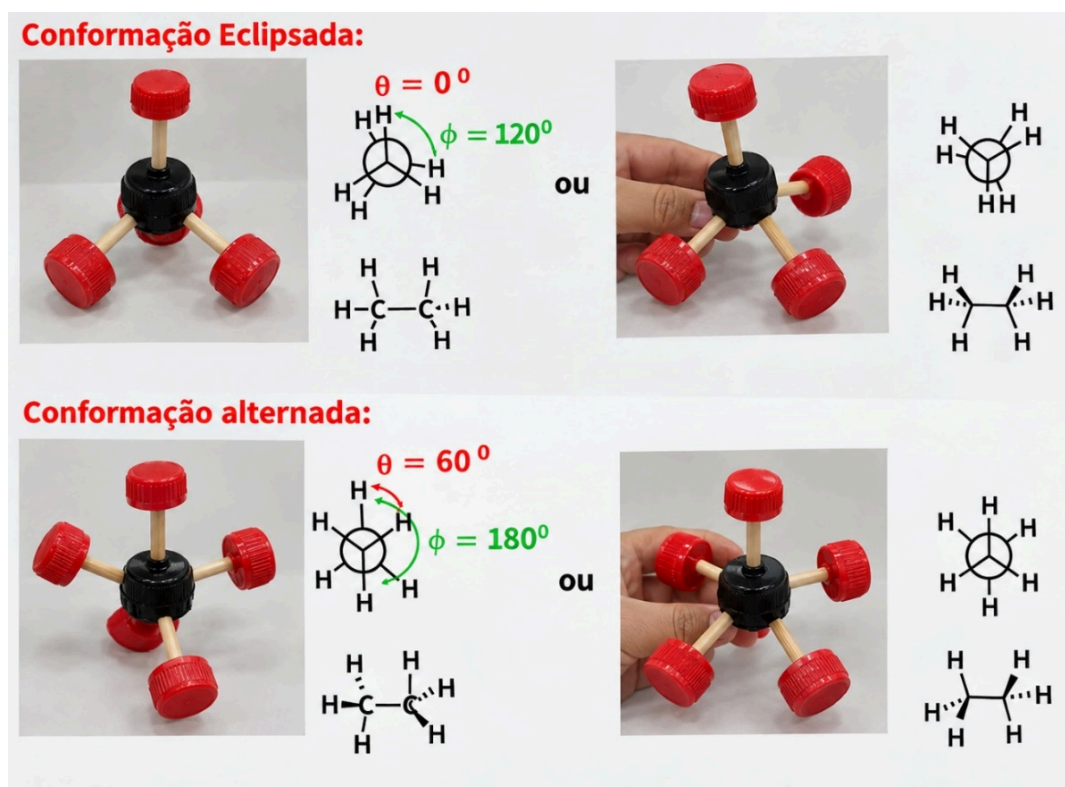
Tabela 2. Percentual de estudantes com domínio conceitual $\geq 70\%$.

Conteúdo	Pré-intervenção (%)	Pós-intervenção (%)
Projeção de Newman	37	87
Eclipsada/alternada	30	90
Anti/gauche	27	83
Conformação cadeira	33	93
Posições axial/equatorial	30	90
Inversão do anel	23	87

Fonte: Dados coletados pelos autores.

Os resultados obtidos sugerem uma barreira de aprendizagem inicial mais acentuada nos tópicos que demandam elevada capacidade de visualização e manipulação espacial tridimensional, especificamente a inversão conformacional de anéis e a diferenciação entre confôrmeros *anti* e *gauche* (Figura 3). Esse obstáculo epistemológico decorre da complexidade intrínseca em decodificar representações bidimensionais estáticas — como as projeções de Newman e diagramas de cadeias cíclicas — e convertê-las em modelos mentais dinâmicos. A necessidade de realizar rotações mentais abstratas para avaliar interações estéricas e a alternância entre posições axiais e equatoriais eleva a carga cognitiva dos estudantes, resultando em maior índice de erro antes da intervenção.

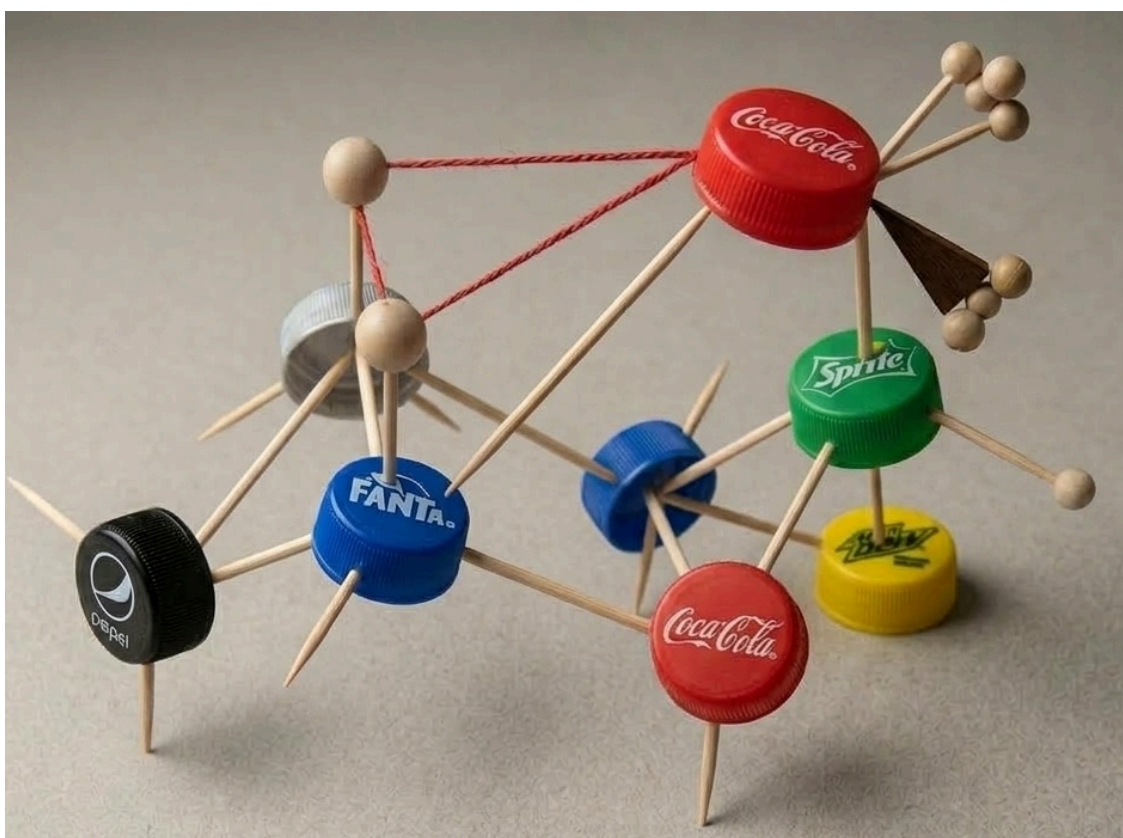
Figura 3. Construção de modelos com projeções *anti*, *gauche* e *eclipsada* produzidos pelos estudantes.



Fonte: Os autores

Após a intervenção, os percentuais de domínio aumentaram em todos os tópicos. A maior diferença foi observada na compreensão da conformação cadeira, que passou de 33% para 93%. Esse comportamento é coerente com a hipótese pedagógica de que modelos concretos podem funcionar como mediadores entre representações abstratas e estruturas tridimensionais. Estudos recentes em ensino de estereoquímica utilizaram modelos moleculares concretos associados a atividades investigativas e contemplaram especificamente conformações do etano e butano, cicloalcanos, cadeira e barco do cicloexano, posições *axial* e *equatorial* e interação 1,3-*di*axial (Figura 4).

Figura 4. Interação 1,3-*di*axial no cicloexano na conformação cadeira.



Fonte: Os autores

5.4. Representação Molecular e Projeção de Newman

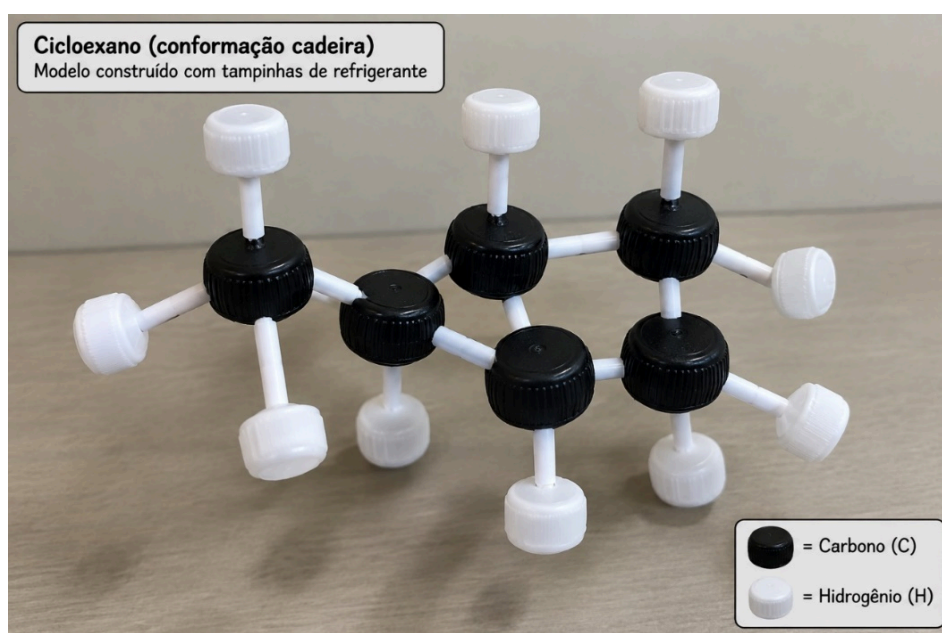
Um dos aspectos centrais da atividade foi a passagem do modelo tridimensional para a projeção bidimensional. O estudante era solicitado a observar o modelo ao longo da ligação C–C e, posteriormente, desenhar a projeção correspondente. Essa estratégia busca evitar que a projeção de Newman seja apresentada como um desenho arbitrário a ser memorizado. Em vez disso, o estudante pode compreender que a projeção corresponde a uma determinada perspectiva da molécula. Essa relação entre perspectivas é considerada relevante para a construção da competência representacional em Química Orgânica. Trabalhos recentes propõem abordagens nas quais modelos tridimensionais são utilizados como ponte entre desenhos de ligação e projeções de Newman.

5.5. O Modelo Cadeira do Cicloexano

A modelagem tridimensional do **cicloexano** configurou uma etapa pedagógica de fundamental relevância, visto que demandou a transição cognitiva dos estudantes da representação geométrica bidimensional (plana) do hexágono para a compreensão de sua arquitetura espacial. Essa abordagem prática viabilizou a exploração e a contextualização de conceitos fundamentais da estereoquímica, tais como as conformações em **cadeira** e **barco**, bem como a distinção e identificação das posições **axiais** e **equatoriais** dos substituintes. Ademais, o recurso didático permitiu a visualização dinâmica do fenômeno de **inversão do anel**, fomentando discussões aprofundadas acerca da **estabilidade conformacional** e das **interações estéricas** decorrentes dos arranjos espaciais assumidos pela molécula. O cicloexano apresenta duas classes de posições, axial e equatorial, que se interconvertem durante a inversão conformacional. Em cicloexanos substituídos, a distribuição

dos substituintes entre essas posições influencia a estabilidade relativa dos confôrmeros. Assim, a manipulação física do modelo pode favorecer a percepção de que a chamada “inversão do anel” não corresponde à quebra de ligações químicas, mas a uma mudança conformacional (Figura 5).

Figura 5. Modelo molecular construído pelos estudantes para representação do cicloexano.



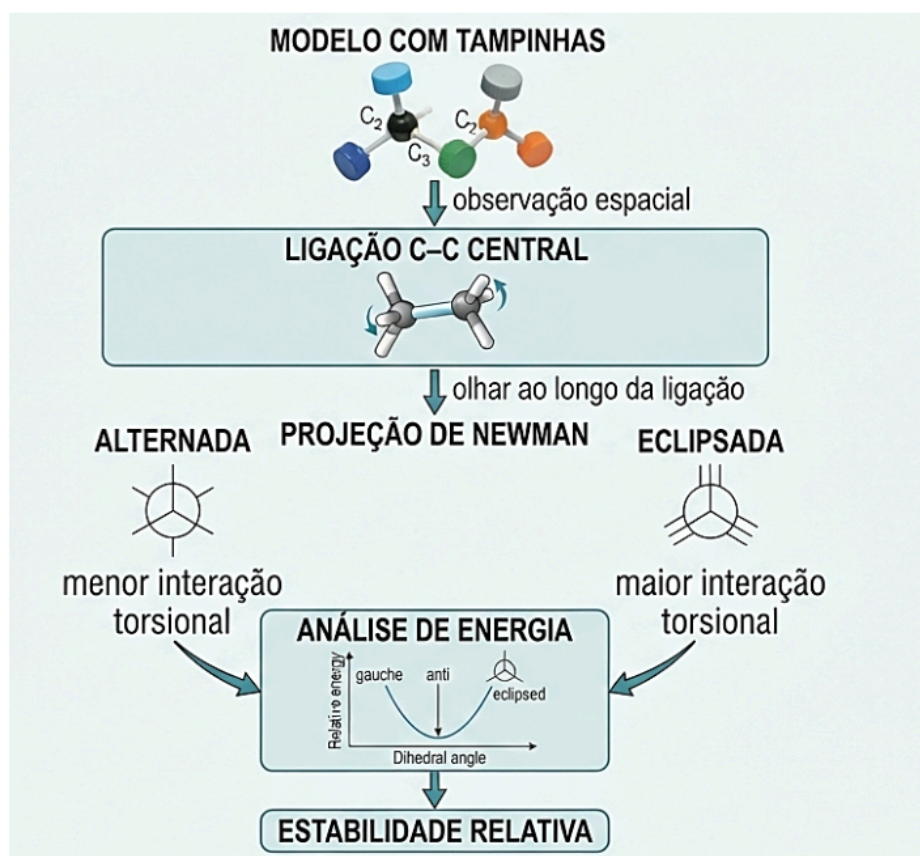
Fonte: Os autores

5.6. Baixo Custo e Sustentabilidade

Outro resultado qualitativo esperado da proposta refere-se ao custo dos materiais. Modelos moleculares comerciais podem ser recursos importantes, mas seu acesso pode ser limitado em determinados contextos institucionais. As tampinhas de refrigerante oferecem uma alternativa reutilizável e de fácil obtenção. A utilização de materiais pós-consumo também pode introduzir uma dimensão ambiental na atividade, desde que sejam adequadamente higienizados e utilizados com segurança. Entretanto, a principal contribuição pedagógica do material não está no objeto em si, mas

na atividade cognitiva construída em torno dele. Uma tampinha isolada não produz aprendizagem significativa. O potencial didático emerge quando o objeto é integrado à problematização, à discussão, à manipulação, à representação gráfica e à sistematização conceitual (Figura 6).

Figura 6. Correspondência entre modelo molecular, perspectiva e representação química.



Fonte: elaboração própria

6. DISCUSSÃO À LUZ DA LITERATURA

Os resultados e a análise qualitativa da sequência indicam que a proposta apresenta coerência com princípios amplamente discutidos na literatura sobre aprendizagem ativa. A aprendizagem ativa não significa simplesmente substituir a exposição oral por atividades práticas. O elemento fundamental consiste na participação intelectual do estudante na construção e avaliação de

explicações. Nesse sentido, a construção das moléculas com tampinhas foi acompanhada por perguntas, comparação entre modelos, elaboração de representações e justificativas sobre estabilidade. Essa característica aproxima a proposta das atividades investigativas descritas na literatura de Educação Química. Em estudo voltado especificamente às conformações dos alcanos, Shaw et al. (2019) utilizaram uma atividade centrada no estudante na qual a exploração das estruturas e as discussões em grupo constituíram parte do processo de ensino, com resultados positivos em testes sobre projeções de Newman e estabilidade conformacional. De maneira semelhante, trabalhos recentes sobre estereoquímica combinam investigação e modelos moleculares concretos para abordar conformações e outros conceitos espaciais. A proposta também apresenta relação com a aprendizagem significativa de Ausubel (2000), na medida em que procura criar situações nas quais os estudantes possam relacionar conhecimentos prévios sobre ligações químicas e geometria molecular aos novos conceitos de análise conformacional. A contribuição dos modelos, nesse caso, deve ser compreendida como mediadora. Eles não substituem a linguagem química, mas possibilitam que o estudante construa relações entre objeto tridimensional, linguagem simbólica e explicação conceitual. Esse ponto é importante porque a Química exige constante transição entre níveis macroscópico, submicroscópico e representacional. A aprendizagem de conformações demanda, particularmente, o desenvolvimento da capacidade de visualizar estruturas que não podem ser diretamente observadas. Os resultados apresentados neste trabalho também são compatíveis, em termos de direção esperada, com a literatura mais ampla sobre aprendizagem ativa. A meta-análise de Freeman et al. (2014) identificou melhora do desempenho em disciplinas STEM sob estratégias de aprendizagem ativa, embora tais resultados não

permitam concluir que qualquer atividade ativa produzirá automaticamente os mesmos efeitos em qualquer contexto. Portanto, a presente proposta deve ser compreendida não como uma simples técnica de “ensino com tampinhas”, mas como uma sequência pedagógica estruturada em torno de problematização, manipulação, representação, argumentação e avaliação.

7. CONCLUSÕES

A proposta apresentada neste artigo evidencia o potencial pedagógico da utilização de modelos moleculares de baixo custo, construídos com tampinhas de refrigerante, para o ensino das conformações de alcanos e cicloalcanos no ensino superior de Química.

A estratégia possibilita transformar um conteúdo tradicionalmente associado a representações abstratas em uma experiência de manipulação, observação, comparação e argumentação. A construção do etano, do butano e do cicloexano permite estabelecer relações entre modelos tridimensionais, projeções de Newman, conformações e estabilidade relativa.

Do ponto de vista metodológico, a proposta articula princípios das metodologias ativas, aprendizagem significativa e ensino baseado em modelos. O estudante deixa de ocupar exclusivamente a posição de receptor de representações prontas e passa a construir, modificar e interpretar modelos.

A atividade também apresenta a vantagem de utilizar materiais de baixo custo e potencialmente reutilizáveis, característica que pode favorecer sua implementação em diferentes contextos institucionais.

Em síntese, a utilização de tampinhas de refrigerante pode ser compreendida não apenas como uma alternativa econômica aos modelos moleculares comerciais, mas como um recurso mediador de uma metodologia ativa capaz de favorecer a articulação entre representação, visualização espacial e construção conceitual. Sua efetividade, entretanto, depende fundamentalmente da qualidade da sequência didática e da mediação pedagógica realizada pelo professor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

FERNANDEZ, Germán. *Cicloalcanos: conformaciones y nomenclatura*. Química Orgánica. Disponível em material didático online. Acesso em: 24 set. 2026.

FREEMAN, Scott et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.

GUIDED perspective drawing: a model-based method to build representational competence in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 102, n. 1, p. 410–414, 2025. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c00276.

NASCIMENTO, Beatriz dos Santos do; FREITAS, Manolo Cleiton Costa de; LOPES JÚNIOR, Manoel Leão. Ligações químicas e aprendizagem significativa: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências Naturais*, v. 1, n. 1, 2026. DOI: 10.31792/rbecn.v1i1.11708.

PRINCE, Michael. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x.

SHAW, Tiana et al. Using iSpartan to support a student-centered activity on alkane conformations. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 1, p. 89–92, 2019. DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00145.

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig B. *Química orgânica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 2 v.

ZHANG, et al. Enhancing stereochemistry education through inquiry-based learning and concrete molecular models. *Journal of Chemical Education*, 2025. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c00829.

¹ Docente do Curso Superior de Farmácia 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 Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Mestre em Química (PPGQUIM/UNESP-Araraquara-SP). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

