

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

METODOLOGIA OKR (OBJECTIVES AND KEY RESULTS) NO ENSINO DE QUÍMICA: EMPREENDER E INOVAR EM SALA DE AULA (ESTUDO DAS REAÇÕES DIELS-ALDER)

DOI: 10.5281/zenodo.17504578

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

A metodologia OKR (Objectives and Key Results), que significa Objetivos e Resultados-Chave, pode ser adaptada para o ensino de Química, transformando o processo de aprendizagem em um modelo mais dinâmico, focado e orientado aos resultados. Embora tenha origem no ambiente corporativo, a aplicação do OKR em sala de aula estimula o engajamento, a autonomia dos alunos e a clareza sobre o que se espera do aprendizado. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é abordar o contexto da metodologia OKR, aplicado no ambiente acadêmico, respaldados pela construção de uma educação com concepções teóricas aportadas na pedagogia ativa, na visão em que o sujeito é protagonista do seu próprio processo de aprendizagem e de que a partir do protagonismo e da autonomia o educando conseguirá determinar sua trajetória profissional. Nesse contexto, os alunos do curso de Engenharia Química, estudaram e se

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

aprofundaram em conceitos relativos às Reações Diels-Alder e sua importância no setor produtivo. Como resultado, foi possível constatar uma sensível elevação na compreensão do conteúdo apresentado, principalmente quando da resolução dos exercícios propostos e apresentação dos Projetos desenvolvidos. Percebemos também que quando adotadas metodologias ágeis em sala de aula, o empreendedorismo, de certa maneira, ganha mais espaço proporcionando assim discussões mais profundas sobre o tema.

Palavras-chave: Metodologia OKR. Ambiente corporativo. Autonomia dos alunos. Reações Diels-Alder.

ABSTRACT

The OKR (Objectives and Key Results) methodology can be adapted to Chemistry teaching, transforming the learning process into a more dynamic, focused, and results-oriented model. Although it originated in the corporate environment, applying OKR in the classroom encourages engagement, student autonomy, and clarity about expected learning. Therefore, the objective of this work is to address the context of the OKR methodology applied in the academic environment, supported by the construction of an education with theoretical concepts based on active pedagogy, in which the individual is the protagonist of their own learning process and that through protagonism and autonomy, students will be able to determine their professional trajectory. In this context, Chemical Engineering students studied and delved into concepts related to Diels-Alder Reactions and their importance in the production sector. As a result, a significant increase in comprehension of the presented content was observed, especially when solving the proposed exercises and presenting the developed projects. We

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

also noticed that when agile methodologies are adopted in the classroom, entrepreneurship gains more prominence, thus fostering deeper discussions on the topic.

Keywords: OKR methodology. Corporate environment. Student autonomy. Diels-Alder reactions.

1. INTRODUÇÃO

As Metodologias Ativas (MAs) são um conjunto de alternativas pedagógicas que visam facilitar a aprendizagem dos estudantes e/ou proporcionar uma educação crítica e problematizadora da realidade a partir do redirecionamento do estudante para o centro do processo de construção do conhecimento.

A combinação de metodologias ativas com OKRs (Objetivos e Resultados-Chave) no ensino escolar coloca o aluno como protagonista do próprio aprendizado, incentivando-o a definir e alcançar objetivos por meio de ações práticas e mensuráveis. Essa abordagem transforma o professor em um mediador, que guia a busca do aluno por conhecimento, ao mesmo tempo em que a metodologia OKR fornece uma estrutura clara para definir o que aprender (Objetivo) e como medir o progresso (Resultados-Chave) em um período.

Portanto, fica evidente que só existirá uma aprendizagem diferenciada, quando “o aprendiz é um sujeito, protagonista do seu próprio processo de aprendizagem, alguém que vai produzir a transformação que converte informação em conhecimento próprio” sendo responsável pela construção do

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

saber a “partir de situações nas quais ele possa agir sobre o que é objeto de seu conhecimento, pensar sobre ele, recebendo ajuda, sendo desafiado a refletir, interagindo com outras pessoas” (ABREU, 2000).

O Objective Key-Results (OKR), é um modelo de gestão voltado para o resultado que foi disseminado por John Doerr, criado com base nos Intel Management by Objectives (iMBO) de Andy Grove, e é composta por Objetivos (Objectives) e Resultados-Chave (Key-Results). O seu diferencial se encontra na forma simples, ágil, flexível e descentralizada para a definição de metas em qualquer nível organizacional, seja operacional, tático ou estratégico (KRAUSE, Walther; KRAUSE, Werther; KRIEGER, Carla; PATANÉ, Victor, et. al, 2022).

A metodologia OKR oferece um framework para definir Objetivos (o que se quer aprender) e Resultados-Chave (como medir o sucesso). No contexto escolar, isso pode se traduzir em objetivos de aprendizado específicos para o aluno ou para a turma.

Assim sendo, o objetivo desse trabalho é pensar de que maneira uma ferramenta estratégica do mundo corporativo pode elevar o engajamento dos alunos em sala de aula e aumentar a performance da absorção dos conteúdos? Para esse estudo, vamos aplicar e analisar a metodologia OKR em sala de aula em uma turma de estudantes de graduação de Engenharia Química, tendo como foco as importantes Reações Diels-Alder para o processo produtivo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

De acordo com Doerr (2019), OKRs, sigla para Objectives and Key Results (Objetivos e Resultados-Chave, em português), é um sistema colaborativo de definição de metas para empresas, equipes e indivíduos. Essa abordagem de gestão assegura que a organização esteja direcionando seus esforços para os mesmos objetivos cruciais em todos os níveis. O OKR é composto pelos dois elementos que serão apresentados a seguir:

- **OBJETIVO:** de acordo com Doerr (2019), o objetivo representa aquilo que deve ser alcançado. Por definição, os objetivos são significativos, concretos, orientados por ações e inspiradores, que quando são devidamente projetados e implantados, funcionam como uma defesa contra o pensamento e a execução confusos.
- **RESULTADOS-CHAVE (KR):** segundo Doer (2019), os resultados-chave estabelecem e monitoram o caminho para atingir o objetivo. Os KRs são específicos e limitados no tempo, agressivos, porém realistas. Sobretudo, são mensuráveis e verificáveis. Ao cumprir todos eles, significa que o objetivo foi alcançado.

De acordo com Muniz et al. (2022), inicialmente, é fundamental estabelecer o objetivo, isto é, aquilo que se pretende alcançar. Em seguida, é preciso desdobrar esse objetivo em resultados chave, os quais devem ser quantificáveis e mensuráveis para avaliar se a organização está progredindo em direção ao objetivo que sustenta. É recomendável que cada objetivo tenha entre dois e cinco resultados-chave, pois ter menos de dois dificulta verificar o progresso, enquanto ter mais de cinco torna a gestão muito complexa.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Dentre a metodologia do OKR, podemos encontrar uma definição rápida e assertiva para os Objetivos: "simplesmente o QUE deve ser alcançado". Dessa forma, os objetivos norteiam aquilo que desejamos alcançar no ciclo estabelecido, sendo "significativos, concretos, orientados por ações e (de maneira ideal) inspiradores" (DOERR, 2019).

Dessa forma, procuraremos estudar as Reações Diels-Alder e sua importância no processo industrial. A reação de Diels-Alder (DA) é de suma importância para o processo produtivo em diversas indústrias, principalmente a química e a farmacêutica, por ser uma ferramenta poderosa e versátil para a síntese de compostos orgânicos complexos (Figura 1). Otto Diels e Kurt Alder receberam o Prêmio Nobel de Química em 1950 pela descoberta da reação entre um dieno conjugado e um alceno. Sua relevância se deve à sua eficiência na formação de anéis de seis membros, alta previsibilidade, estereoespecificidade e aplicações na química verde. A reação de DA permite a construção rápida e eficiente de anéis cíclicos, que são à base de muitos produtos químicos e farmacêuticos. Isso simplifica a rota sintética e reduz o número de etapas necessárias. A reação é estereoespecífica e quimioseletiva, o que significa que, em condições controladas, ela forma um único produto ou um conjunto específico de isômeros. Essa precisão é crucial na indústria farmacêutica, onde a pureza e a estrutura exata do composto são essenciais. Por ser uma reação de cicloadição, a reação de DA tem 100% de economia atômica no produto, o que significa que todos os átomos dos reagentes são incorporados no produto final, gerando o mínimo de resíduos. Isso a torna uma opção mais sustentável do ponto de vista ambiental. Em muitos casos, a reação pode

REVISTA TÓPICOS

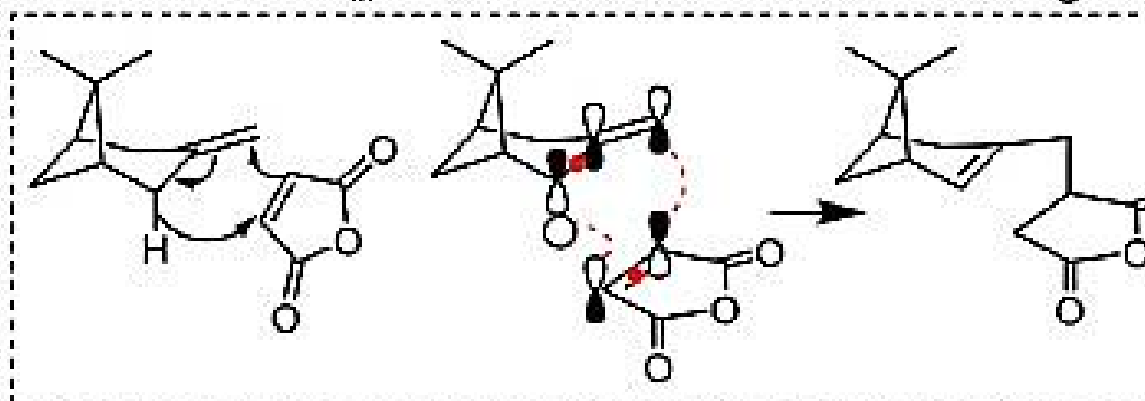
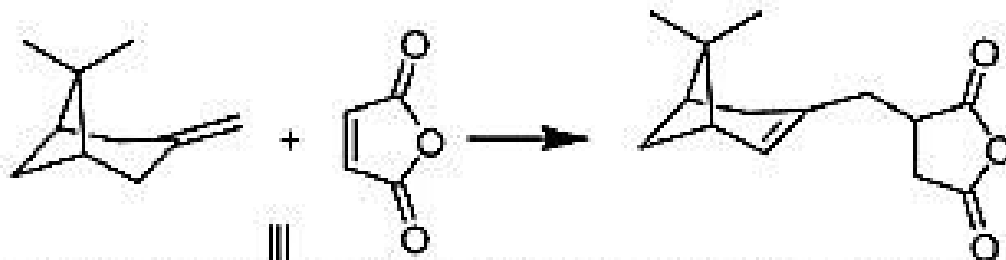
<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

ocorrer em condições moderadas de temperatura e pressão, o que reduz o consumo de energia e os custos de produção. Ao variar a combinação de dienos e dienófilos, é possível sintetizar uma vasta gama de moléculas com arquiteturas e propriedades específicas, o que permite o desenvolvimento de novos materiais e compostos.

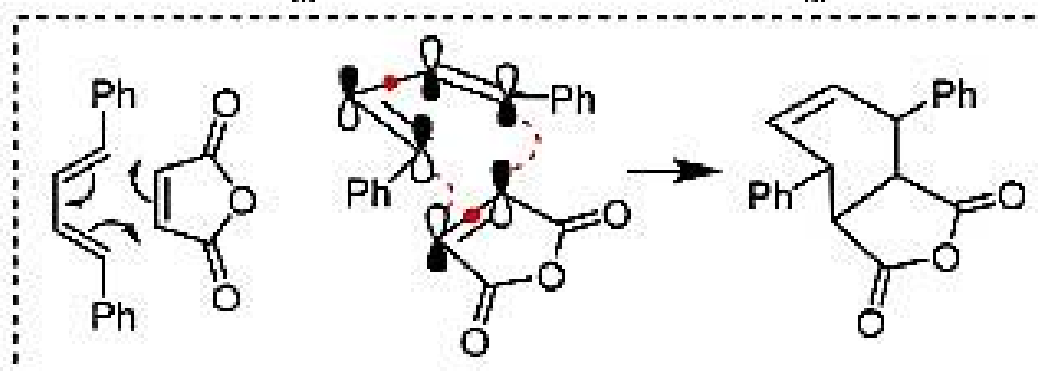
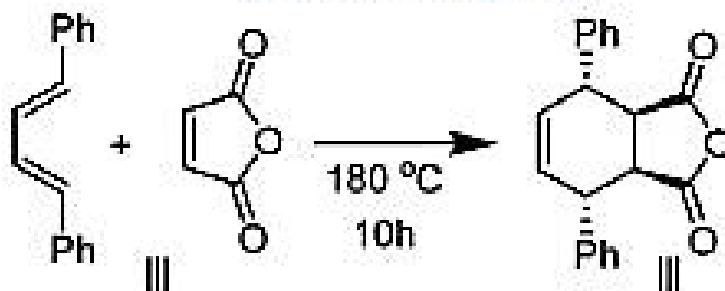
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Reação Ene - Ref. 17



Diels-Alder - Ref. 18



REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Figura 1. Reações Diels-Alder indicando o dieno e o dienófilo.

Fonte: Alder, K.; Schumacher, M.; Annalen 1951, 517, 87.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em uma sala do 3º Período do curso de Engenharia Química da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. A turma possuía um total de 18 alunos e a disciplina de Química Orgânica contava com uma carga horária de 80 horas.

Inicialmente, foi colocado o tema a ser discutido, utilizando a metodologia OKR. Escolheu-se as Reações Diels-Alder como tema principal. Na primeira aula realizou-se a explicação da metodologia para os alunos e foi organizada uma tabela ilustrativa contendo o objetivo (O), os postos-chaves (KR) e o planejamento (iniciativas). As iniciativas são as ações e tarefas que os alunos precisam realizar para atingir os resultados-chave. O professor atua como um guia, mas a autonomia dos alunos é incentivada.

Tabela 1. Metodologia OKR (etapas).

OBJETIVO	CHAVES (KR)	PLANEJAMENTO (INICIATIVAS)
Compreender a natureza (mecanismo)	KR1. Realizar um experimento, utilizando a	<ul style="list-style-type: none">• Revisão em grupo do conteúdo sobre a mecanística das

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

<p>reacional) e aplicações das reações Diels-Alder no processo produtivo.</p>	<p>Reações Diels-Alder.</p>	<p>Reações Diels-Alder.</p> <ul style="list-style-type: none">• Elaboração de um roteiro detalhado para o experimento.• Elaboração de um relatório sobre os resultados.
	<p>KR2. Aumentar a média de acertos dos exercícios sobre mecanismos das Reações Diels-Alder de 60% para 80%.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Resolução de uma lista extra de exercícios sobre mecanismo das Reações Diels-Alder.
	<p>KR3. Apresentar um Projeto de pesquisa sobre a aplicabilidade das Reações Diels-</p>	<ul style="list-style-type: none">• Pesquisa bibliográfica sobre a aplicação industrial de reações Diels-

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

	Alder na indústria química.	Alder no setor produtivo e apresentação do Projeto.
--	-----------------------------	---

Para o melhor aproveitamento da metodologia é preciso estar atentos para fazer "check-ins" regulares. A metodologia OKR envolve ciclos de acompanhamento curtos e frequentes ("check-ins"), geralmente semanais. Nessas revisões, o professor e os alunos verificam o progresso em relação aos resultados-chave e ajustam as iniciativas, se necessário.

Como exemplos de "check-ins", podemos realizar sempre na aula seguinte, uma breve discussão sobre o andamento das pesquisas, dos experimentos, do entendimento da teoria e os principais desafios e as dificuldades encontradas. Em grupos, deve-se promover a discussão sobre o progresso do projeto, compartilhando as descobertas da pesquisa.

A realização da avaliação é feita sempre ao final do ciclo, a equipe (ou a turma) avalia o desempenho. O sucesso é medido pelo progresso nos resultados-chave. A avaliação não deve ser punitiva, mas sim uma ferramenta para identificar aprendizados e oportunidades de melhoria para o próximo ciclo. Como exemplo de avaliações podemos citar, a discussão em classe sobre o que funcionou e o que não funcionou. Onde podemos melhorar no próximo ciclo de OKR? Deve-se estimular a auto avaliação, onde os alunos refletem sobre a própria contribuição para os resultados.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

A Figura 2 indica as vantagens da metodologia OKR no ensino de química.



Figura 2. Vantagens da utilização da Metodologia OKR no Ensino de Química.

Fonte: Os autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira aula buscou-se instrumentalizar os alunos sobre a metodologia OKR. Dessa forma, houve a explanação da ferramenta OKR e demos algum tempo para que os alunos pensassem na temática escolhida (Reações Diels Alder). Nessa mesma aula estabelecemos a relevância do aprendizado das reações Diels-Alder e sua importância para os alunos do curso de Engenharia Química.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Após entendido o processo, estabelecemos uma dinâmica de apresentação dos conceitos de maneira expositiva e posteriormente, os alunos tinham um momento de reflexão e de aplicabilidade sobre os conceitos apresentados, realizando atividades em conjunto numa seção de estudos práticos com resoluções de exercícios, como uma simulação de caso ou de aplicação das reações.

Na aula seguinte, os alunos foram encaminhados ao laboratório de Química para realização de um experimento sobre a síntese de compostos orgânicos através das reações Diels-Alder (KR1). Foram montados 03 grupos com 06 alunos cada. Um experimento clássico de reação de Diels-Alder envolve o aquecimento de um dieno, como o ciclopentadieno, com um dienófilo, como o anidrido maleico, em um solvente como o xileno. A reação produz um aduto cíclico, geralmente após um tempo considerável. Variações podem envolver o uso de catalisadores ácidos de Lewis ou micro-ondas para acelerar a reação.

Ao chegarem no laboratório, já encontraram preparados os reagentes e a bancadas com vidrarias e equipamentos necessários. Foi elaborado com mediação do professor um roteiro experimental, conforme disposto no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1. Experimento realizado (Reação Diels-Alder).

Materiais	Procedimento

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

1.

Dieno: Ciclopentadieno (requer aquecimento para desdimerizar de dicitriclopentadieno).

2. Dienófilo: Anidrido maleico.

3. Solvente: Xileno.

4. Equipamento: Tubo de reação selado e aquecedor.

1. Preparação do dieno: Aqueça o dicitriclopentadieno para que ele se reverta para o ciclopentadieno (monômero).

2. Reação: Misture o ciclopentadieno e o anidrido maleico no solvente (xileno).

3. Aquecimento: Aqueça a mistura em um banho de óleo a uma temperatura elevada, como cerca de 350 °C, para promover a reação.

4. Resfriamento e isolamento: Deixe a mistura esfriar e o produto (o aduto cíclico) cristalizará.

5. Purificação: Filtre o sólido e, se necessário, recristalize-o para purificação.

Fonte: Os autores

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Após ampla pesquisa, os alunos trouxeram informações sobre o processo experimental e variações que poderiam ser utilizadas na condução da atividade prática. Por exemplo, foi observado que a Reação Diels-Alder poderia ser feita com o uso de micro-ondas, o que poderia acelerar a reação, reduzindo o tempo necessário para a formação do produto e permitindo o uso de menos solvente ou nenhum. Poderia ser acelerada através da utilização de cloreto de nióbio, um ácido de Lewis, mesmo sob pressão. Um dos grupos trouxe para o debate assunto relacionado à Estereoquímica, ou seja, a reação de Diels-Alder é estereoespecífica, preservando a estereoquímica do dienófilo no produto. A aproximação do dieno pelo dienófilo pode resultar na formação de diferentes produtos (endo e exo), que podem ser influenciados pela temperatura e pela presença de catalisadores.

Para reforçar os conceitos teóricos é preciso ilustrá-los durante as aulas práticas. Surgiu então a necessidade de desenvolver um procedimento experimental, que porém, não fossem sujeitos à duas limitações principais: (a) os reagentes e os produtos devem ser estáveis e preferencialmente cristalinos para facilitar as manipulações e excluir a necessidade de usar purificação via cromatografia, e (b) as reações devem ser rápidas para permitir conclusão das atividades durante o tempo previsto (duas horas). Considerando isto, a experiência deveria ilustrar ciclização térmica 4+2 (reação de Diels-Alder) para ampliar o elenco dos procedimentos experimentais para os alunos do curso de Engenharia Química.

Notou-se que os alunos não tiveram dificuldades na realização do experimento, havendo diálogos entre os membros do Grupo e também entre Grupos. Conseqüentemente, a cicloadição realizada terminou em cerca de 5

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

minutos e forneceu o respectivo produto em alto rendimento, 78,36%, devido à pureza dos reagentes.

No relatório produzido, os alunos anotaram que a reação de Diels-Alder entre ciclopentadieno e anidrido maleico é uma cicloadição [4+2] que forma um aduto cíclico, comumente o norborneno-5,6-an-hidrido dicarboxílico. Essa reação é rápida e exotérmica, prosseguindo sob condições amenas. A reação produz principalmente o produto "endo" (com o anidrido voltado para o interior) como produto cinético, enquanto o produto "exo" é termodinamicamente mais estável, mas é formado em menor quantidade nas condições padrão. Sobre os mecanismo e produtos, observaram que a reação é uma cicloadição [4+2] entre o dieno (ciclopentadieno) e o dienófilo (anidrido maleico). A reação forma um aduto cíclico, um tipo de anidrido, conhecido como norborneno-5,6-an-hidrido dicarboxílico. Dependendo da interação entre os reagentes, são formados dois isômeros:

- Produto endo: O grupo anidrido fica voltado para o interior do anel. É o produto cinético, formado mais rapidamente sob condições de reação típicas.
- Produto exo: O grupo anidrido está na posição oposta, apontando "para fora". É o produto termodinâmico, mais estável devido a menor impedimento estérico, mas formado em menor proporção nas condições normais.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- O produto real formado é o aduto "endo". Este diastereoisômero é o menos estável, mas é formado por ser o produto cinético. Há também uma interação de ligação entre os grupos carbonila do dienófilo e a ligação π em desenvolvimento na parte posterior do dieno (Figura 3).

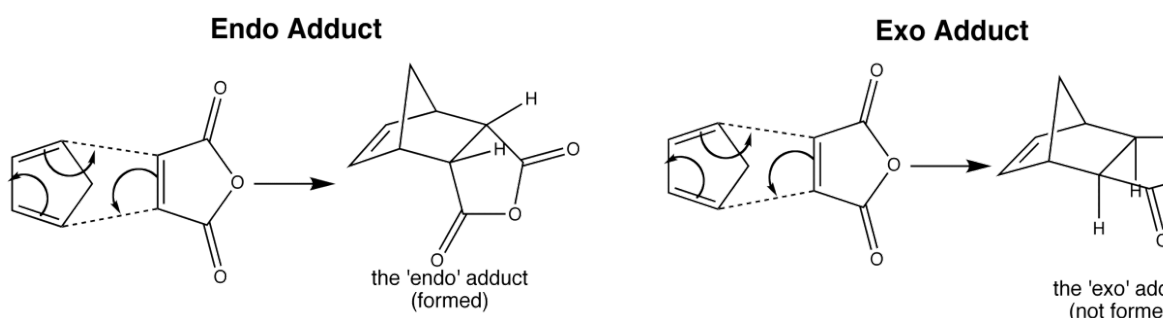


Figura 3. Reação Diels-Alder entre o ciclopentadieno e anidrido maleico.

Fonte: <https://www.chemtube3d.com/diels-alder-endo-and-exo/>

Em relação às condições experimentais, observaram que a reação é rápida e exotérmica, ocorrendo facilmente sob condições brandas e que a mesma pode ser realizada em um solvente como éter etílico à temperatura ambiente. Temperaturas mais altas podem promover a epimerização do produto endo para o produto exo, através do mecanismo de retro-Diels-Alder. Temperaturas mais altas podem promover a epimerização do produto endo para o produto exo, através do mecanismo de retro-Diels-Alder.

Dessa forma, o relatório pós-laboratório se constitui em uma etapa crucial no ensino de Química, pois transforma a experiência prática em um aprendizado consolidado e significativo. Ele vai além da simples apresentação de dados, incentivando o aluno a desenvolver o raciocínio científico e aprofundar a compreensão dos conceitos teóricos.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

A cada aula em que é aplicada a metodologia OKR é esperado que seja elevado os níveis de aprendizado, retenção do conhecimento e por consequência o envolvimento dos alunos com os temas propostos possibilitando, assim, a redução da evasão escolar. Cabe salientar que para a mensuração dos resultados e para nossa própria percepção quanto à verdadeira absorção do conteúdo exposto em aula, aplicamos na KR2 uma lista de exercícios sobre as reações Diels-Alder. A partir desta lista, sempre adaptado a temática específica, foi possível compreender quase que instantaneamente a percepção dos alunos quanto ao tema exposto e compreensão das reações.

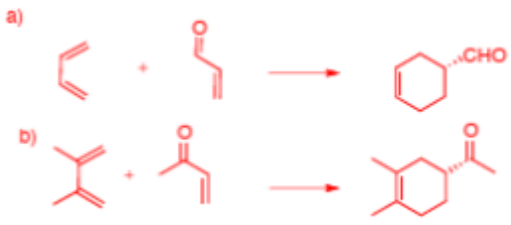
Dessa forma, nosso objetivo explícito é a partir do tema proposto no início da aula e mensurar, ao final dela, com o auxílio dos exercícios propostos, a retenção do conhecimento apresentado e a sua aplicação em um contexto real. É extremamente importante que os resultados sejam mensurados e apresentados na mesma aula aos envolvidos. Os resultados, que são os esperados ao final da aula, devem ser definidos logo no início e de forma transparente precisam ser apresentados aos participantes.

No Quadro 2, abaixo indicamos as questões propostas na lista aplicada aos alunos e a respectiva resposta esperada.

Quadro 2. Questões propostas e resoluções esperadas.

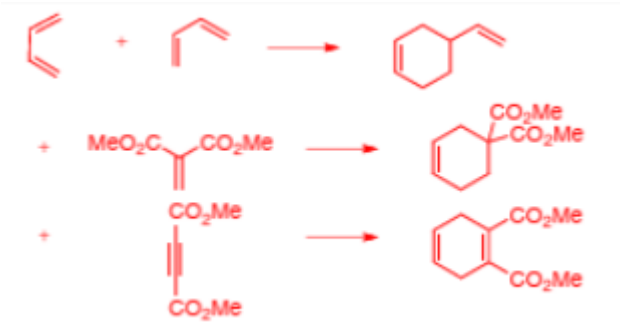
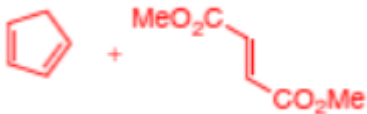
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Questão aplicada	Resposta esperada
<p>1. Indique os produtos formados pelos pares de dienos – dienófilos: a) 1,3-Butadieno e 2-Propenal b) 2,3-Dimetil-1,3-butadieno e 3-</p>	 <p>The image contains two chemical reactions labeled a) and b). Reaction a) shows 1,3-butadiene reacting with 2-propenal to form cyclohex-2-enal. Reaction b) shows 2,3-dimethyl-1,3-butadiene reacting with 3-penten-2-one to form 2-(2,3-dimethylcyclohex-2-en-1-yl)propan-1-one.</p>

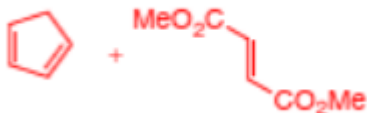
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

buten-2-ona.	
2. COMO OBTEN ER OS PROD UTOS VIA REAÇ ÃO DE DIELS- ALDER :	 <p>The reaction scheme shows three Diels-Alder reactions in red. The first reaction shows 1,3-butadiene reacting with methyl acrylate to form methyl acrylate substituted cyclohexene. The second reaction shows 1,3-butadiene reacting with dimethyl acetylenedicarboxylate to form dimethyl acetylenedicarboxylate substituted cyclohexene. The third reaction shows 1,3-butadiene reacting with dimethyl acetylenedicarboxylate to form dimethyl acetylenedicarboxylate substituted cyclohexene.</p>
3. INDI QUE O PROD UTO COM A	 <p>The reaction shows cyclopentadiene reacting with methyl acrylate to form methyl acrylate substituted cyclohexene.</p>

REVISTA TÓPICOS

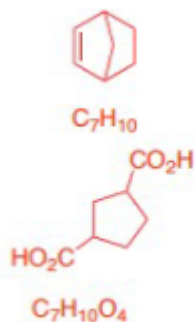
<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

RESPE CTIVA ESTER EOQUÍ MICA:	
4. INDIC AR A PREPA RAÇÃ O DO COMP OSTO:	 <p>The image shows a chemical reaction between cyclopentadiene and dimethyl acrylate. Cyclopentadiene is represented by a five-membered ring with two double bonds. Dimethyl acrylate is shown as a trans-alkene with two methyl ester groups (MeO₂C and CO₂Me) attached to the double bond. A plus sign (+) is placed between the two molecules, indicating a reaction.</p>

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

5.
PROPO
RAS
ESTRU
TURAS
PARA
OS
COMP
OSTOS
A E B



REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

6.
CONSI
DERA
NDO O
ESQUE
MA
ENERG
ÉTICO
DOS
OM:

a) Indicar a possível estrutura do composto 1.
Desenho na figura ao lado (em vermelho).

b) Indicar os orbitais em fase e fora de fase no esquema do Dieno (você deve pintar os orbitais representando as interações).

Desenho na figura ao lado (em vermelho).

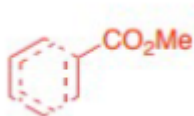
c) Preencher os elétrons em cada um dos sistemas, dieno e dienófilo.

Desenho na figura ao lado (em vermelho).

d) Como denominamos os níveis energéticos 3 e 6.

Desenho na figura ao lado (em vermelho).

e) Desenhe o estado de transição para esta reação.



f) Qual a influência do grupo CO₂Me no dienófilo.

O referido grupo é um grupo retirador por efeito mesomérico, que abaixa a energia do LUMO do Dienófilo.

g) Como aumentar a energia do HOMO.

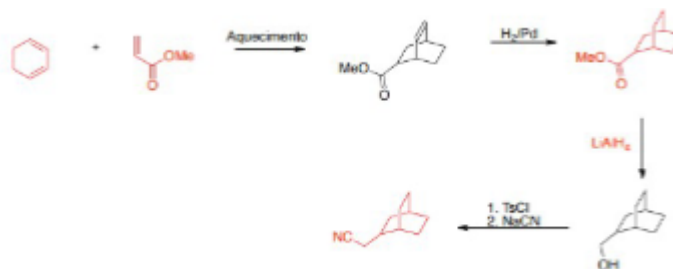
Para aumentar a energia do HOMO pode-se adicionar

REVISTA TÓPICOS

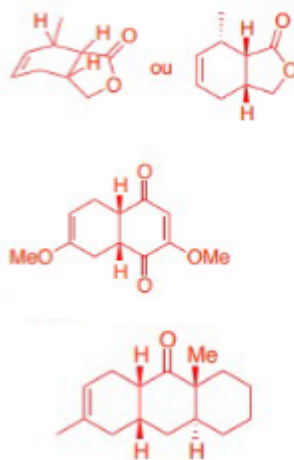
<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

um grupo doador de elétrons ao dieno.

7.
COMP
LETE
O
ESQUE
MA DE
REAÇ
ÕES
AO
LADO:



8. DÊ
OS
PROD
UTOS
DAS
SEGUI
NTES
REAÇ
ÕES:



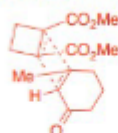
REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

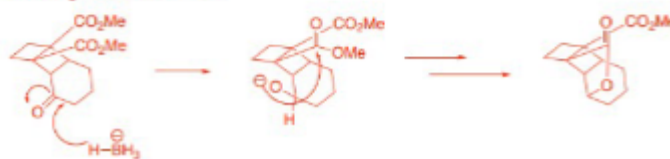
<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

9. A cicloadição fotoquímica dos dois compostos abaixo é relatada levando como único produto o diastereoisômeros mostrados. Os químicos que

Qualquer um dos reagentes pode absorver luz e gerar o orbital SOMO para a cicloadição ocorrer, pois ambos são conjugados. Esse fato não altera a estereoquímica. Não existe regra *Endo* na fotocicloadição [2+2] e as moléculas simplesmente se juntam da maneira que tenha menor impedimento estérico (metila para um lado e ésteres para o outro).



A estereoquímica da redução da carbonila só pode ocorrer pela face de baixo, pois a face de cima está impedida. O ânion produzido pela transferência de hidreto imediatamente cicliza até a lactona. A lactonização só é possível se o ânion de oxigênio estiver para cima (e está, pois foi reduzido por baixo) e se os grupos éster estiverem do lado onde estão sendo mostrados. Sendo assim, a lactonização realmente prova a estereoquímica do aduto.



REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

publicar
am o
trabalho
relatam
que a
Estereo
química
do
aduto é
simples
mente
provada
por sua
convers
ão a
uma
lactona
sob
condiçõ
es
reduzida
s.
Coment
e sobre
a
validad

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

e dessa
dedução
e
expliqu
e a
Estereo
química
da
cicloadi
ção.

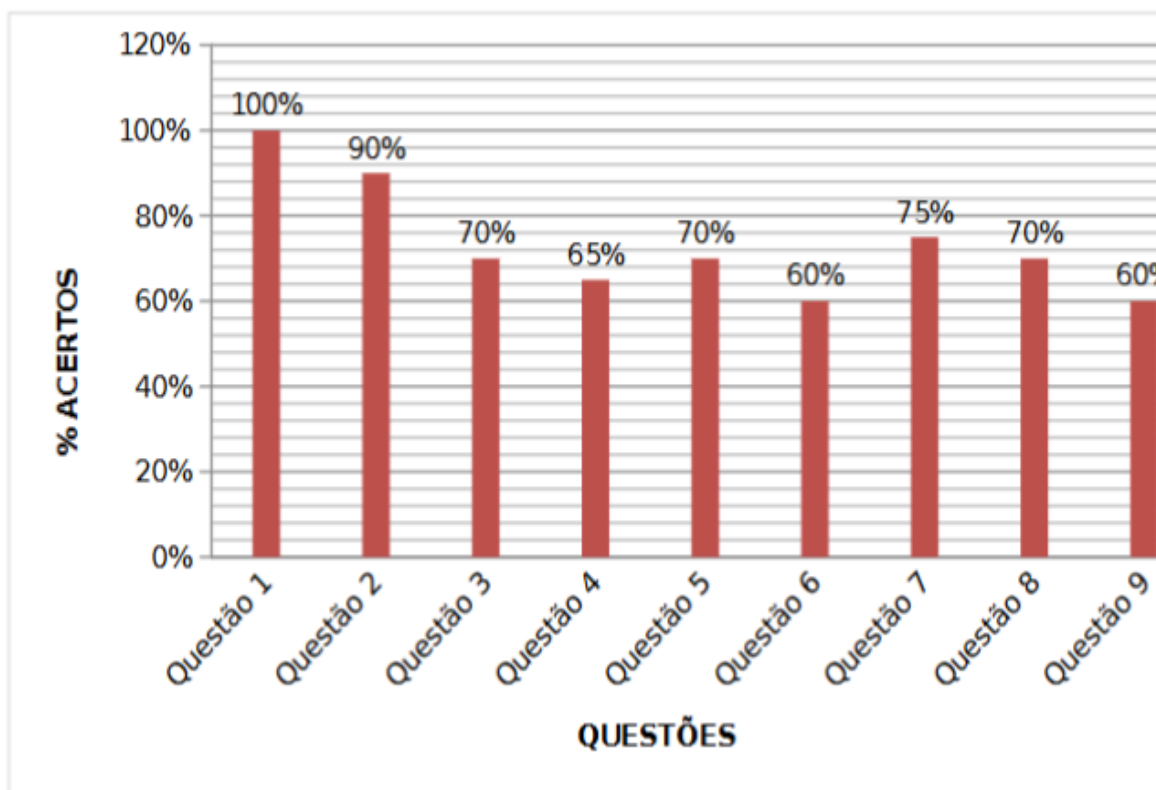
Fonte: Profa. Dra. Patrícia Bulegon Brondani.
(<https://patyqmc.paginas.ufsc.br/>)

A análise gráfica indica a porcentagem de acertos em cada uma das questões. Podemos inferir que o objetivo foi atingido, uma vez que esperávamos que os alunos aumentassem a média de acertos dos exercícios sobre mecanismos das Reações Diels-Alder de 60% para 80% (Figura 4).

Figura 4. Gráfico da % de acertos das questões propostas (total de alunos respondentes em cada questão = 18 alunos).

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672



A partir da análise gráfica, podemos concluir que os alunos atingiram a meta de elevarem a porcentagem (%) de acertos de 60% para 80%, extrapolando a 90 e 100% em algumas questões. Esse fato demonstra que o conteúdo e os conceitos foram significativamente aprendidos. Na questão 1, temos 100% de acertos, indicando que a mecanística da reação Diels-Alder foi aprendida por todos os alunos. A questão 2 apresenta também um percentual alto de acertos (90%). Apesar de tratar também da mecanística de formação dos produtos de cicloadição, alguns alunos erraram no momento de formação do aduto. Esse mesmo fato ocorreu também na questão 3 (70%) de acertos. Em relação à questão 4, temos uma porcentagem mais baixa de acertos (65%), indicando dificuldades na retro síntese, onde deveriam observar o produto e

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

dele escrever qual seria o dieno e o dienófilo que o formaram. Na questão 5, observou-se um índice de acertos de (70%), indicando uma dificuldade maior na formação do produto 2, onde deveriam escrever o composto proveniente da oxidação da dupla, produzindo as carboxilas correspondentes. Na questão 6, temos também um número menor de alunos acertando a questão (60%). Verificou-se uma dificuldade em relação a conceitos como orbitais HOMO e LUMO. Os orbitais moleculares de maior energia que estão ocupados HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) e de menor energia que estão desocupados LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital), respectivamente. Juntos, eles são conhecidos como orbitais de fronteira, sendo cruciais para determinar a reatividade de uma molécula e como ela interage com a luz e outras espécies químicas. Orbital Molecular Ocupado Mais Alto (HOMO) é o orbital que contém elétrons com a maior energia. Funciona como um doador de elétrons em reações químicas. Em um estado excitado, um elétron do HOMO pode absorver energia e "pular" para o LUMO. Orbital Molecular Desocupado Mais Baixo (LUMO) é o orbital vazio que tem a menor energia. É o local de menor energia onde um elétron pode ser excitado. Funciona como um aceptor de elétrons em reações químicas. A diferença de energia entre o HOMO e o LUMO é chamada de "gap" HOMO-LUMO. Este valor é usado para prever a excitabilidade de uma molécula e sua absorção de luz, bem como sua reatividade química. Um gap menor geralmente indica que a molécula é mais fácil de excitar.

Na questão 07, temos (75%) de acertos. Alguns alunos relataram dificuldades na montagem do composto bicíclico contendo a dupla ligação.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Dessa forma, ficou difícil fazer a reação de hidrogenação, bem como a redução e posterior substituição.

A questão 8, apresentou um índice de acertos de (80%). Poucos alunos erraram e relataram que tiveram dificuldades na reação com dienófilo cíclicos. Na questão 9, temos um índice de acertos de (60%), indicando dificuldades em relação ao enunciado da questão e, em especial, na estereoquímica da redução do grupo carbonila.

Apesar de alguns alunos ainda apresentarem dificuldades conceituais, podemos inferir que os resultados são satisfatórios, uma vez que na maioria das questões temos índices elevados de acertos, o que indica uma aprendizagem significativa do conteúdo. Porém, para o professor, ficou claro que alguns conceitos ainda precisavam ser solidificados na estrutura cognitiva dos alunos, já que as dificuldades apresentadas necessitariam de uma recomposição de aprendizagens.

Em relação à chave KR3 foi solicitado aos alunos que escrevessem um Projeto sobre a aplicabilidade das reações Diels-Alder no sistema produtivo. Deste modo, cada um dos Grupos apresentaram um Projeto de Pesquisa, conforme segue no Quadro 3.

Quadro 3. Projetos de pesquisa desenvolvidos e apresentados pelos alunos.

G	PROJETOS APRESENTADOS	F
R		O
U		R

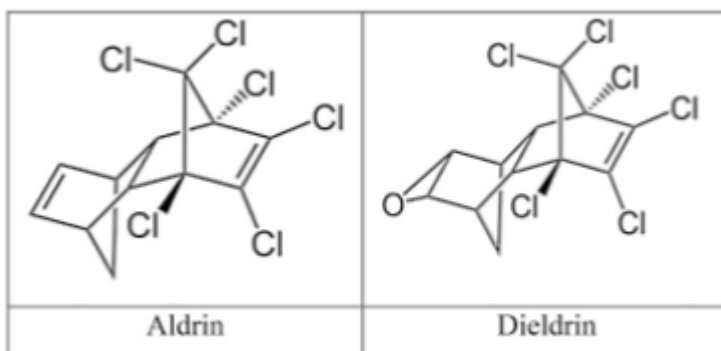
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

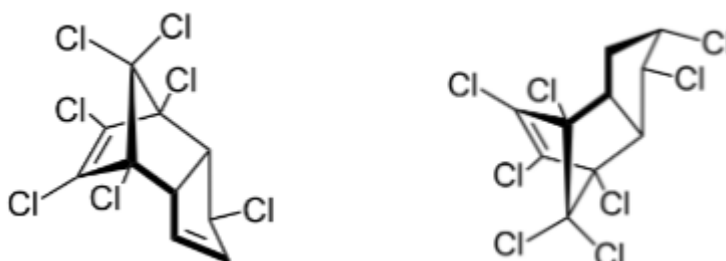
P O S		M A D E A P R E S E N T A Ç Ã O
1	Importância da Reação Diels-Alder na produção de inseticidas como o Aldrin e Dieldrin: Histórico, reações, utilização e efeitos nocivos ao ambiente.	B a n n er

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672



2 Processo de produção dos inseticidas “duros” clordane e heptacloro: síntese e importância industrial.



P
o
w
er
P
oi
nt

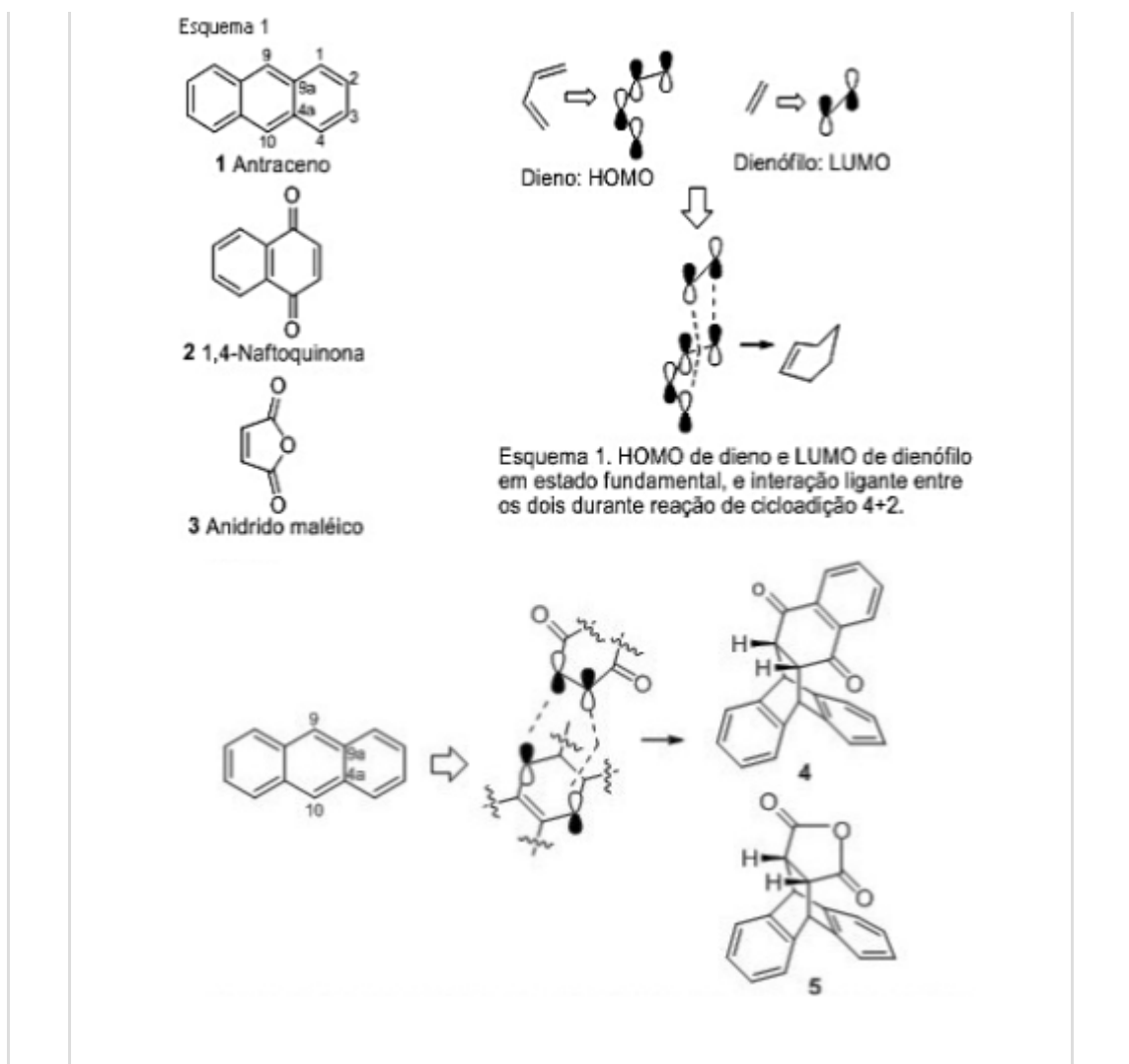
3 Sintetizar no laboratório compostos orgânicos a partir da reação de Diels-Alder a partir do antraceno, 1,4-naftoquinona e anidrido maléico, de acordo com o trabalho publicado no 53º Congresso Brasileiro de Química realizado no Rio de Janeiro/RJ, de 14 a 18 de Outubro de 2013.

ISBN: 978-85-85905-06-4.

B
a
n
n
er

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672



Fonte: Os autores.

A apresentação de projetos científicos é fundamental no ensino de Química, pois transforma o aprendizado de uma disciplina frequentemente percebida como abstrata e teórica em uma experiência prática, engajadora e completa. Ao ir além da teoria, os alunos se tornam participantes ativos do processo de construção do conhecimento, e não apenas meros receptores de informações. Percebeu-se claramente que através da apresentação dos

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Projetos científicos que os alunos aplicaram diretamente as teorias e metodologias aprendidas em sala de aula, buscando solucionar problemas concretos e aplicação das reações Diels-Alder em contexto real na indústria química. Isso torna conceitos abstratos, como reações químicas, mais tangíveis e fáceis de compreender.

Ao desenvolver e apresentar um projeto, os alunos são incentivados a pensar de forma criativa, formular hipóteses, analisar dados e solucionar problemas que possam surgir durante o processo. Isso aprimora significativamente a capacidade de raciocínio crítico. O processo de pesquisa e apresentação ensina aos alunos a base do método científico, incluindo a formulação de questões, o desenho de experimentos, o controle de variáveis e a análise de resultados.

5. CONSIDERAIS FINAIS

O trabalho aqui apresentado tem como principal objetivo tornar significativa a aprendizagem ao aluno. Sendo assim, a proposta procura entender quem é o aluno contemporâneo, quais são suas necessidades, por quais meios esse aluno se comunica e o que pode fazer a diferença em suas relações socioemocionais.

Assim, entendemos que a metodologia OKR elevou o engajamento dos alunos na absorção da aprendizagem em sala de aula e o entendimento efetivo das reações Diels-Alder e sua aplicabilidade no processo produtivo. A aplicação da OKR teve como propósito focar justamente na geração e na responsabilização do aluno em fazer parte do processo, do mesmo modo que

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

ocorre no mundo corporativo. Com isso conseguimos observar que a possibilidade estratégica de planejamento e engajamento da aprendizagem em sala de aula depende da motivação do aluno em aprender e que esta depende da maneira como o docente conduz o processo.

Como resultado, após a aplicação da metodologia em sala de aula, pudemos constatar que: a dinâmica da aula proporcionou que os alunos pudessem contribuir na construção do conteúdo e ao mesmo tempo interagirem com as diversas vertentes debatidas; suas respostas expuseram a profundidade dos conhecimentos dos alunos quanto ao conteúdo; ocorreu uma significativa elevação na compreensão do conteúdo e um maior engajamento de participação durante as aulas.

Assim sendo, as melhores práticas continuarão a evoluir à medida que os praticantes dominem a capacidade em assumir os riscos, o professor na disciplina e no ambiente acadêmico é importante, mas não é único detentor do conhecimento, e, portanto, precisa saber trabalhar simultaneamente com os alunos na relação processo de Ensino/Aprendizagem e processo de avaliação dessa aprendizagem (KAMAT, 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Ana Rosa. Alfabetização: livro do professor Brasília. FUNDESCOLA/SEFMEC, 2000.

DOERR, John. Avalie O Que Importa: Como o Google, Bono Vox e a Fundação Gates sacudiram o mundo com os OKRs. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2019.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

KAMAT, Venkatesh. Agile Manifesto in Higher Education. IEEE Fourth International Conference on Technology for Education, 2012.

KRAUSE, Walther; KRAUSE, Werther; KRIEGER, Carla; PATANÉ, Victor, et. al. Jornada OKR na prática. Rio de Janeiro: BRASPORT Livros e Multimídia Ltda., 2022.

MUNIZ, Antonio; KRIEGER, Carla; PATANÉ, Victor; KRAUSE, Walther; KRAUSE, Werther. Jornada OKR na Prática. Unindo práticas e experiências que potencializam resultados. Rio de Janeiro: Brasport, 2022.

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: kmininel17@gmail.com

² Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Mestre em Química (PPGQUIM/UNESP - Araraquara-SP). E-mail: silvana.mininel@ub.edu.br