

Investigação de capítulos do livro: Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história para o Ensino de Química através da Análise do Discurso de Bakhtin

Investigation of chapters from the book: Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história for the Teaching of Chemistry through the Analysis of Bakhtin's Discourse

Investigación de capítulos del libro: Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história para la Enseñanza de la Química a través del Análisis del Discurso de Bakhtin

Natália Matos Sanglar Costa

Programa de Pós Graduação em Ensino de Biociências e Saúde [IOC-FIOCRUZ], RJ, Brasil

 <https://orcid.org/0009-0008-8492-3051>

E-mail de correspondência: nataliamatos7@gmail.com

Recebido em: 11 dez 2024 • Aceito em: 26 jun 2025 • Publicado em: 29 jul 2025

DOI: 10.12957/impacto.2025.88557

Resumo

No Ensino Formal, as disciplinas são ensinadas em um viés conteudista, muitas vezes desconsiderando o conhecimento científico como construção coletiva, fruto de conflitos e negociações. Em especial, na disciplina de Química, em que muitos temas possuem símbolos, fórmulas e equações, se o professor não considerar o contexto daquele saber, os alunos podem ficar com a falsa ideia de que a ciência é neutra. O livro *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história* contém uma contextualização histórica e social por trás das substâncias químicas, sendo uma obra com potencial de ser utilizada nas escolas para desconstruir a ideia de neutralidade da ciência. Uma investigação de dois capítulos deste livro, segundo a análise do discurso de Bakhtin, demonstra que vários conteúdos de Química Orgânica, como Fórmula estrutural, Classificação de cadeias carbônicas e Funções orgânicas, além da explicação das cores de algumas



substâncias, podem ser ensinadas de modo a considerar o contexto histórico e social. Além disso, verifica-se um encontro entre duas linguagens a princípio distantes: a da Química e a da História, o que contribui para fomentar um diálogo necessário entre essas áreas. Com essa abordagem, espera-se que professores e pesquisadores se sintam incentivados a promover um ensino que não seja exclusivamente conteudista, mas que instigue o pensamento crítico do estudante.

Palavras-chave: Ensino de Química. Química Orgânica. Bakhtin. Napoleão.

Abstract

In Formal Education, the subjects are often taught with a bias influenced by content writers, which frequently neglects scientific knowledge derived from collective construction, product of conflicts and negotiations. This is particularly evident in the subject of chemistry, where many topics involve symbols, formulas, and equations. If teachers do not consider the context of this knowledge, students may develop the misleading notion that science is neutral. The book *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história* has a contextualization historical and social contextualization of chemical substances, making it a valuable resource for schools to challenge the idea of scientific neutrality. An inquiry into two chapters of this book, analyzed through Bakhtin's theory of discourse, reveals that various topics in organic chemistry—such as structural formulas, classification of carbon chains, and organic functions—can be taught in a manner that incorporates historical and social contexts. Furthermore, this approach bridges two seemingly disparate fields: chemistry and history, fostering a necessary dialogue between them. By adopting this perspective, it is hoped that educators and researchers will be inspired to promote an education that transcends mere content delivery and encourages critical thinking among students.

Keywords: Chemistry teaching. Organic Chemistry. Bakhtin. Napoleão.

Resumem

En la Enseñanza Formal, las asignaturas se enseñan desde un enfoque orientado al contenido, a menudo desconsiderando el conocimiento científico como una construcción colectiva, fruto de conflictos y negociaciones. Especialmente en la asignatura de Química, en la que muchos temas tienen símbolos, fórmulas y ecuaciones, si el profesor no considera el contexto de ese saber, los estudiantes pueden quedarse con la falsa idea de que la ciencia es neutra. El libro *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história* contiene una contextualización histórica y social detrás de las sustancias químicas, siendo una obra con el potencial de ser utilizada en las escuelas para deconstruir la idea de neutralidad de la ciencia. Una investigación de dos capítulos de este libro, según el análisis del discurso de Bakhtin, demuestra que varios contenidos de Química Orgánica, como la Fórmula estructural, la Clasificación de cadenas carbónicas y las Funciones orgánicas, además de la explicación de los colores de algunas sustancias, pueden ser enseñados considerando el contexto histórico y social. Además, se observa un encuentro entre dos lenguajes



aparentemente distantes: el de la Química y el de la Historia, lo que contribuye a fomentar un diálogo necesario entre estas áreas. Con este enfoque, se espera que los docentes e investigadores se sientan motivados a promover una enseñanza que no sea exclusivamente orientada al contenido, sino que estimule el pensamiento crítico de los estudiantes.

Palabras-clave: Enseñanza de la Química. Química Orgánica. Bakhtin. Napoleão.

INTRODUÇÃO

O conhecimento acumulado na área de Química, bem como em qualquer outra área científica, é resultado de vários embates ao longo da história, com conflitos de interesses, validações dentro da comunidade científica, transformações e impactos sociais e culturais (Latour, 2000).

No entanto, dentro do Ensino Formal, a Química é ensinada como uma disciplina focada em conteúdos. Por exemplo, uma fórmula ou equação química que surgiu como resultado de vários anos de discussão aparece no quadro como se fosse algo neutro e irrefutável. Isso apenas estimula os alunos a decorarem os termos, sem criarem consciência de como funciona a cultura científica e de que a construção do conhecimento científico é pautada por constantes conflitos e negociações, nas quais estão presentes elementos políticos, econômicos, sociais e culturais (Latour; Woolgar, 1997).

O Ensino de Ciências precisa ser realizado com um objetivo de formar cidadãos críticos, capazes de julgar as informações recebidas e tomar decisões conscientes (Sasseron, 2015). Pensando na Química, o estudante que aprende essa disciplina precisa não só perceber que os conhecimentos advindos dessa área estão presentes no seu cotidiano, como nos produtos que utiliza, nos alimentos que consome e nas reações do corpo humano, mas entender que são saberes negociados por uma cultura e construídos historicamente, com maneiras de interpretar a natureza (Franciso Junior, 2018).

Nesse sentido, na obra *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história* (Couteur; Burreson, 2006), os autores relacionam com maestria os conhecimentos acumulados da Química com o contexto histórico e social, evidenciando que a Química, assim como qualquer ciência, não é neutra. Para esse artigo, foram selecionados os capítulos 9 e 10 do livro, pensando no ensino voltado para Química Orgânica, destacando os temas mais presentes e o contexto da época de desenvolvimento daquele saber.

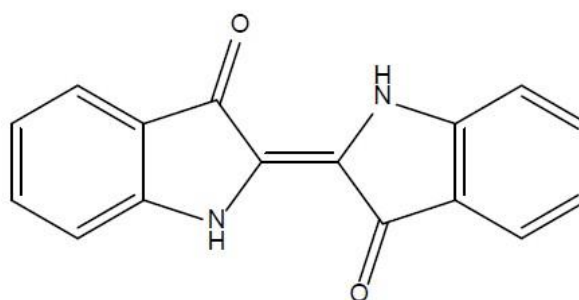


CAPÍTULO 9 - CORANTES: A QUÍMICA DOS CORANTES

Em cerca de 3000 a.C., principalmente na China, acontecia a extração de substâncias corantes de raízes, folhas e cascas de plantas, porém essas tinturas não eram muito consistentes nas roupas, fazendo com que elas desbotassem ao serem lavadas. Desde épocas antigas, uma cor muito valorizada era o azul, difícil de ser encontrada em plantas, sendo a fonte mais conhecida a *Indigofera tinctoria*, uma leguminosa que fornecia uma substância que, após fermentada em condições adequadas, demonstrava a cor azul índigo (Almeida; Martinez; Pinto, 2017).

O índigo não é somente o nome da cor, mas também da molécula de coloração azul. Sua estrutura pode ser encontrada na figura 1:

Figura 1
Fórmula estrutural da molécula índigo



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

No entanto, para que a molécula índigo seja extraída, é necessário que a planta passe por um processo de fermentação em meio básico (que contém substâncias básicas, geralmente com a presença do ânion OH⁻), seguido de oxidação no ar (Araújo, 2006). Esse fato demonstra a importância do conhecimento de reações químicas para as transformações da humanidade, com a obtenção de uma coloração desejada através de um processo químico.

Mas existe um fator determinante para que as moléculas apresentem cor ou não? As substâncias coloridas possuem um arranjo de átomos de tal forma que ocorre a absorção de comprimentos de onda definidos do espectro visível e a cor que é vista é relativa ao comprimento de onda que é refletido pela molécula (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Por exemplo, um objeto é preto quando todos os comprimentos de onda do visível são absorvidos, branco quando nenhum é absorvido e azul quando somente o laranja é absorvido, uma vez que é a cor complementar ao azul.



Se fosse absorvido roxo, a cor refletida seria o amarelo. Um círculo de cores pode ser observado na figura 2, sendo a cor complementar aquela localizada no lado oposto da circunferência.

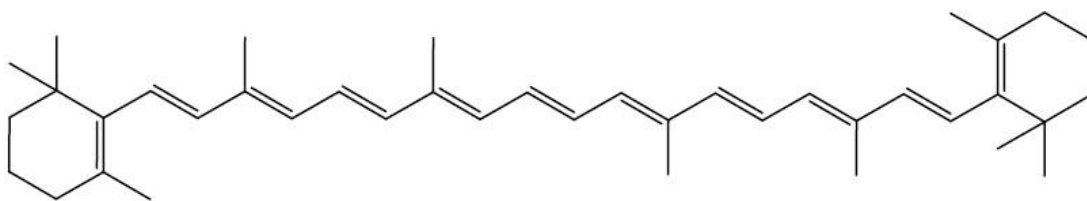
Figura 2
Círculo de cores



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colorwheel.svg>, 2024

Analisando quimicamente, o que as moléculas com cores apresentam em comum são ligações duplas (formadas pelo compartilhamento de dois pares de elétrons e representadas por um traço duplo na estrutura) alternadas com ligações simples (formadas pelo compartilhamento de um par de elétrons e representadas por um único traço) (Martins; Sucupira; Suarez, 2015). Um dos exemplos mais famosos é da molécula de β -caroteno de cor laranja presente na cenoura (figura 3).

Figura 3
Fórmula estrutural do β -caroteno



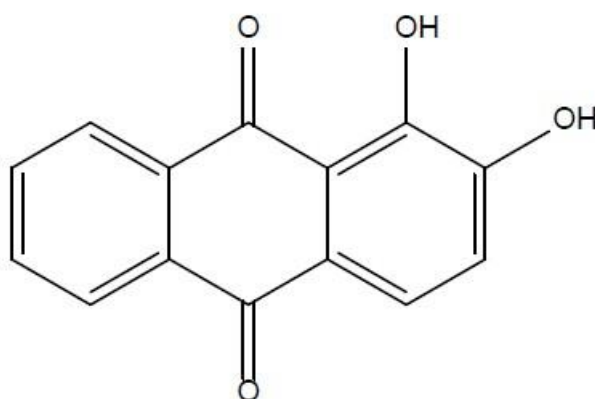
Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Além do índigo, outras substâncias tiveram um papel importante na história como corantes naturais. Um exemplo é a Alizarina, que possivelmente foi utilizada em 320 a.C. por Alexandre Magno nas roupas de combatentes para atrair a tropa inimiga. Isso foi possível porque essa molécula



tem a coloração vermelha, semelhante ao sangue, o que confundiu os soldados que acreditavam estarem lutando contra pessoas já feridas e frágeis (Couteur; Burreson, 2006 apud Bernardes, 2012).

Figura 4
Fórmula estrutural da Alizarina

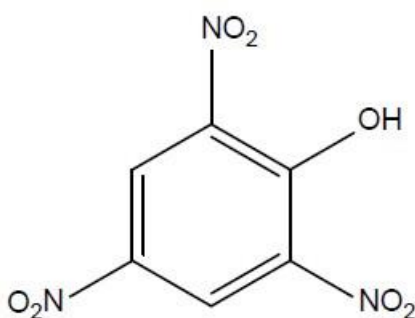


Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

É importante notar que, assim como o índigo e o β -caroteno, a Alizarina possui ligações duplas alternadas com ligações simples, fator essencial na estrutura de uma molécula para que ela apresente cor.

Além desses corantes naturais, corantes sintéticos começaram a ser produzidos no final do século XVIII, sendo a molécula pioneira o ácido pícrico ou trinitrofenol, de cor amarela. No entanto, essa substância tinha um sério problema que passou a inviabilizar seu uso como tintura: ela era explosiva.

Figura 5
Fórmula estrutural ácido pícrico



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

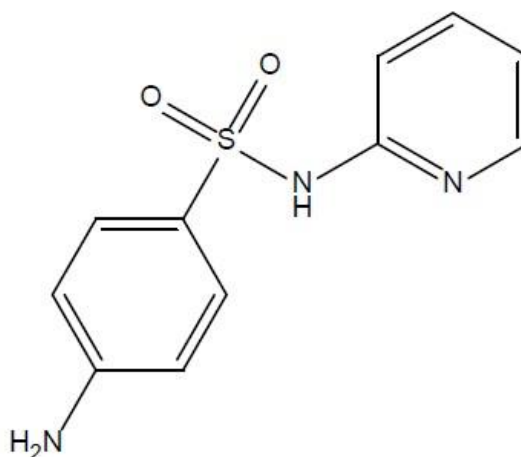


Devido a característica perigosa dessa substância, começaram a ser pesquisados outros compostos que poderiam ser sintetizados como corantes de forma segura e a nação que mais se desenvolveu nesse sentido foi a Alemanha. O país, com a cooperação entre universidades e indústria, conseguiu produzir não só os corantes desejados, mas também outras moléculas importantes como remédios, sendo o primeiro fármaco a aspirina.

CAPÍTULO 10 - REMÉDIOS MILAGROSOS

O avanço científico, em especial na área de Química, no século XX, continuou contribuindo para mudanças na sociedade, principalmente na saúde das pessoas, através do desenvolvimento de medicamentos importantíssimos como os antibióticos, representados inicialmente pela classe de moléculas conhecidas como sulfas ou sulfanilamidas (Pereira; Andrade; Abreu, 2021). Esse nome é derivado de sulphur, palavra do latim usada para se referir ao elemento enxofre (de símbolo S) (Machado; Assai, 2022), comum nessas substâncias usadas como antibióticos. A figura 6 a seguir ilustra a sulfapiridina, usada para tratar pneumonia.

Figura 6
Fórmula estrutural da sulfapiridina



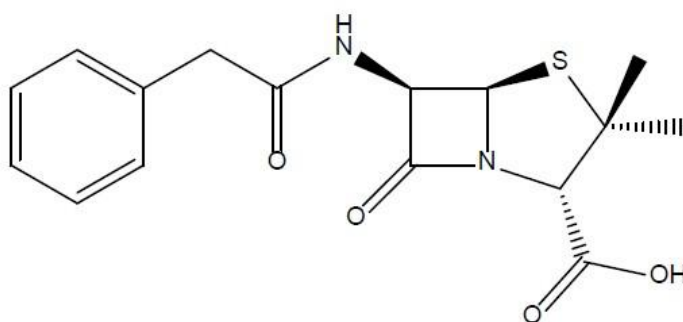
Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

No entanto, de maneira análoga ao ácido pícrico, que poderia ser utilizado como corante, mas era explosivo, os compostos conhecidos como sulfas produziam efeitos colaterais nocivos, atacando principalmente os rins, o que impulsionou os pesquisadores a tentarem sintetizar moléculas que exercessem a mesma função benéfica da sulfa, porém com toxicidade menor.



Já no final do século XIX, um composto originado do fungo *Penicillium*, descoberto por Louis Pauster e denominado de penicilina anos depois, em 1928, por Alexander Fleming, se mostrou como potencial para combater doenças bacterianas, e com baixos efeitos colaterais se comparado com as sulfas (Souza; Costa Junior; Pinto, 2024). O desafio foi conseguir sintetizar essa substância, uma vez que sua estrutura química não era conhecida, sendo desvendada somente em 1946 e sintetizada em 1947. Atualmente, essa substância é conhecida como penicilina G ou Benzilpenicilina, ela atua destruindo a parede celular de um grande grupo de bactérias e sua administração é intravenosa (Mota; Porto, 2023).

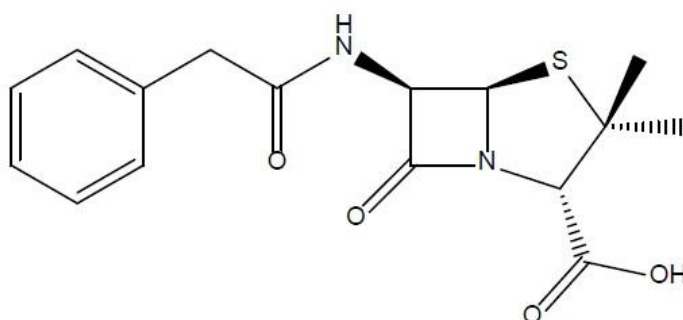
Figura 7
Fórmula estrutural da penicilina G



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Existem outros tipos de penicilina com atuação um pouco diferente e formas de administração diversas, além de uma estrutura química levemente distinta. As mais conhecidas, além da penicilina G, são a penicilina V e a ampicilina (Tibúrcio, 2021). É interessante observar as semelhanças entre as estruturas dessas três moléculas.

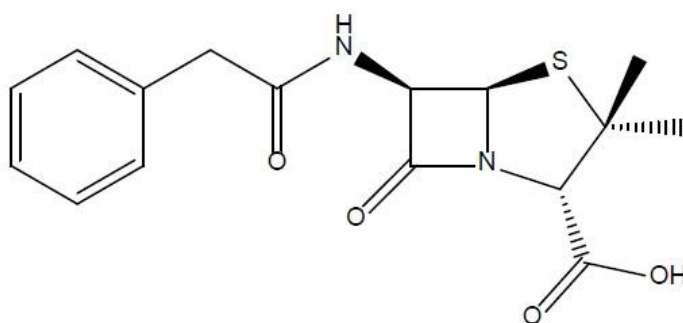
Figura 8
Fórmula estrutural da penicilina V



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025



Figura 9
Fórmula estrutural da ampicilina



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

ENSINO DE QUÍMICA

Pensando em conteúdos de Química que podem ser ensinados utilizando esses capítulos como base, destacam-se: Fórmula estrutural, Classificação de cadeias carbônicas e Funções orgânicas. No capítulo 9, o tema científico principal foi as cores das substâncias e a explicação para isso foi apresentada ao longo do texto. Os outros conteúdos, que podem ser explorados através dos dois capítulos, são detalhados a seguir.

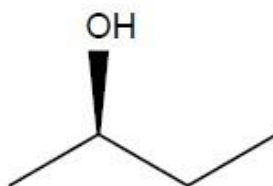
Fórmula Estrutural

A fórmula estrutural de uma molécula é uma representação da maneira que seus átomos se ligam entre si e se organizam no espaço (Solomons; Fryhle; Snyder, 2018). É importante lembrar que cada átomo é representado por um símbolo, composto geralmente por uma ou duas letras, como H para Hidrogênio, O para Oxigênio e Ar para Argônio, e a ligação entre os átomos é indicada por uma linha, duas ou três, de acordo com o número de par de elétrons compartilhado.

Uma linha indica uma ligação simples, com apenas um par de elétrons compartilhados, duas uma ligação dupla, com dois pares de elétrons compartilhados e três uma ligação tripla, com três pares de elétrons compartilhados. Outra importante característica da fórmula estrutural é a representação em três dimensões (3D) do arranjo espacial dos átomos. As linhas simples indicam que os átomos estão no plano representado, enquanto uma linha cheia traz a perspectiva do átomo na frente do plano e uma linha não contínua representa o átomo atrás do plano.

**Figura 10**

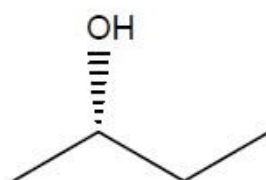
Fórmula estrutural do butan-2-ol, com OH para frente do plano



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Figura 11

Fórmula estrutural do butan-2-ol, com OH para trás do plano

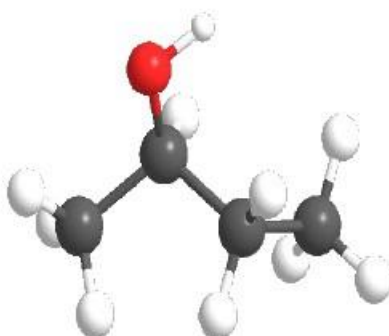


Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

A figura 11 é a representação da mesma molécula, porém o OH, nesse caso, está para trás do plano. As figuras 12 e 13 demonstram a estrutura em 3D da molécula, com o OH para frente e para trás do plano, respectivamente.

Figura 12

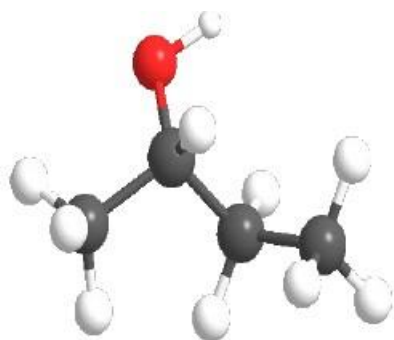
Estrutura em 3D do butan-2-ol, com OH para frente do plano



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025



Figura 13
Estrutura em 3D do butan-2-ol, com OH para trás do plano



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Esse tipo de representação também pode ser visualizado nas figuras 7, 8 e 9, nas estruturas das moléculas de penicilina G e V e ampicilina.

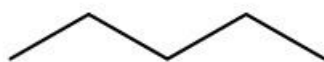
CLASSIFICAÇÃO DAS CADEIAS CARBÔNICAS

Cadeias carbônicas são as ligações consecutivas entre átomos de carbono em uma molécula orgânica. Elas podem ser classificadas em: aberta ou fechada, normal ou ramificada, homogênea ou heterogênea, saturada ou insaturada (Mcmurry, 2017).

Cadeia Aberta ou Fechada

Uma cadeia de átomos de carbono aberta é aquela que não fecha um ciclo, formando um polígono, como é o caso da fechada. As figuras 14 e 15 são exemplos de moléculas com cadeias carbônicas aberta e fechada, respectivamente.

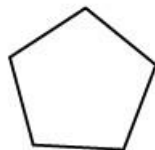
Figura 14
Molécula de pentano, representando cadeia aberta



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

**Figura 15**

Molécula de ciclopentano, representando cadeia fechada



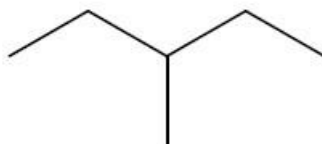
Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Cadeia Normal ou Ramificada

Uma cadeia carbônica normal é aquela em que existem somente carbonos primários (ligados a somente um outro carbono) ou secundários (ligados a dois outros carbonos) e apresenta apenas duas extremidades. Já a cadeia carbônica ramificada possui ramificações e contém átomos de carbono terciários (ligados a três outros átomos de carbono) e/ou quaternários (ligados a quatro outros átomos de carbono). Nas figuras a seguir, é possível ver um exemplo de cadeia ramificada, com a fórmula estrutural da molécula de 3-metil-pentano, e de cadeia normal, com a molécula de hexano.

Figura 16

Molécula de 3-metil-pentano, representando cadeia ramificada



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Figura 17

Molécula de hexano, representando cadeia normal



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

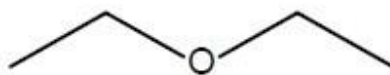


Cadeia Homogênea ou Heterogênea

O termo homogêneo se refere a algo com aspecto regular, uniforme. Já o termo heterogêneo é o oposto, indicando algum tipo de descontinuidade. Aplicando esse raciocínio às cadeias carbônicas, se torna intuitivo compreender essa classificação, pois cadeias carbônicas homogêneas são aquelas em que só existem átomos de carbono ligados entre si na cadeia principal (aquela com maior número de carbonos) e cadeias carbônicas heterogêneas possuem um átomo diferente de carbono (heteroátomo) entre carbonos.

Figura 18

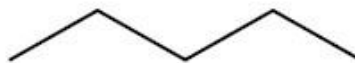
Molécula de éter etílico, representando cadeia heterogênea



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Figura 19

Molécula de pentano, representando cadeia homogênea



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

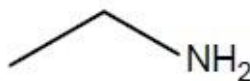
Funções Orgânicas

As moléculas orgânicas são agrupadas em funções orgânicas, que nada mais são que organizações específicas de átomos que caracterizam aquela função (Usberco; Salvador, 2019). Como exemplo, serão elencadas as funções que aparecem nas estruturas dos antibióticos anteriormente apresentados.

A função amina se caracteriza pela presença de um átomo de nitrogênio (símbolo N) ligado a um carbono ou entre carbonos. As moléculas a seguir ilustram a presença da função amina.

**Figura 20**

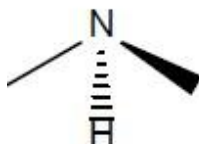
Molécula de etilamina, representando a função amina



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Figura 21

Molécula de dimetilamina, representando a função amina

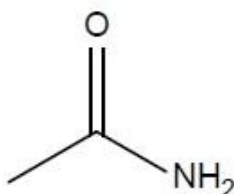


Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Também existe uma função orgânica semelhante a amina, chamada de amida. Nessa função, o nitrogênio está ligado a um átomo de carbono que faz ligação dupla com oxigênio, como no exemplo a seguir:

Figura 22

Molécula de etanamida, representando a função amida



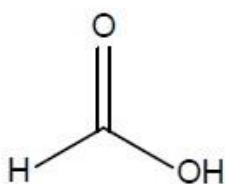
Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025



A função amida também apresenta semelhança com a função chamada de ácido carboxílico. A característica dessa função é a existência de um átomo de carbono fazendo uma ligação dupla com um átomo de oxigênio e uma ligação simples como o grupo hidroxila (OH).

Figura 23

Molécula de ácido fórmico, representando a função ácido carboxílico

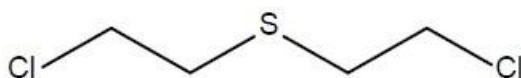


Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Uma outra função recorrente na estrutura molecular dos antibióticos é o tioéter, marcada pela presença de um átomo de enxofre (símbolo S) entre átomos de carbono. Essa função é pouco estudada nas escolas, mas está presente numa molécula famosa e popularmente conhecida como gás mostarda, muito utilizada em guerras e em algumas manifestações para conter a multidão (Rosado et al, 2020). A estrutura dessa molécula, formalmente denominada de 2-cloroetilsulfanil-2-cloroetano, pode ser visualizada a seguir:

Figura 24

Molécula de 2-cloroetilsulfanil-2-cloroetano, representando a função

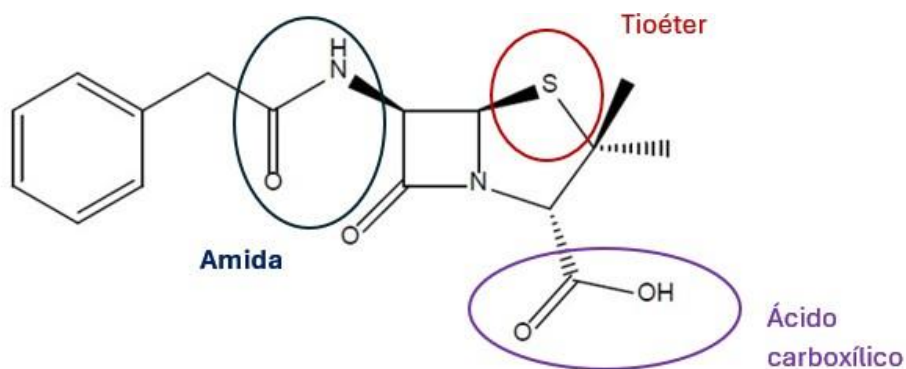


Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Ao observar a estrutura da penicilina G, na figura 7, é possível verificar a presença das seguintes funções orgânicas: amida, tioéter e ácido carboxílico, que são destacadas na figura 25.

Figura 25

Fórmula estrutural da penicilina G, com funções orgânicas destacadas

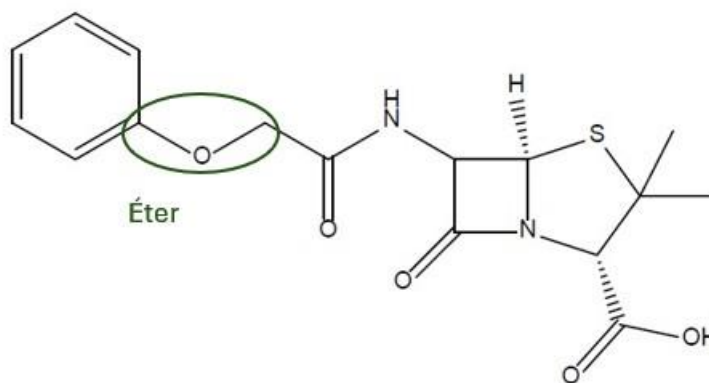


Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Já no caso da penicilina V, que tem sua estrutura molecular representada na figura 8, além dessas funções, também existe a função éter, evidenciada na figura 26.

Figura 26

Fórmula estrutural da penicilina V, com a função éter destacada



Fonte: própria, baseada no programa ChemDraw, 2025

Quanto às classificações de cadeia carbônica, todas as moléculas apresentadas na análise do capítulo 10, das figuras 6 a 9, possuem cadeia carbônica heterogênea, pela presença dos átomos de nitrogênio (N) e enxofre (S) na cadeia principal, e cadeia mista, ou seja, com uma parte aberta e outra fechada. Com exceção da sulfapiridina (figura 6), todas as demais moléculas do capítulo em questão apresentam cadeia ramificada.



SUGESTÕES DE ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS

Para que o educador de Química aproveite os temas do livro analisado para promover um ensino não conteudista, seguem algumas sugestões de estratégias pedagógicas, considerando os assuntos de Química citados.

Características das Substâncias que apresentam cores

Como atividade em sala de aula, considerando uma turma de terceira série do Ensino Médio, o professor de Química pode levar trechos do capítulo 9 do livro investigado com informações sobre os corantes citados. Após leitura conjunta com a turma, podem ser apresentadas imagens das cores do índigo, do β -caroteno e da Alizarina e relacionar essas cores com a estrutura de cada molécula, sem oferecer a resposta, mas sim instigando os alunos a pensar o que essas estruturas têm em comum e se tem como saber qual substância apresenta qual cor.

Essa dinâmica segue a seguinte estruturação: o professor mostra em slides ou cola no quadro as imagens impressas das estruturas das moléculas e as cores, de forma não relacionada. Primeiro, os estudantes devem responder qual substância tem qual cor, sem consultar o livro. Depois de ouvir essa resposta, o educador esclarecerá qual a cor que cada substância apresenta e que isso não é possível de saber unicamente ao olhar a fórmula estrutural, sendo necessárias algumas análises de laboratório que permitem identificar qual cor é absorvida por aquela molécula e, conseqüentemente, a cor refletida.

Após esse primeiro esclarecimento, os alunos serão questionados sobre a característica comum das estruturas das três moléculas. Caso não se chegue a um consenso, o professor indicará que se trata da presença de ligações duplas alternadas com ligações simples e instigará os estudantes a pesquisarem outras moléculas que também têm esse tipo de estrutura, bem como a cor que ela apresenta e seu uso na História ou no dia a dia. Essa pesquisa poderá ser feita na escola, caso exista a possibilidade de uso de computadores ou celulares com internet ou em casa.

Os alunos apresentarão as conclusões de suas pesquisas na aula seguinte, em grupos de até quatro pessoas, indicando o que mais chamou atenção. Ao final da breve explanação de cada grupo, terá, na mesa do professor, ao alcance dos alunos, alguns copos com água, pequenos frascos de tinta de diferentes cores e pincéis. Cada grupo escolherá até duas cores para misturar na água, sendo que precisará escrever no quadro a cor resultante, as substâncias envolvidas na cor e suas estruturas. Para



essa última informação, o educador pode auxiliar, caso não seja possível a pesquisa rápida no momento da aula.

A quantidade de grupos, de frascos de tinta e de copos com água vai depender do número de alunos das turmas. Essas dinâmicas podem auxiliar o processo de aprendizagem dos estudantes sobre o tópico das cores das substâncias, além de tirá-los da posição passiva de apenas receber as informações e estimulá-los a relacionar os conceitos de Química com situações do cotidiano e em um contexto histórico.

Antibióticos e Funções Orgânicas

Como é possível perceber pelas estruturas dos antibióticos anteriormente representados nas figuras 7, 8 e 9, na análise do capítulo 10, eles possuem funções orgânicas em comum, as quais amida, ácido carboxílico e tioéter. Para uma atividade em sala de aula, o professor de Química pode utilizar a gamificação, uma metodologia ativa, que se caracteriza por colocar o aprendiz como protagonista, enquanto o papel do educador é de facilitador da aprendizagem (Pereira, 2012 *apud* Lovato *et al*, 2018).

O jogo contará com cartas com duas faces. Em uma delas estará desenhada a estrutura da função orgânica e na outra o nome dela. Além das funções orgânicas mais comuns, que incluem amida e ácido carboxílico, outras menos recorrentes estarão nas cartas, como tioéter. A turma será separada em seis grupos e cada grupo receberá cinco cartas de um total de 30, sendo que existem cartas repetidas. Para cada rodada, um grupo escolhe uma carta e lê o que está escrito na primeira face, tentando logo em seguida responder o que está na outra face, anotando em um papel e expondo para a turma. Os outros grupos determinarão se a resposta está correta ou não e o professor deverá esclarecer as dúvidas e equívocos. Cada vez que o grupo acerta a própria carta, recebe um ponto, anotado no quadro pelo educador.

Após todas as cartas se esgotarem ou o tempo de aula estiver se encerrando, o professor irá recolher todas as cartas e escrever no quadro os nomes das três funções orgânicas presentes nos antibióticos: amida, ácido carboxílico e tioéter, numeradas respectivamente de um a três, além das estruturas da penicilina G, penicilina V e ampicilina. Os estudantes serão questionados sobre a localização das funções orgânicas em cada molécula, identificando adequadamente com os números, que o professor indicará no quadro.

Depois de identificar cada uma das funções orgânicas, o professor fará uma breve explicação sobre a utilidade e origem de cada antibiótico, citando trechos do capítulo 10 do livro *Os botões de*



Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história e sugerindo que os alunos pesquisassem em outras fontes mais informações sobre a descoberta dessas substâncias e sua importância atualmente, para exporem em grupos na próxima aula.

BAKHTIN E OS BOTÕES DE NAPOLEÃO: AS 17 MOLÉCULAS QUE MUDARAM A HISTÓRIA

Considerando um enunciado como composto de enunciados anteriores (Bakhtin, 2011), verifica-se que o livro é marcado por textos que relacionam a Química com o contexto histórico, caracterizado por um encadeamento de acontecimentos feitos por pessoas, com diferentes perspectivas e diversas épocas, com interesses e motivações, ressignificadas constantemente pelo contato social e a linguagem.

A linguagem é, naturalmente, uma construção social, composta por signos que refletem a realidade (Bakhtin, 2006). Nesse sentido, cada disciplina possui seus signos característicos de sua linguagem, sendo a Química uma área repleta de equações e fórmulas químicas, e a História ensinada por meio de textos em prosa e algumas imagens, fatos que parecem tornar difícil a comunicação entre essas duas disciplinas.

No entanto, no livro analisado, os autores evidenciam as relações entre essas duas áreas aparentemente distantes, mostrando suas interseções através do contexto, das motivações das pessoas envolvidas e utilizando um elemento da linguagem comum às duas áreas: a palavra. Ela assume um sentido dentro do contexto (Bakhtin, 2006), como é o exemplo de trinitrofenol, que pode significar um corante se pensado no século XVIII, mas um explosivo atualmente.

Seguindo esse raciocínio, uma frase obtém significado de acordo com o enunciado, que é intrinsecamente contextualizado (Brait, 2005). Por exemplo, mais do que apenas representar a estrutura química da molécula de sulfapiridina e solicitar aos alunos que identifiquem suas funções orgânicas, é interessante indicar que essa substância, que salvou muitas vidas, foi sintetizada como um desenvolvimento da indústria de corantes, ilustrando que a ciência é construída coletivamente e muitas vezes por meio de caminhos inimagináveis.

Assim, para os estudantes que tiveram essa contextualização, a frase: “a sulfapiridina é um antibiótico” vai significar não apenas uma molécula eficaz contra bactérias, mas uma molécula que surgiu como resultado de ambições e investigações pregressas que impactaram a sociedade. É



importante destacar que o conhecimento científico é construído por meio de interações discursivas, isto é, por enunciados influenciados por outros, marcando o dialogismo das comunicações (Bakhtin, 2011).

Todas as moléculas apresentadas aqui são consideradas orgânicas, por possuírem o elemento carbono, de símbolo C. É interessante chamar atenção para a importância desse elemento para os seres vivos, já que o carbono faz parte de processos essenciais como a fotossíntese, reação de síntese de glicose e geração de energia para os vegetais, além da liberação de oxigênio, vital para a maioria das formas de vida.

Além de fazer parte do ciclo natural, o carbono está presente na constituição de várias substâncias sintetizadas em laboratório, como os antibióticos, que são indispensáveis para o tratamento de algumas doenças. Ademais, outros tipos de moléculas com carbono fazem parte do princípio ativo de corantes, plásticos e outros produtos do dia a dia. Nesse sentido, o autor Primo Levi faz uma comparação ao tratar do carbono:

A cada duzentos anos, todo átomo de carbono que não esteja congelado em materiais já estáveis (como, exatamente, o calcário, o carvão, o fósfil, o diamante ou certas matérias plásticas) entra ou volta a entrar no ciclo da vida, através da porta estreita da fotossíntese. Existem outras portas? Sim, algumas sínteses criadas pelo homem; constituem um título de nobreza para o homo faber, mas até o momento sua importância quantitativa é desprezível (Levi, 1994, p.231).

Nesse trecho do livro *A Tabela Periódica* (Levi, 1994), é realizado um paralelo entre as modificações que o ser humano faz na natureza, através do conhecimento e da tecnologia, transformando a matéria para as diversas necessidades, e os processos naturais. Aqui, estabelece-se um diálogo entre uma das obras de Primo Levi e o livro analisado, considerando que, graças ao desenvolvimento da ciência, se tornou possível a síntese de substâncias que resultaram em benefícios para a saúde humana e modificaram o modo de vida.

Isso marcou uma era tecnológica com alguns malefícios também, como indicado em tom de crítica no termo *homo faber*, que por sua vez remete às diferentes transformações e avanços graduais, como o desenvolvimento de remédios após os corantes.

Já que o dialogismo é uma das bases das ideias de Bakhtin (Bakhtin, 2011), é interessante evidenciar com mais exemplos as relações dialógicas entre Química e História presentes no livro analisado. No capítulo 10, sobre medicamentos, os autores relatam as dificuldades encontradas para que os químicos conseguissem desvendar a estrutura da penicilina (Couteur; Burreson, 2006). Os



cientistas trabalharam nisso durante a Segunda Guerra Mundial, mas a estrutura da molécula só foi estabelecida em 1946, quando a guerra já havia terminado.

É importante mencionar que a Segunda Guerra Mundial, ao mesmo tempo que trouxe destruição e tristezas, também foi uma época de desenvolvimento científico como resultado de interesses e necessidades, tanto para o aprimoramento bélico como para o tratamento de feridos dos combates, como o caso da penicilina que passou a substituir o fenol na aplicação em regiões do corpo infectadas (Araújo, 2013).

Um fato curioso digno de ser citado é que, enquanto alguns químicos estavam em laboratórios de alta tecnologia realizando suas pesquisas, um químico padecia nessa mesma época de pungentes tormentos nos campos de concentração nazistas de Auschwitz: Primo Levi, também escritor, além de químico, mencionado anteriormente nas considerações sobre o elemento carbono. No ano de descoberta da estrutura da penicilina, Primo Levi já tinha conseguido regressar à sua casa e iniciava seu ofício de escrita motivado pelas cruciantes lembranças de suas experiências da guerra (Levi, 1997).

Ainda considerando o contexto da Segunda Guerra Mundial e os campos de concentração de Auschwitz, vale mencionar que algumas indústrias químicas foram construídas nas dependências desses campos, para produção de borracha e óleo sintéticos (Lisboa, 2012), e a força de trabalho era composta pelos prisioneiros. É bem provável que Primo Levi trabalhasse em uma dessas fábricas, já que há relatos de que seu conhecimento de químico foi aproveitado forçosamente em laboratórios de Auschwitz (Levi, 1994).

No século XX, a Alemanha praticamente dominava a indústria de corantes, que, com o advento da Primeira Guerra Mundial, foi impulsionada a produzir outros produtos como explosivos, gases venenosos e remédios (Couteur; Burreson, 2006). Para tal realização, foi necessário o uso de conhecimento científico, principalmente químico, e uma consequência disso foi o desenvolvimento da indústria de Química Orgânica.

Com esses exemplos, é notável um diálogo entre duas áreas a princípio distantes, Química e História, estabelecendo-se uma conexão entre elas. Isso resulta em uma interação de valores, com o enaltecimento de conhecimentos muitas vezes relegados a segundo plano (Brait; Stella, 2021), como comumente acontece entre as ciências da área de humanas em comparação com as da área de exatas.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação dos capítulos 9 e 10 do livro: Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história (Couteur; Burreson, 2006) mostra a existência de várias relações entre os conhecimentos de Química e o contexto histórico, com exemplos de surgimento de novas substâncias como resultado de pesquisas motivadas por uma necessidade da época. Esses exemplos são potenciais para ensinar Química de maneira a considerar os processos de construção do conhecimento científico e formar estudantes com um olhar crítico pela Química e não simples reprodutores de equações e fórmulas.

Além de compreender o contexto de surgimento de um conhecimento e a natureza processual do saber científico, os estudantes que tiverem uma aula com os exemplos deste livro podem aprender os conteúdos de Química pertinentes aos temas, como Fórmula estrutural, Classificação de cadeias carbônicas e Funções orgânicas. Esses conteúdos são próprios da área de Química Orgânica e pode ser ensinado tanto no Ensino Médio como Ensino Superior, dependendo da abordagem que o professor irá escolher e da necessidade do segmento de Ensino.

Apesar dos capítulos enfatizarem termos da Química e essa análise resultar em desdobramentos de conteúdos de Química Orgânica, outras abordagens são possíveis, a depender da interpretação do leitor. Os conteúdos detalhados facilitam a compreensão para pessoas de diferentes áreas das ciências e podem servir de inspiração para outras reflexões, na área de Biologia, Física, História e outras quais for, já que a comunicação é dialógica.

Outra percepção importante com a investigação desses capítulos foi o encontro entre linguagens que dificilmente se comunicam, pelo menos no Ensino Formal, que é a linguagem da Química com a linguagem da História. Essa aproximação é necessária para romper com um ensino exclusivamente conteudista e fomentar uma aprendizagem crítica, consciente dos processos da ciência, mas sem negligenciar a aprendizagem de conteúdo.

Como o discurso é inerentemente dialógico, cada leitor tem uma resposta ativa (Stella; Brait, 2021) e isso enriquece e certifica o conhecimento científico pelas trocas discursivas. Assim, espera-se que essas reflexões estimulem pesquisadores e educadores a planejarem um ensino contextualizado, na área de Química e em diversas áreas.



AGRADECIMENTOS

Agradecimento à CAPES pelo fomento e à Amanda Cristina Nascimento Rangel pelas imagens do programa ChemDraw.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.; MARTINEZ, S.; PINTO, A. (2017) Química de produtos naturais: plantas que testemunham histórias. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 3, p. 1117-1153. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170068>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- ARAÚJO, A. (2012) *As doenças infecciosas e a História dos Antibióticos*. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2012. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/entities/publication/274d5094-0026-476f-8727-c0b2c02c8831>. Acesso em: 23 abr. 2025
- ARAÚJO, M. (2006) Corantes naturais para têxteis—da antiguidade aos tempos modernos. *Conservar património*, n. 3-4, p. 39-51.
- ATKINS, P; JONES, L; LAVERMAN, L. (2018) *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. [S.I]: Bookman.
- BAKHTIN, M. (2006) *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 12ª Ed. São Paulo: Hucitec.
- _____. (2011) *Estética da criação verbal*. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes.
- BERNARDES, B. (2012) *Síntese de derivados das quinonaslapachol, α -e β -lapachona, Explorando o sistema quinônico*. 2012. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Orgânica, Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro, Seropédica. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/handle/jspui/3530>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- BRAIT, B (2005) *Bakhtin: conceitos-chave*. São Paulo: Contexto.
- COUTEUR, P.; BURRESON, J. (2006) *OS BOTÕES de NAPOLEÃO*: as 17 moléculas que mudaram a história. [S.I]: Zahar.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. (2018) *Ciência em verso e prosa: acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar)*. São Carlos: Pedro & João Editores.
- LATOUR, B; WOOLGAR, S. (1997) *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- LATOUR, B. (2000) *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Unesp.
- LEVI, P. (1994) *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará.
- LEVI, P. (1997) *A trégua*. São Paulo: Companhia das Letras.
- LISBOA, J. (2012) *ADINÂMICA ECONÔMICA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E FARMACÊUTICA DURANTE O SÉCULO XX NOS EUA E EUROPA*. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Inovação



Biofarmacêutica, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8ZSQ62>. Acesso em: 23 abr. 2025

LOVATO, F *et al.* (2018) Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 2, p. 154-171. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690>. Acesso em: 28 Maio. 2024.

MACHADO, M; ASSAI, N. (2022) Trajetória hipotética de aprendizagem para o ensino de óxidos. In: I Congresso Internacional de Educação em Ciências e Matemática & II Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 1, 2, 2022, Porto Alegre. *Anais [...]* Porto Alegre, PUCRS. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/anais/1687/assets/edicoes/2022/comp-list-docs.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MARTINS, G; SUCUPIRA, R.; SUAREZ, P. (2015) A Química e as Cores. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 4, p. 1508-1534. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150082>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MCMURRY, J. (2017) *Química Orgânica*. 9 ed. v.1. [S.I]: Cengage Learning.

MOTA, A; SOUZA, M. (2023) “Um mundo assombrado por demônios”: a história da descoberta e desenvolvimento dos antibióticos. 2023. 54 f. Monografia (Especialização) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/17911>. Acesso em: 10 dez.2024.

PEREIRA, T; ANDRADE, L; ABREU, T. (2021) O farmacêutico frente ao risco do uso irracional de antibióticos. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 7, n. 9, p. 483-501. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2231>. Acesso em: 12 dez. 2024.

ROSADO, V *et al.* (2020) Produção de vídeos no Ensino de Bioquímica e Química Orgânica. *Revista de Ensino de Bioquímica*, v.20, n.1, p.1-20. Disponível em: <https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/872>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SASSERON, L.H. (2015) Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, n.especial, p. 49-67. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/33492>. Acesso em: 10 dez.2024.

SOLOMONS, T.; FRYHLE, C.; SNYDER, S. (2018) *Química Orgânica*. 12. ed. [S.I]: Ltc.

STELLA, P.; BRAIT, B. (2021) Tensão e produção de sentidos em Bakhtin e o Círculo. *Linguagem em (Dis) curso*, v. 21, n.1, p. 151-169. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ld/a/Vgpz5tcH8pPkqR3p3BGfHVy/?lang=pt>. Acesso em: 10 Dez. 2024.

SOUZA, L; COSTA JUNIOR, F; PINTO, E. (2024) O uso racional de antibióticos na odontologia. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v.10, n.11, p.3422-3440. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16725>. Acesso em: 10 dez.2024.

TIBÚRCIO, A *et al.* (2021) Influência de antimicrobianos na expressão de genes de virulência associados à produção de biofilme em *Enterococcus faecalis*. 2021. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba. Disponível em: <https://bdtd.ufmt.edu.br/handle/123456789/1363>. Acesso em: 10 dez.2024.

USBERCO, J; SALVADOR, E. (2019) *Química*. 13. ed. v.3 [S.I]: Saraiva Didáticos.