

ORGANIZADORAS

Natalia Neves Macedo Deimling

Daniela Aline Barancelli

ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

propostas de planos de aula
para a educação básica

ORGANIZADORAS

Natalia Neves Macedo Deimling

Daniela Aline Barancelli

ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

propostas de planos de aula
para a educação básica

• São Paulo • 2024 •



DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

E59

Ensino de Química na perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica: propostas de planos de aula para a educação básica / Organização Natalia Neves Macedo Deimling, Daniela Aline Barancelli. – São Paulo: Pimenta Cultural, 2024.

Livro em PDF

ISBN 978-85-7221-113-0

DOI 10.31560/pimentacultural/978-85-7221-113-0

1. Ensino de Química. 2. Didática. 3. Química Orgânica.
4. Planejamento. I. Deimling, Natalia Neves Macedo (Org.).
II. Barancelli, Daniela Aline (Org.). (Org.). III. Título.

CDD 547

Índice para catálogo sistemático:

I. Química Orgânica

Simone Sales – Bibliotecária – CRB: ES-000814/0

Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2024 as autoras.

Copyright da edição © 2024 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons:

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - (CC BY-NC-ND 4.0).

Os termos desta licença estão disponíveis em:

<<https://creativecommons.org/licenses/>>.

Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural.

O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

Direção editorial	Patricia Biegging Raul Inácio Busarello
Editora executiva	Patricia Biegging
Coordenadora editorial	Landressa Rita Schiefelbein
Assistente editorial	Júlia Marra Torres
Estagiária editorial	Ana Flávia Pivisan Kobata
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Naiara Von Groll
Edição eletrônica	Andressa Karina Voltolini Milena Pereira Mota
Estagiárias em edição	Raquel de Paula Miranda Stela Tiemi Hashimoto Kanada
Imagens da capa	Everton Koloche Mendes Barbosa
Tipografias	Acumin, Gobold Extra2, Rockwell
Revisão	As autoras
Organizadoras	Natalia Neves Macedo Deimling Daniela Aline Barancelli

PIMENTA CULTURAL

São Paulo • SP

+55 (11) 96766 2200

livro@pimentacultural.com

www.pimentacultural.com



2 0 2 4

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Doutores e Doutoradas

Adilson Cristiano Habowski
Universidade La Salle, Brasil

Adriana Flávia Neu
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Adriana Regina Vettorazzi Schmitt
Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

Aguimario Pimentel Silva
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Alaim Passos Bispo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Alaim Souza Neto
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Knoll
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Regina Müller Germani
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Aline Corso
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Aline Wendpap Nunes de Siqueira
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Ana Rosângela Colares Lavand
Universidade Federal do Pará, Brasil

André Gobbo
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Andressa Wiebusch
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Andreza Regina Lopes da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Angela Maria Farah
Universidade de São Paulo, Brasil

Anísio Batista Pereira
Universidade do Estado do Amapá, Brasil

Antonio Edson Alves da Silva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Antonio Henrique Coutelo de Moraes
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil

Arthur Vianna Ferreira
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Ary Albuquerque Cavalcanti Junior
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Asterlindo Bandeira de Oliveira Júnior
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Bárbara Amaral da Silva
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Bernadette Beber
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Caio Cesar Portella Santos
Instituto Municipal de Ensino Superior de São Manuel, Brasil

Carla Wanessa do Amaral Caffagni
Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Adriano Martins
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Carlos Jordan Lapa Alves
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Caroline Chioquetta Lorenset
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Cássio Michel dos Santos Camargo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Faced, Brasil

Christiano Martino Otero Avila
Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Cláudia Samuel Kessler
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Cristiana Barcelos da Silva.
Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Cristiane Silva Fontes
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Daniela Susana Segre Guertzenstein
Universidade de São Paulo, Brasil

Daniele Cristine Rodrigues
Universidade de São Paulo, Brasil

Dayse Centurion da Silva
Universidade Anhanguera, Brasil

Dayse Sampaio Lopes Borges

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Diego Pizarro

Instituto Federal de Brasília, Brasil

Dorama de Miranda Carvalho

Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Edson da Silva

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

Elena Maria Mallmann

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Eleonora das Neves Simões

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Eliane Silva Souza

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Elvira Rodrigues de Santana

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Éverly Pegoraro

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fábio Santos de Andrade

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Fabrcia Lopes Pinheiro

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Felipe Henrique Monteiro Oliveira

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fernando Vieira da Cruz

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Gabriella Eldereti Machado

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Germano Ehlert Pollnow

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Geymeesson Brito da Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin Franchi

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Handerson Leylton Costa Damasceno

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Hebert Elias Lobo Sosa

Universidad de Los Andes, Venezuela

Helciclever Barros da Silva Sales

Instituto Nacional de Estudos

e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasil

Helena Azevedo Paulo de Almeida

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Hendy Barbosa Santos

Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Humberto Costa

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Igor Alexandre Barcelos Graciano Borges

Universidade de Brasília, Brasil

Inara Antunes Vieira Willerding

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Jaziel Vasconcelos Dorneles

Universidade de Coimbra, Portugal

Jean Carlos Gonçalves

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Jocimara Rodrigues de Sousa

Universidade de São Paulo, Brasil

Joelson Alves Onofre

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Jónata Ferreira de Moura

Universidade São Francisco, Brasil

Jorge Eschriqui Vieira Pinto

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Juliana de Oliveira Vicentini

Universidade de São Paulo, Brasil

Julierme Sebastião Morais Souza

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Junior César Ferreira de Castro

Universidade de Brasília, Brasil

Katia Bruginski Mulik

Universidade de São Paulo, Brasil

Laionel Vieira da Silva

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Leonardo Pinheiro Mozdzenski

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Lucila Romano Tragtenberg

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Lucimara Rett

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Manoel Augusto Polastreli Barbosa

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marcelo Nicomedes dos Reis Silva Filho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Marcio Bernardino Sirino

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Marcos Pereira dos Santos

Universidad Internacional Iberoamericana del Mexico, México

Marcos Uzel Pereira da Silva

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Maria Aparecida da Silva Santandel
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Cristina Giorgi
*Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca, Brasil*

Maria Edith Maroca de Avelar
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Marina Bezerra da Silva
Instituto Federal do Piauí, Brasil

Mauricio José de Souza Neto
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele Marcelo Silva Bortolai
Universidade de São Paulo, Brasil

Mônica Tavares Orsini
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Nara Oliveira Salles
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Neli Maria Mengalli
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Patricia Biegging
Universidade de São Paulo, Brasil

Patricia Flavia Mota
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Raul Inácio Busarello
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Roberta Rodrigues Ponciano
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Robson Teles Gomes
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil

Rodiney Marcelo Braga dos Santos
Universidade Federal de Roraima, Brasil

Rodrigo Amancio de Assis
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Rodrigo Sarruge Molina
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rogério Rauber
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Rosane de Fatima Antunes Obregon
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Samuel André Pompeo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Sebastião Silva Soares
Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Silmar José Spinardi Franchi
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Simone Alves de Carvalho
Universidade de São Paulo, Brasil

Simoni Urnau Bonfiglio
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Stela Maris Vaucher Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Tadeu João Ribeiro Baptista
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Taíza da Silva Gama
Universidade de São Paulo, Brasil

Tania Micheline Miorando
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tarcísio Vanzin
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Tascieli Feltrin
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tayson Ribeiro Teles
Universidade Federal do Acre, Brasil

Thiago Barbosa Soares
Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Thiago Camargo Iwamoto
Universidade Estadual de Goiás, Brasil

Thiago Medeiros Barros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Tiago Mendes de Oliveira
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil

Vanessa Elisabete Raue Rodrigues
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Vania Ribas Ulbricht
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Wellington Furtado Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Wellton da Silva de Fatima
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Yan Masetto Nicolai
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

Alessandra Figueiró Thornton
Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Alexandre João Appio
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Bianka de Abreu Severo
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Carlos Eduardo Damian Leite
Universidade de São Paulo, Brasil

Catarina Prestes de Carvalho
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil

Elisiene Borges Leal
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elizabeth de Paula Pacheco
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Elton Simomukay
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Francisco Geová Goveia Silva Júnior
Universidade Potiguar, Brasil

Indiamaris Pereira
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Jacqueline de Castro Rimá
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Lucimar Romeu Fernandes
Instituto Politécnico de Bragança, Brasil

Marcos de Souza Machado
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele de Oliveira Sampaio
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Pedro Augusto Paula do Carmo
Universidade Paulista, Brasil

Samara Castro da Silva
Universidade de Caxias do Sul, Brasil

Thais Karina Souza do Nascimento
Instituto de Ciências das Artes, Brasil

Viviane Gil da Silva Oliveira
Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Weyber Rodrigues de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

William Roslindo Paranhos
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

SUMÁRIO

Natalia Neves Macedo Deimling
Daniela Aline Barancelli

Apresentação 10

CAPÍTULO 1

Adil de Souza Oliveira Junior
Julia Maria Viudes Costa
David Lucas Zegolan Marcondes

Boldina:

um chá de boldo contra a má digestão
e seus benefícios para a saúde 28

CAPÍTULO 2

Kátia Aparecida de Souza
Samantha Garcia Roceti

Cúrcuma, o pó dourado do açafreão-da-terra:

propriedades químicas e atividades biológicas 47

CAPÍTULO 3

Andrea Rocha Ferreira
Everton Koloche Mendes Barbosa

Ácido tioglicólico:

menos rugas, mais cachos – qual a química envolvida? 67

CAPÍTULO 4

Erick Rocatelli
Rafael Rocha Ferreira

A química dos adoçantes..... 82

CAPÍTULO 5

Bruno Pereira Gabriel
Mayara Fernanda Strada

Metanfetamina:

descongestionante nasal ou droga
estimulante? Uma questão de isomeria **103**

CAPÍTULO 6

Vinicius Augusto de Melo Gomes

O enxofre nas funções orgânicas **113**

CAPÍTULO 7

Ana Carolina Piccinini Bonfim
Andressa Amaral

Corantes **133**

Sobre as organizadoras **147**

Sobre os autores e as autoras **148**

Índice remissivo **152**

APRESENTAÇÃO

Esta obra reúne sete capítulos elaborados e apresentados por estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Campo Mourão, no âmbito das disciplinas Didática Geral e Química Orgânica Teórica 2 entre os anos de 2015 e 2019. Cada capítulo contempla um plano de aula ou de unidade¹ referente aos conteúdos trabalhados na disciplina de Química do ensino médio.

A Química Orgânica é uma divisão na área da Química e estuda os compostos de carbono, que apresentam grande relevância, especialmente por estarem envolvidos em muitos processos que sustentam a vida no planeta e por estarem presentes em muitas moléculas, especialmente nos heterociclos, que possuem importantes propriedades biológicas ou farmacológicas (Khan; Zaib; Ibrar, 2020; AL-Mulla, 2017; Patil; Yamamoto, 2008).

Constantemente estamos em contato com compostos de carbono, presentes em nossas vidas muito mais do que imaginamos. Um exemplo é o ácido desoxirribonucleico (DNA), uma molécula que contém a nossa informação genética. As enzimas são moléculas orgânicas com a função específica de acelerar as reações químicas nas células e regular as reações que ocorrem em nosso corpo. Outros exemplos de compostos orgânicos incluem o petróleo e seus derivados combustíveis (gasolina, etanol, diesel), os medicamentos, que na sua maioria são de origem orgânica (natural ou sintética), o algodão (origem natural) o poliéster (origem sintética), entre outros (Bruice, 2006). Assim, o conhecimento sobre a importância dos compostos

1

Nesta obra o plano de unidade corresponde a um conjunto de aulas.

orgânicos em nossas vidas é essencial, podendo despertar nos estudantes da educação básica o interesse por esta área da Química.

Este material foi elaborado a partir da parceria entre duas unidades curriculares do curso de Licenciatura em Química: Didática Geral e Química Orgânica Teórica 2, as quais, entendidas como dois campos do conhecimento que possuem conteúdos estruturantes e quadros teóricos conceituais próprios, visam trabalhar um mesmo conteúdo, tema ou atividade numa perspectiva dialógica. Neste caso, os conteúdos específicos trabalhados tanto em Didática Geral como em Química Orgânica Teórica 2 foram acionados para fundamentar e subsidiar uma atividade teórico-prática proposta aos estudantes que é comum às duas disciplinas, a saber: a elaboração de um plano de aula e seu desenvolvimento em forma de regência. Com essa iniciativa, o conteúdo de estudo (neste caso particular, o plano de aula/unidade) foi abordado na articulação entre esses dois campos do saber cujos conceitos, teorias e práticas enriqueceram e ampliaram ainda mais a sua compreensão.

Tal atividade, intencional e diretiva, foi trabalhada a partir de duas perspectivas. Em uma delas, os alunos receberam um tópico específico de conteúdo e, a partir dele, exploraram os tópicos gerais ou temas, abordando-os sob diferentes dimensões. Na outra, eles tiveram como ponto de partida temas atuais que deveriam ser problematizados e abordados a partir de diferentes tópicos de conteúdos específicos trabalhados na disciplina de Química do ensino médio, com ênfase em Química Orgânica, comumente trabalhada nos terceiros anos desta etapa da escolarização básica. Muitos dos temas foram obtidos ou inspirados a partir da revista *Química Nova na Escola* ou na página Química Nova Interativa². A fundamentação teórica para a organização desses planos de aula/unidade foi a Pedagogia Histórico-Crítica, teoria que defende o papel e a importância da educação escolar na compreensão da prática social global e no processo de transformação social.

2

Revista *Química Nova na Escola*. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/>; e Química Nova Interativa, disponível em <https://www.facebook.com/qnint>. Acessos em: 15 dez. 2021.

Idealizada por Dermeval Saviani, a Pedagogia Histórico-Crítica é sustentada na ideia de que o conhecimento está comprometido com a emancipação das pessoas e com sua liberdade intelectual e política. Ao considerar os conteúdos escolares dentro de uma análise concreta das relações econômicas, sociais e culturais que envolvem a prática escolar, essa teoria visa contribuir efetivamente para a formação de sujeitos críticos, tendo na escola o elemento-chave para formação cultural por meio da socialização do conhecimento científico/filosófico historicamente produzido (Saviani, 2009; 2011; 2014).

Fundamentada no Materialismo Histórico-Dialético, a Pedagogia Histórico-Crítica entende a relação dialética entre educação e sociedade e defende que, apesar de elemento determinado pela estrutura de poder que compõe a sociedade de classes, a educação e, em particular, a educação escolar, não deixam de influenciar o elemento determinante, apresentando-se como um instrumento importante e decisivo no processo de transformação social. Trata-se de uma teoria revolucionária e, portanto, crítica, decididamente empenhada em colocar a educação a serviço da transformação das relações de produção (Saviani, 2009; 2014).

Consciente da desigualdade estrutural que constitui a sociedade de classes, a Pedagogia Histórico-Crítica defende que o processo educativo deve possibilitar a passagem da desigualdade real para a igualdade possível. Segundo Saviani (2009), a educação democrática deve apresentar-se, portanto, como possibilidade no ponto de partida e como realidade no ponto de chegada pela mediação da educação. Aí reside a importância da educação escolar: na socialização do conhecimento. “É realizando-se na especificidade que lhe é própria que a educação cumpre sua função política” (Saviani, 2009, p. 70).

Considerando esses princípios, a Pedagogia Histórico-Crítica parte de três momentos que constituem o método dialético (prática-teoria-prática) para a proposição e desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem:

síntese-análise-síntese. A partir desse método, esta teoria defende que a ação pedagógica deve ter como ponto de partida e de chegada a prática social dos homens historicamente situados.

Todos os planos de aula/unidade aqui apresentados têm como base os fundamentos da Pedagogia Histórico-Crítica, uma das cinco teorias pedagógicas trabalhadas na disciplina de Didática Geral do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão (UTFPR-CM)³. A opção por essa teoria para subsidiar a elaboração dos planos de aula se justifica tanto por seu compromisso com a apropriação e a socialização do conhecimento de forma engajada, crítica e problematizadora quanto por se constituir ao longo das últimas quatro décadas como um dos principais referenciais teóricos que fundamentam as discussões sobre formação docente, prática pedagógica e currículo escolar da educação básica no Brasil.

Os planos de aula ou de unidade se apresentam neste livro como ideias e alternativas a professores e futuros professores para o desenvolvimento dos temas e tópicos de conteúdos específicos de Química neles abordados. Todavia, entendendo o processo de ensino-aprendizagem como algo situado, desenvolvido em condições e contextos variados e distintos, torna-se imprescindível a adequação desse material à realidade na qual ele poderá ser utilizado. É importante reforçar que um plano de aula ou de unidade corresponde ao nível de maior detalhamento e objetividade do processo de planejamento de ensino, fundamental para a realização de uma prática pedagógica intencional, mas não sendo, por si só, suficiente. Todo planejamento de ensino só ganha sentido quando posto em desenvolvimento, sendo readequado e reinterpretado à luz das condições objetivas e subjetivas que dão base para a realização da *práxis* educativa.

3

As teorias trabalhadas nesta disciplina são: Pedagogia Tradicional; Escola Nova / Construtivismo; Pedagogia Tecnicista; Pedagogia Libertadora e Pedagogia Histórico-Crítica. Nela são também abordadas as chamadas teorias crítico-reprodutivistas (Saviani, 2009), as quais deram base para o desenvolvimento das teorias críticas de educação no Brasil.

Considerando o plano de aula/unidade enquanto elemento concreto de formação e ação docente para o desenvolvimento de uma prática pedagógica consciente, articulada, crítica e transformadora, como, então, ele pode ser formulado? Quais elementos devem constituir um planejamento que tenha como base uma teoria crítica de educação? Primeiramente, é preciso elaborar um planejamento que tenha por objetivo a compreensão, por parte dos estudantes, dos conteúdos a partir das diversas dimensões que compõem a prática social, despojando-os de sua forma naturalizada, pronta e imutável. Da mesma forma, é preciso considerar os conteúdos escolares dentro de uma análise concreta das relações econômicas, sociais e culturais que envolvem a prática escolar, defendendo o papel da escola e do currículo na formação cultural e na socialização do conhecimento científico/filosófico em termos reais e não apenas formais.

Gasparin (2012), em seu livro *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*, empreende o esforço de explicar e esmiuçar no que consiste cada um dos cinco momentos pedagógicos propostos por esta teoria. Trata-se de uma obra que se apresenta como uma das primeiras tentativas de se traduzir a Pedagogia Histórico-Crítica em uma Didática, sem desconsiderar, todavia, o movimento interno que articula a passagem de um momento pedagógico a outro e sem desarticulá-los de seu objetivo. Como ressaltam Lavoura e Ramos (2020), ao contrário de tentar traduzir os momentos pedagógicos a um passo a passo sem intencionalidade, acabando por transformar a concepção dialética em uma didática abstrata, generalizada e passível de ser aplicada de maneira universal - independente de quem aplica, quem aprende ou com qual finalidade o faz -, a necessidade é compreender o movimento interno que articula a passagem de um momento a outro, jamais desapropriando-o da visão sociopolítica que essa teoria carrega e de seus princípios fundamentais (Lavoura e Ramos, 2020). Assim, ainda que organizados a partir dos cinco momentos pedagógicos, os planos de aula/unidade aqui apresentados se propõem a apontar caminhos para uma pedagogia viva e dialética e que, por esse motivo, precisa nos oferecer bases para atuarmos numa escola concreta.

Ao entender a educação como uma mediação no interior da prática social que se constitui, ao mesmo tempo, como ponto de partida e de chegada da ação educativa, o primeiro momento do método proposto pela Pedagogia Histórico-Crítica, denominado Prática Social consiste na identificação da forma como a prática social se apresenta na sociedade atual, sendo, pois, comum a professores e alunos (Saviani, 2014; Gasparin, 2012). Ainda que comum, a prática social é vivenciada de maneira diferenciada por professores e estudantes, uma vez que, para os primeiros, ela se apresenta enquanto síntese (precária) e, para os segundos, enquanto síncrese⁴.

Segundo Gasparin (2012), no início do plano de aula/unidade é preciso que o professor especifique o título da aula ou da unidade que será trabalhada, o objetivo geral - considerando o que se espera que os estudantes aprendam ao término desta(s) aula(s) - e os tópicos do conteúdo que serão abordados com seus respectivos objetivos específicos. Além disso, para Gasparin (2012), convém que o(a) professor(a) indique os prerrequisitos, ou seja, aquilo que os estudantes já precisam ter adquirido em termos de conhecimento para a compreensão mais ampla do(s) conteúdo(s) que está(ão) sendo proposto(s), bem como o que o professor imagina que os alunos já saibam (hipóteses) sobre este tema/contéudo (conhecimento empírico) e o que podem apresentar como dúvidas e curiosidades ao longo da(s) aula(s) sobre os tópicos que serão trabalhados.

4 Para Saviani (2009), a diferença entre os dois posicionamentos (de professores e alunos) se deve ao fato de o professor, antes de iniciar seu trabalho com os alunos, já ter realizado o planejamento de suas atividades e vislumbrar todo o caminho a ser percorrido, possuindo, assim, uma visão de síntese de todo o processo. Todavia, essa síntese não deixa de ser precária, uma vez que, por mais bem elaborado que esteja seu planejamento (cujo instrumento se apresenta flexível e passível de alterações ao longo do processo) e por mais articulados que sejam os conhecimentos e experiências que possui relativamente à prática social, o professor não tem plena consciência dos níveis de compreensão dos estudantes no ponto de partida senão de maneira hipotética. Ao contrário, a compreensão dos alunos é sincrética uma vez que, por mais conhecimentos e experiências que possuam, sua condição de estudantes implica uma dificuldade, no ponto de partida, de articulação da experiência pedagógica com a prática social em suas múltiplas e diferentes dimensões, o que implica ir além da percepção e da realidade imediata.

Com estas informações iniciais, o professor tem condições, ainda que de maneira precária, de melhor direcionar o processo de ensino-aprendizagem de maneira intencional, considerando o domínio pedagógico e de conteúdo necessário para o melhor alcance dos objetivos traçados e o contexto em que este processo se desenvolve.

Feita a identificação da forma como a prática social se apresenta aos diferentes sujeitos, faz-se necessário o levantamento dos problemas que dela emanam e que necessitam ser resolvidos em seu âmbito, o que implica, como consequência, pensar quais conhecimentos são necessários dominar para compreender criticamente esses problemas (Saviani, 2009; 2014). Para Gasparin (2012), a problematização implica um desafio: a criação de uma necessidade para que o aluno se interesse pelo conhecimento. Para tanto, é importante que o professor elabore ou sistematize algumas questões relativas a cada tópico de conteúdo proposto no plano de aula/unidade ou de ordem geral que envolvam todo o conteúdo ou tema⁵. Em suma, o objetivo da problematização ao longo da aula deve ser, por meio de questionamentos relacionados ao conteúdo/tema, o de indicar as razões pelas quais ele deve ser apropriado pelos alunos, evidenciando-lhes, na articulação e na transição entre teoria e prática, sua importância e função social. Por fazer parte de um todo articulado, a problematização deve evidenciar as diferentes dimensões sob as quais o conteúdo pode ser compreendido a partir e na relação com a prática social. É importante, todavia, que professor selecione aquilo que é fundamental, dado o recorte do conteúdo feito no plano de aula/unidade e os objetivos nele traçados (Gasparin, 2012). Assim, o papel da problematização deve ser o de despertar nos estudantes a consciência crítica sobre o que ocorre na sociedade em relação àquele conteúdo ou tema proposto para o estudo, bem como o

5 Segundo Gasparin (2012), como, normalmente, os alunos não têm o hábito de trabalhar com esse método, a discussão inicial sobre a prática social pode permanecer em um nível bastante superficial. É necessário, então, que o professor tenha previamente elaborado questões que suscitem nos alunos o interesse pelo conteúdo que será abordado.

de explicitar a relação deste com a realidade social, configurando-se, portanto, como o início do processo de análise no método dialético.

No plano de aula/unidade, o momento da problematização pode ser apresentado por meio de questões norteadoras referentes aos tópicos de conteúdos que serão trabalhados (Gasparin, 2012). A partir da identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, identificados no debate sobre o conteúdo/tema no âmbito da prática social, e buscando superar uma prática pedagógica pragmática e imediatista, o professor pode transformar esse debate em questões problematizadoras, a fim de expandir os conhecimentos dos estudantes e articulá-los à prática social mais ampla, em suas diferentes dimensões (conceitual, científica, histórica, política, ambiental, econômica, social, entre outras).

Uma vez identificados os problemas, é necessário selecionar os instrumentos que possibilitem sua compreensão e enfrentamento. Chega-se, então, como defende Saviani (2009; 2014), ao terceiro momento do método pedagógico, que consiste na Instrumentalização, a qual envolve a apropriação, por parte dos estudantes e pela mediação do professor, dos conhecimentos culturais produzidos socialmente e preservados historicamente pela humanidade, relacionados ao conteúdo/tema de estudo, e que tenham o potencial de responder aos problemas levantados no momento da problematização da prática social. Por estar empenhada na superação da sociedade de classes e, portanto, na formação das camadas populares e em sua emancipação cultural, política e social, a Pedagogia Histórico-Crítica apresenta a Instrumentalização como o momento de apropriação dos instrumentos/ferramentas culturais necessárias à luta social que essas camadas travam cotidianamente, tendo em vista sua libertação das condições de exploração em que vivem.

A instrumentalização consiste, pois, no centro do processo pedagógico, sendo o momento em que o conteúdo sistematizado é posto à disposição dos alunos para que o internalizem por meio

do ensino. Neste processo são retomados conhecimentos anteriores e/ou cotidianos a fim de que sejam articulados aos novos conteúdos culturais relacionados ao tema de estudo por meio de sua análise crítica. Para Gasparin (2012, p. 52), “ensinar a pensar criticamente é fazer a ação docente incidir sobre a capacidade do aluno de apropriar-se de forma crítica dos objetos de conhecimento, a partir de um enfoque totalizante da realidade e de sua problematização”. Todavia, como frisa o autor, os conceitos científicos não são apropriados de maneira direta pelos estudantes, nem conceitos cotidianos são substituídos pelos científicos:

É na caminhada dialógico-pedagógica que se dá o encontro das duas ordens de conceitos: os conceitos cotidianos são incorporados e superados pelos científicos. Realizam-se, por intermédio do trabalho coletivo e individual, a interaprendizagem e a intra-aprendizagem (Gasparin, 2009, p. 115).

Assim, tendo como base o método dialético (prática-teoria-prática; tese-antítese-síntese; síncrese-análise-síntese), a instrumentalização, parte constituinte da análise, ilumina, incorpora e supera o conhecimento imediato pela disposição e apropriação do conhecimento sistematizado, favorecendo ao estudante alcançar um nível superior de compreensão da totalidade social.

No plano de aula/unidade, é importante que a instrumentalização apresente um detalhamento tal que permita ao professor (e a quem mais possa interessar) identificar os conteúdos que serão abordados, em suas diferentes dimensões, e a forma como serão trabalhados. Assim, cada tópico de conteúdo listado no início do plano pode ser transcrito neste momento e explicitado: as dimensões do conteúdo que serão abordadas; os conteúdos teórico-práticos e as atividades que serão abordadas em sua sequência; as ações didático-pedagógicas (formas de mediação do professor, dinâmicas, processos e procedimentos que serão utilizados para a discussão do conteúdo nas dimensões indicadas na problematização); e os recursos

humanos e materiais necessários para o trabalho com cada tópico de conteúdo, devendo listar todos os materiais necessários para o alcance dos objetivos específicos da(s) aula(s). Como ressalta Gasparin (2009), é importante que na instrumentalização cada tópico de conteúdo responda às questões que a partir dele foram levantadas, no momento da problematização, ao serem apresentadas suas diferentes dimensões.

Assegurada a instrumentalização dos conhecimentos científicos básicos para a compreensão do conteúdo/tema, chega-se ao quarto momento, que, segundo Saviani (2009; 2014), constitui o ponto culminante do processo educativo: a Catarse. Ao apropriar-se desses instrumentos/ferramentas culturais, é chegado “o momento da expressão elaborada da nova forma de entendimento da prática social a que se ascendeu” (Saviani, 2009, p. 57). Ao basear-se em Gramsci, Saviani (2009) conceitua a Catarse como a “elaboração superior da estrutura em superestrutura na consciência dos homens”, ou seja, como a incorporação dos instrumentos culturais objetivados socialmente de modo que seu significado, que é social, passe a fazer sentido ao sujeito, compondo sua subjetividade e arcabouço cultural para tornar-se elemento ativo de compreensão da realidade e de transformação social.

Tomando como princípio e fundamento o método dialético, Gasparin (2009) descreve a Catarse como o momento em que o estudante, solicitado a mostrar para si e para o professor o quanto e como compreendeu o conteúdo abordado, expressa a passagem da síntese à síntese, da necessidade à liberdade. Ao utilizar-se de uma analogia, Gasparin (2009, p. 129) assim exemplifica este momento:

A Catarse assemelha-se, por isso, a um grito de gol como explosão de uma torcida organizada. É a conclusão de todo um trabalho. Entretanto, o gol começou a acontecer bem antes, quando os jogadores do mesmo time, enfrentando os adversários, começaram a construí-lo a partir do meio do campo. A passagem da bola, de forma eficiente

e adequada, entre as traves é apenas a conclusão de todo o esforço despendido pelos jogadores na busca de seu objetivo. O gol foi construído passo a passo, até sua realização completa, mas ele não aconteceu só no instante final, e sim durante todo o tempo do jogo. Assim é o processo de construção do conhecimento, da apropriação dos conteúdos.

Como ponto culminante do método da Pedagogia Histórico-Crítica, a Catarse representa, pois, a maneira mais elaborada de compreensão, por parte do estudante, do conteúdo/tema internalizado e identificado como elemento constituinte da prática social, expressando uma visão mais ampla e crítica da realidade. Neste momento, o aluno tem condições de comparar o que sabia no início do processo e os novos elementos que foram adquiridos por intermédio da problematização e instrumentalização do conteúdo/tema abordado ao longo de toda a aula, o que favorece a síntese do conhecimento adquirido. Neste momento, cabe também ao professor avaliar esse processo, numa compreensão de avaliação enquanto instrumento de análise do que o estudante apresenta e tem o potencial de apresentar enquanto apropriação do conhecimento efetivamente trabalhado no processo de ensino-aprendizagem, em suas diferentes dimensões.

Neste momento do plano de aula/unidade, o professor pode indicar quais instrumentos serão utilizados para avaliar a aprendizagem dos estudantes, em concordância com os objetivos traçados, as problematizações realizadas e os conteúdos efetivamente trabalhados. Como instrumentos de avaliação podem ser utilizadas questões, e/ou problema, e/ou questões norteadoras, e/ou roteiro de relatório ou relato e/ou outro tipo de material que poderá ser desenvolvido para a avaliação da síntese dos alunos sobre o conteúdo abordado. Em seguida, é importante que o professor elabore e escreva em seu planejamento a síntese que espera que seus estudantes alcancem ao final desse processo de problematização da prática social e de instrumentalização dos conhecimentos culturais necessários

à compreensão dessa prática a partir e dentro dos limites do conteúdo/tema abordado. Quanto a esta síntese, que pode se apresentar na forma de resumo ou da totalidade do conteúdo trabalhado, o professor deve atentar-se às dimensões que efetivamente foram abordadas ao longo da(s) aula(s).

A partir da Catarse, chega-se ao ponto de chegada, que é a própria Prática Social. Entendida como ponto de partida e como ponto de chegada do método dialético proposto pela Pedagogia Histórico-Crítica, a Prática Social (Final) é e não é a mesma daquela da qual se partiu:

É a mesma, uma vez que é ela própria que constitui ao mesmo tempo o suporte e o contexto, o pressuposto e o alvo, o fundamento e a finalidade da prática pedagógica. E não é a mesma, se considerarmos que o modo de nos situarmos em seu interior se alterou qualitativamente pela mediação da ação pedagógica; e já que somos, enquanto agentes sociais, elementos objetivamente constitutivos da prática social, é lícito concluir que a própria prática se alterou qualitativamente. (Saviani, 2009, p. 58).

Assim, tendo incorporado os elementos teóricos e práticos no processo de ensino-aprendizagem pela mediação do trabalho pedagógico, os estudantes passam a compreender e a agir na prática social a partir dos conhecimentos adquiridos, o que torna sua consciência diferente, mais ampla, crítica e sintética. Uma vez incorporados esses conhecimentos, o novo olhar sobre a realidade torna-se inevitável. Para justificar essa ideia, Saviani (2014, p. 31) toma como exemplo o caso da alfabetização:

O exemplo da alfabetização torna isso bem claro. Quando o indivíduo se alfabetiza, isto é, quando se apropria dos instrumentos da cultura letrada, ele passa a agir na sociedade como um alfabetizado e, portanto, com os recursos todos que o mundo da cultura escrita possibilita. E como isso foi incorporado, não é possível voltar atrás. Mas para se chegar a esse resultado, ou seja, para se chegar

à incorporação, à assimilação de determinados elementos na forma de uma segunda natureza, o processo pedagógico deve durar o tempo suficiente para atingir o ponto da irreversibilidade, sem o que a atividade educativa não atinge sua finalidade própria.

Aí reside, segundo este autor, o imprescindível papel da educação escolar: a efetivação do processo de aquisição das formas elaboradas e sistemáticas de conhecimento e de expressão cultural, sem a qual os estudantes dificilmente superam, sozinhos, suas percepções pessoais e imediatas sobre a prática social. Cabe ressaltar, todavia, que a alteração objetiva da prática social “só pode se dar a partir da nossa condição de agentes sociais ativos, reais” (Saviani, 2009, p. 58).

Tendo como base as ideias de Sánchez Vázquez (1990), podemos compreender a *práxis* como uma atividade humana prática fundamentada teoricamente. Tomando como referência a filosofia de Marx e Engels, Sánchez Vázquez afirma que a atividade teórica em seu conjunto – como ideologia e ciência – só existe *por* e *em* relação com a prática, já que nela encontra seu fundamento, suas finalidades e seu critério de verdade. Segundo o autor, para produzir mudança, “não basta desenvolver uma atividade teórica; é preciso também atuar praticamente. Ou seja, não se trata de pensar um fato, e sim de revolucioná-lo” (Sánchez Vázquez, 1990, p. 209). Da mesma forma, segundo o autor, a atividade prática só encontra sentido e significado na medida em que se relaciona e se fundamenta em uma atividade consciente, cognoscitiva e intencional. Ao contrário, seria concebida apenas a partir de seu caráter utilitário e, portanto, acrítico, passivo e esvaziado de ingredientes teóricos, como defende o pragmatismo.

Com isso, Sánchez Vázquez (1990) mostra-nos o equívoco em se considerar que a atividade teórica, por si só, seria capaz de transformar a realidade e, de maneira semelhante, que a atividade prática, independente da finalidade, da consciência e das diversas operações ou manipulações do sujeito que a realiza para sua transformação, teria

em si a capacidade de realizar tal transformação. Para o autor, nem a teoria, nem a prática, isoladamente, podem ser consideradas como *práxis*, uma vez que esta se configura como uma atividade em que o homem exerce sua capacidade de agir sobre uma determinada realidade à luz de uma atividade teórica, o que resulta na transformação da realidade, da própria teoria e dele mesmo. Tal conceito, portanto, implica uma unidade dialética entre teoria e prática, o que significa que se trata de uma atividade cujos objetivos não se realizam apenas subjetivamente, mas que também se manifestam concretamente.

Tendo como base esses princípios, podemos compreender o quinto momento pedagógico (Prática Social) como a oportunidade de o estudante colocar em uso de maneira consciente, diretiva e intencional os conhecimentos teórico-práticos adquiridos pela mediação do trabalho pedagógico, expressando sua nova maneira de ser e agir na e sobre a realidade. Como afirma Gasparin (2009), nesse momento o conhecimento teórico adquirido retorna à prática de onde partiu, visando agir sobre ela com um entendimento mais crítico, elaborado e consistente, intervindo em sua transformação.

Neste momento do plano de aula/unidade, o professor poderá expressar de que forma os conteúdos trabalhados poderão contribuir para a compreensão e transformação da realidade de seus estudantes, indicando a nova postura que eles poderão adquirir frente à prática social. Algumas questões poderão nortear esta expressão tanto por parte dos professores quanto dos próprios alunos: agora, com esses conhecimentos adquiridos, como eles poderão compreender a realidade? Qual poderá ser a manifestação de sua nova postura prática? Quais modificações/contribuições esse aprendizado pode trazer para sua realidade? Como é possível traduzi-lo? Como é possível pôr em prática esse novo conhecimento?

É importante ressaltar que, apesar de expressarmos nesta apresentação os cinco momentos pedagógicos separadamente, isso não implica que eles devam ser trabalhados de maneira linear,

independente e isolada. Pelo contrário, o propósito é que sejam desenvolvidos de forma articulada ao longo de todo o processo educativo em sala de aula, expressando o movimento próprio da lógica dialética. Da mesma forma, um plano de aula/unidade, ainda que separe esses momentos para especificar o papel de cada um deles no processo educativo, jamais o faz para engessar ou aprisionar a prática pedagógica docente. É importante deixar claro que no processo de ensino-aprendizagem esses momentos não se dividem, mas se complementam, se completam e se correlacionam dialeticamente.

Concordamos com Lavoura e Ramos (2020, p. 48) quando afirmam que a tentativa de separar os cinco momentos pedagógicos propostos pela Pedagogia Histórico-Crítica ou tratá-los como passos lineares e abstratos pode culminar em um reducionismo nocivo de sua aplicabilidade na forma de

[...] procedimentos didáticos mecanicamente considerados como uma sequência de ações de ensino na qual o professor pode manejar e manipular de modo instrumental sem necessariamente possuir conhecimento e domínio dos fundamentos teóricos do método dialético e da própria teoria pedagógica.

Ao compreender o ser humano como sujeito historicamente situado, a Pedagogia Histórico-Crítica não pode ser aplicada “independente de quem ensina, de quem aprende, do que se ensina, da finalidade do ensino e das condições concretas do ensino” (Lavoura e Ramos, 2020, p. 52), sem se levar em consideração sua lógica interna e essencial.

Outrossim, como argumenta Saviani (2009, p. 51-52), “os conteúdos culturais são históricos e o seu caráter revolucionário está intimamente associado à sua historicidade”, o que implica a “transformação de conteúdos formais, fixos e abstratos, em conteúdos reais, dinâmicos e concretos”. Por este motivo, assim como não faz sentido engessar os conteúdos culturais, não parece coerente aprisionar

a prática pedagógica em passos mecânicos, estanques e lineares. O movimento dialético da Pedagogia Histórico-Crítica não apenas deve garantir a dinamicidade do trabalho pedagógico como favorecer a organicidade na formação dos estudantes. Trata-se, como afirmam Lavoura e Ramos (2020, p. 53), de “uma unidade da totalidade que possui todas as propriedades inerentes ao todo e porta as propriedades do todo, que não se decompõem e se conservam”.

Todos os planos apresentados neste material foram elaborados em seus aspectos teóricos e práticos, tendo em vista superar a falaciosa dicotomia entre esses dois elementos indissociáveis da *práxis* pedagógica, bem como oferecer ao professor ou futuro professor ideias e alternativas para o trabalho com alguns tópicos de conteúdos de Química no ensino médio, problematizados em diferentes dimensões. Em alguns capítulos são também propostas atividades práticas ou experimentais que podem ser desenvolvidas nas escolas por professores e estudantes.

A despeito da diversidade de conteúdos e temas abordados, todos os capítulos deste material têm o mesmo objetivo: oferecer aos estudantes de Licenciatura em Química e professores – e a quem mais possa interessar – mais um material de estudos ou recurso didático que possa ser utilizado para o ensino de Química do ensino médio. Todavia, é importante que sua utilização esteja associada a uma discussão abrangente e aprofundada sobre esses temas e à atuação mediadora do professor, uma vez que este recurso (ou qualquer outro), por si só, não garante a aprendizagem dos conteúdos nele abordados. Ao contrário, este material tem o potencial de ser utilizado como um dos muitos recursos disponíveis aos estudantes e professores para a problematização do conhecimento químico no ensino médio relacionado a Química Orgânica, tendo em vista sua relação indissociável com a prática humana e social.

Sabemos que são muitos os desafios encontrados pelos professores e futuros professores no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem nos diferentes contextos, níveis e modalidades de ensino, bem como em todas as áreas do conhecimento. Outros-sim, entendemos que esses desafios não estão relacionados apenas à forma como o professor desenvolve os conteúdos em sala de aula, uma vez que essa forma depende, direta ou indiretamente, dos princípios e concepções, das finalidades e das condições objetivas e subjetivas que norteiam e permeiam a educação escolar. Entretanto, partindo do princípio de que a educação, ainda que elemento determinado, não deixa de influenciar o elemento determinante, consideramos que a forma como os conteúdos são desenvolvidos em sala de aula necessita igualmente ser ponderada no momento de análise desse processo, tendo em vista, também, a transformação das concepções, finalidades e condições que são postas - ou impostas.

Assim, se consideramos a necessidade de um ensino que vise à socialização a todos, indistintamente, dos conteúdos culturais produzidos historicamente pela humanidade, bem como a apreensão do processo de sua produção e as tendências de sua transformação por intermédio de uma ação educativa intencional, precisamos igualmente pensar em algumas das condições materiais que são necessárias para que essa socialização seja favorecida no âmbito do processo de ensino-aprendizagem.

Partindo desse princípio, esperamos que este material possa efetivamente contribuir enquanto recurso didático tanto para a formação como para a prática pedagógica docente na educação básica.

Natalia Neves Macedo Deimling

Daniela Aline Barancelli

*Docentes da Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, campus Campo Mourão*

REFERÊNCIAS

- AL-MULLA, A. A review: biological importance of heterocyclic compounds. **Der Pharma Chemica**, v. 9, n. 13, p. 141-1472, 2017. Disponível em: <https://www.derpharmachemica.com/pharma-chemica/a-review-biological-importance-of-heterocyclic-compounds.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2021.
- BRUICE, P. Y. **Química orgânica**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006, v. 1 e 2.
- GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.
- KHAN, I.; ZAIB, S.; IBRAR, A. New frontiers in the transition-metal-free synthesis of heterocycles from alkynoates: an overview and current status. **Organic Chemistry Frontiers**, v. 7, n. 22, pág. 3734-3791, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1039/D0QO00698J>. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/QO/D0QO00698J>. Acesso em: 5 dez. 2021.
- LAVOURA, T. N.; RAMOS, M. N. A dialética como fundamento didático da pedagogia histórico-crítica em contraposição ao pragmatismo das pedagogias hegemônicas. In: MALANCHEN, J.; MATOS, N. da S.; ORSO, P. J. **A pedagogia histórico-crítica, as políticas educacionais e a Base Nacional Comum Curricular**. 1 ed. Campinas: Autores Associados, 2020, p. 47-62.
- PATIL, N. T.; YAMAMOTO, Y. **Chemical Reviews**, v. 108, n. 8, 3395-3442, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1021/cr050041j>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cr050041j>. Acesso em: 5 dez. 2021.
- REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. ISSN 2175-2699. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/>. Acesso em: 5 dez. 2021.
- SÁNCHEZ VÁZQUEZ, A. **Filosofia da práxis**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.
- SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 10. ed. rev. – Campinas, SP: Autores Associados, 2008.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 41. ed. revista. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.
- SAVIANI, D. A Pedagogia Histórico-Crítica. **Revista Binacional Brasil Argentina**. Vitória da Conquista, v. 3, n. 2, p. 11-36, dezembro/2014.

1

*Adil de Souza Oliveira Junior
Julia Maria Viudes Costa
David Lucas Zegolan Marcondes*

BOLDINA:
UM CHÁ DE BOLDO CONTRA
A MÁ DIGESTÃO E SEUS
BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE

Unidade de conteúdo: revisão de conteúdo – funções orgânicas

Carga horária: 3 h/a.

OBJETIVO GERAL

Revisar os conteúdos estudados durante a unidade de Química Orgânica, além de estabelecer ligações com os conceitos químicos estudados ao longo dos três anos do Ensino Médio. Para tal, utilizar-se-á da temática “Boldina: um chá de boldo contra a má digestão e seus benefícios para a saúde” como forma de contextualização.

TÓPICOS DE CONTEÚDO E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tópico 1: Introdução ao chá de boldo e à boldina.

Objetivos específicos: abordar a temática “chá de boldo” pelo viés histórico-social e químico, para gerar o entendimento acerca da utilização do boldo, da sua importância social e da sua constituição, referindo-se a Boldina e sua estrutura química.

Tópico 2: Revisão dos conteúdos químicos anteriormente estudados, contextualizando com a Boldina.

Objetivos específicos: retomar os conteúdos: funções orgânicas, nomenclatura, classificação dos carbonos, interações intermoleculares e propriedades químicas.

Tópico 3: Apresentação das propriedades biológicas da boldina e sua atuação no corpo humano.

Objetivos específicos: explicar a atuação do chá de boldo como remédio natural contra a má digestão, seu poder antioxidante e sua influência na eliminação da massa gorda corporal, além de efetuar uma breve análise de sua toxicidade. Para finalizar, uma experiência sensorial com a infusão de folhas de boldo.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

- **O que os alunos devem saber (pré-requisitos):** Hidrocarbonetos, funções orgânicas, nomenclatura, classificação de cadeias carbônicas, oxidação e redução, interações intermoleculares e propriedades físico-químicas.
- **O que os alunos sabem (hipótese):** Boldo é uma planta; o boldo é verde; chá de boldo faz bem para o estômago.
- **O que os alunos gostariam de saber (curiosidades):** Quais as aplicações medicinais do chá de boldo? Por que o chá faz bem? Quando não devo tomar o chá de boldo? Quem descobriu as propriedades medicinais do boldo? Ele é melhor que um medicamento sintético? Como identificar a planta? Como fazer um chá de boldo? A boldina só existe no boldo? Qual a estrutura química da boldina?

PROBLEMATIZAÇÃO

- **Histórico-social:** Qual a origem do boldo? Como ele era utilizado? Como ele foi popularizado? Como ele é utilizado atualmente? A boldina é encontrada apenas no boldo?
- **Conceitual/Científica:** O que é a boldina? Qual a sua fórmula estrutural? Quais as suas propriedades químicas? Quais as funções orgânicas presentes na boldina? Qual a nomenclatura dos grupos funcionais presentes na boldina? Como são classificados os carbonos da boldina? O que é um antioxidante? O que são radicais livres?
- **Biológica:** Por que a boldina é um antioxidante? Como a boldina inibe os radicais livres do nosso corpo? Como a boldina age no estômago e no fígado? Como o chá de boldo ajuda a perder massa gorda? O chá de boldo é tóxico?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

Tópico 1: Introdução ao chá de boldo e à boldina.

Dimensões: histórico-social e conceitual/científica.

Inicialmente é interessante que os estudantes falem, por meio de discussão oral dialogada, sobre os conhecimentos prévios adquiridos a respeito do boldo e suas utilizações. Para isso, é importante que o professor os instigue a relatarem suas experiências ao longo de sua vida com esta planta.

Em seguida, pode-se iniciar a exposição oral dialogada explicando a história do boldo e do chá de boldo, o fato de ele ser nativo

da América e de ser muito utilizado na preparação de chás com objetivos farmacológicos para o estômago. Após a compreensão da história do boldo, poderão ser apresentadas as folhas de boldo para melhor identificação destas e, em seguida, a estrutura da boldina (que é um dos principais alcaloides do boldo) será abordada pela demonstração de sua estrutura molecular.

Para este tópico, serão necessários lousa, giz/caneta, *slides* de apoio, a infusão de chá, recipientes para a distribuição do chá e as folhas de boldo.

Tópico 2: revisão dos conteúdos químicos anteriormente estudados, contextualizando com a boldina.

Dimensões: Conceitual/científica e biológica.

Ainda amparando-se em uma abordagem expositiva e dialógica, após a compreensão dos conteúdos do primeiro tópico, por parte dos alunos, deve-se iniciar a revisão dos conteúdos estudados em química orgânica, aliando-a a outros conceitos químicos estudados ao longo do ensino médio. Partindo da fórmula molecular da boldina, apresentada no primeiro momento (Tópico 1), serão revisados os conteúdos de funções orgânicas, nomenclatura, classificação dos carbonos e fórmula molecular, utilizando-se de um exercício (Apêndice I) que pode ser resolvido em conjunto com os estudantes. Para finalizar esse tópico, necessita-se retomar os conceitos de propriedades físicas e químicas, interações intermoleculares, oxidação e redução, para que, assim, os alunos possam compreender o tópico seguinte. É importante fazer essa retomada de maneira dialogada, estimulando os alunos a lembrar dos conteúdos já estudados nos anos anteriores. Neste momento podem ser utilizados lousa, giz e *slides*.

Tópico 3: Apresentação das propriedades biológicas da boldina e sua atuação no corpo humano.

Dimensões: biológica e conceitual/científica.

Neste tópico, o professor poderá, enfim, tratar da boldina enquanto composto medicinal natural, analisando e explorando seus efeitos no corpo humano e seus benefícios e malefícios para a saúde.

De maneira expositiva e dialogada, é possível levar os alunos à compreensão do porquê de a boldina funcionar contra a má digestão, já que isto acontece devido à sua ação no fígado ao estimular a produção de suco gástrico e facilitar esse processo. Além disso, pode-se trabalhar neste tópico a sua ação antioxidante, combatendo os radicais livres e prevenindo muitas doenças causadas por eles, bem como abordar a oxidação de ácidos graxos e como isto influencia no emagrecimento e no combate ao estresse oxidativo.

Após tratar dos benefícios, é apropriado explorar também a toxicidade da boldina e suas contraindicações, considerando que todo remédio, mesmo que natural, possui causas e efeitos. Aqui, pode-se considerar um diálogo sobre os perigos da automedicação mesmo que o medicamento seja tão benéfico quanto o boldo, já que este pode afetar o estômago e influenciar negativamente em uma gravidez.

Como atividade prática, para finalizar a sequência, é interessante que, depois de conhecer a fundo a boldina, sejam levadas aos alunos as folhas de boldo e uma infusão desse chá, para que eles possam ter uma experiência sensorial com a planta.

Para este tópico, serão necessários lousa, giz/caneta, slides de apoio, a infusão de chá, recipientes para a distribuição do chá e as folhas de boldo.

AVALIAÇÃO (FORMAS DE SE IDENTIFICAR A CATARSE)

Expressão da síntese (instrumentos de avaliação): diálogo durante e após a aula e uma produção, extraclasse, de um material informativo (disponível no Apêndice II).

Síntese do aluno: a partir das ações didático-pedagógicas descritas no item Instrumentalização, os alunos poderão internalizar os seguintes conhecimentos:

Tópico 1: Introdução ao chá de boldo e a Boldina.

Cientificamente chamado de *Peumus Boldus* Molina (Figura 1), o boldo é uma árvore arbustiva, com um odor refrescante e forte e de sabor bastante amargo. O boldo é originário das regiões andinas do Chile e seu nome *Peumus* tem origem no grupo indígena chileno dos mapuches, que utilizavam esta planta para curar vários males, principalmente para a má digestão. Expandido para o mundo através da colonização europeia, o boldo apresenta diversos nomes, entre eles: alumã, boldo baiano, boldo chinês, boldo indígena, boldo japonês, figatil e necroton (Ruiz *et al.*, 2008).

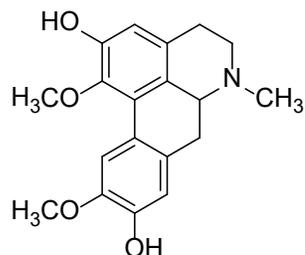
Figura 1 – Imagem do boldo-do-chile (*Peumus Boldus* Molina)



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

O boldo é mais utilizado na forma de chá, pela infusão de suas folhas, pois nelas há mais de 15 alcaloides, como a isocoridina, laurotetanina e boldina, sendo este último o principal alcaloide. A boldina, também denominada de (S)-2,9-diidroxi-1,10-dimetoxi-aporfina, é um antioxidante natural e apresenta atividade anti-inflamatória. Quimicamente falando, a estrutura molecular da boldina (Figura 2) possui 19 carbonos, 21 hidrogênios, 4 oxigênios e 1 nitrogênio. Além do boldo, uma outra planta, *Lindera Aggregata*, apresenta a boldina em sua composição e, assim como o boldo, apresenta propriedades medicinais (Costa, 2017).

Figura 2 - Fórmula estrutural da boldina



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Tópico 2: revisão dos conteúdos químicos anteriormente estudados, contextualizando com a boldina.

a. *Massa molar:*

Como foi supracitado, a boldina apresenta 19 carbonos, 21 hidrogênios, 4 oxigênios e 1 nitrogênio, logo, sua fórmula molecular é $C_{19}H_{21}O_4N$. Sua massa molar é de aproximadamente 327 g/mol e pode ser calculada da seguinte maneira:

$$MM (C_{19}H_{21}O_4N) = 19 \times 12 \text{ g (C)}$$

$$21 \times 1 \text{ g (H)}$$

$$4 \times 16 \text{ g (O)}$$

$$1 \times 14 \text{ g (N)}$$

$$MM (C_{19}H_{21}O_4N) = 327 \text{ g/mol}$$

b. *Polaridade:*

Analisando a eletronegatividade dos diferentes átomos da molécula, isto é, a capacidade de atrair elétrons, podemos definir a polaridade da mesma. Por definição, o O é mais eletronegativo que

o C, logo, as ligações O-C são polares, assim como as ligações O-H e N-C, deixando a molécula com centros de polaridade polar. Todavia, as ligações C-H são apolares e, devido ao grande número de carbonos, a molécula de uma maneira geral é apolar, com polaridade definida apenas nos grupos funcionais (Batista, 2011).

c. *Interações intermoleculares:*

Com base na polaridade das moléculas, existem diferentes tipos de interações que podem ocorrer entre elas, como: dipolo induzido, dipolo-dipolo e ligação de hidrogênio. A boldina possui centros polares na molécula devido à presença de grupos funcionais e pode, assim, realizar interações do tipo dipolo-dipolo e a ligação de hidrogênio. Ainda, a molécula pode realizar a interação dipolo induzido, que é a predominante na molécula devido à grande quantidade de ligações C-H e C-C, o que a torna predominantemente com caráter apolar. Deste modo, a interação predominante da boldina é a dipolo induzido (Oliveira, 2013, p. 481).

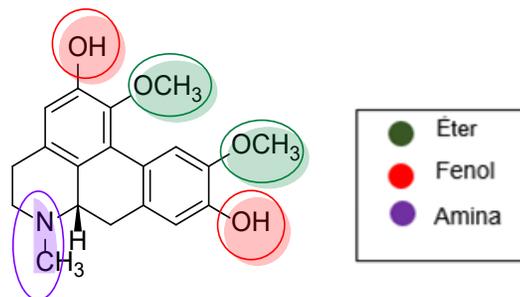
d. *Solubilidade:*

Como a maioria dos alcaloides, a boldina é insolúvel em água. E, por ser lipofílica, pode ser solubilizada em solventes não polares como os hidrocarbonetos, entre eles o hexano ou o tolueno (Speisky *et al.*, 1991).

e. *Funções orgânicas:*

As funções orgânicas presentes na boldina são fenol, éter e amina, representados na Figura 3. O fenol é a classe de compostos orgânicos formados pela ligação de uma ou mais hidroxilas em anéis aromáticos. O éter é a classe de compostos orgânicos de fórmula geral R-O-R na qual R é um radical alquila ou arila. Já a amina é a classe nitrogenada de compostos orgânicos que se deriva da amônia pela substituição (total ou parcial) dos hidrogênios por radicais alquila ou arila.

Figura 3 - Classificação das funções orgânicas da boldina

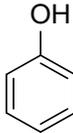
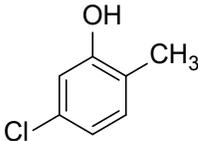
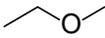
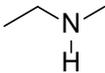


Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

f. *Nomenclatura sistemática:*

De acordo com a IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry* - União Internacional da Química Pura e Aplicada), a nomenclatura sistemática de compostos orgânicos é dada por prefixo, infixo e sufixo. A nomenclatura dos grupos funcionais presentes na boldina está representada na Tabela 1.

Tabela 1: Nomenclatura das funções orgânicas

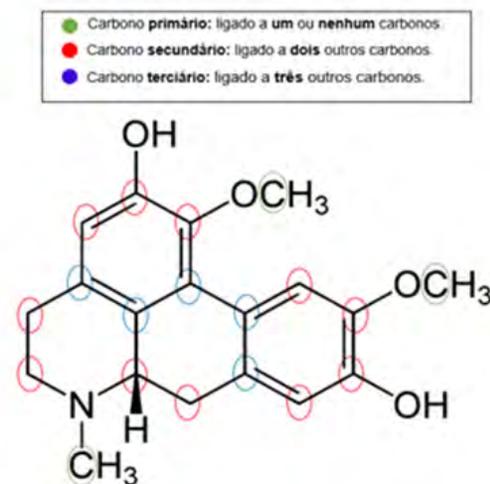
FUNÇÃO ORGÂNICA	GRUPO FUNCIONAL	NOMENCLATURA
Fenol		<p>Os compostos mais altamente substituídos são nomeados como derivados do fenol.</p> <p>Exemplos:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Fenol </div> <div style="text-align: center;">  5-cloro-2-metilfenol </div> </div>
Éter	$\text{R}-\text{O}-\text{R}$	<p>Prefixo da cadeia menor + oxí</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>Prefixo da cadeia maior + ano</p> <p>Exemplo:</p> <div style="text-align: center;">  metoxietano </div>
Amina	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{N}-\text{R} \\ \\ \text{R}' \end{array}$	<p>Amina primária:</p> <p>Prefixo + infixo + sufixo: amina</p> <p>Exemplo:</p> <p>CH_3NH_2; metanamina</p> <p>Amina secundária ou terciária:</p> <p><i>N</i> - (prefixo da cadeia menor) + il</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>Prefixo da cadeia maior + amina</p> <p>Exemplo:</p> <div style="text-align: center;">  <i>N</i>-metiletanamina </div>

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

g. *Classificação de carbonos:*

Os carbonos podem ser classificados em quatro tipos: quando o mesmo apresenta apenas uma ou nenhuma ligação C-C denomina-se carbono primário, com duas ligações C-C, carbono secundário, com três ligações C-C, carbono terciário e, com quatro ligações C-C, carbono quaternário. Está presente na Figura 4 a classificação de todos os carbonos da boldina.

Figura 4 - Classificação dos carbonos da Boldina



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

h. *Antioxidante:*

Os antioxidantes são enzimas que atuam no sistema de proteção do corpo humano, neutralizando os agentes que causam instabilidade nas células e fazendo sua manutenção, inibindo a oxidação de forma eficaz, sendo a água, o oxigênio e os nutrientes as principais fontes de produção desses antioxidantes (Vasconcelos *et al.*, 2014).

i. *Radicais livres:*

Podemos definir os radicais livres como moléculas liberadas pelo metabolismo do corpo com elétrons extremamente instáveis e reativos, o que pode vir a ocasionar doenças degenerativas, envelhecimento e morte celular. Entre as principais formas reativas estão o oxigênio (O₂), que tem uma baixa capacidade de oxidação, e o hidróxido (OH), que apresenta uma pequena capacidade de difusão, sendo o mais reativo na indução de lesões celulares (Vasconcelos *et al.*, 2014).

Tópico 3: Apresentação das propriedades biológicas da boldina e sua atuação no corpo humano.

a. *Benefícios do chá de boldo*

O poder antioxidante da boldina e a inibição de radicais livres

Segundo Barreiros, David e David (2006), o estresse oxidativo surge devido ao excesso de radicais livres presentes no corpo humano. Embora sejam produzidos naturalmente e façam parte de funções biológicas importantes como produção de energia e síntese de substâncias essenciais, em altas quantidades prejudicam intensamente o corpo, podendo causar artrite, AIDS, câncer e disfunções cognitivas (Halliwell; Gutteridge; Cross, 1992, apud Barreiros; David; David, 2006).

Para combater o excesso de radicais livres é necessária a presença de antioxidantes (produzidos pelo próprio corpo ou ingeridos), já que são estas substâncias que irão neutralizar os radicais doando pares de elétrons disponíveis em seus grupos funcionais (Barreiros; David; David, 2006).

A boldina possui flavonoides em sua composição, sendo estes identificados como compostos fenólicos, não sintetizados pelo

corpo humano, mas encontrados em vegetais, legumes, folhas de chá e afins. Estes compostos possuem alto poder antioxidante, anti-inflamatório, antialérgico, antimicrobiano, entre outros (Lopes *et al.*, 2010).

Sendo assim, devido aos flavonoides que constituem a boldina, esta planta atua como um antioxidante, impedindo o estresse oxidativo e todos os malefícios que surgem com a intensa presença de radicais livres (Quezada *et al.*, 2004, apud Ruiz *et al.*, 2008).

A boldina no fígado

Segundo Jardim (2017), a concentração de boldina no fígado após sua ingestão é de 3 a 4 vezes maior que em outros lugares do corpo e sua absorção é extremamente rápida, representando uma ação maior e mais eficiente neste órgão. Além disto, de acordo com estudos de Fernández *et al.* (2009), esta planta também atua de forma a proteger o fígado de agentes citotóxicos ao impedir o estresse oxidativo nesta área em específico, sendo ótimo em caso de ingestão alcoólica (apud Almeida, 2019).

Perda de massa gorda

De acordo com estudos de Palma (2003), o chá de boldo influencia diretamente na redução de gordura corporal, pois ajuda no aumento do metabolismo e na oxidação de ácidos graxos. Sendo assim, a perda de massa gorda é uma consequência boa de se tomar este chá com uma determinada frequência, sempre sem exageros.

b. *Malefícios do chá de boldo:*

Segundo Almeida, Melo e Xavier (2000), a boldina pode causar um efeito abortivo fraco, não sendo recomendada para gestantes. Além disto, de acordo com estudos de Piscaglia *et al.* (2005), foi comprovado um caso de hepatotoxicidade, ou seja, dano causado ao fígado devido ao uso prolongado de boldina. Desta maneira, não é recomendando também a ingestão desta planta de forma excessiva (apud O'Brien; Carrasco-Pozo; Speisky, 2006).

RETORNANDO À PRÁTICA SOCIAL

Espera-se que os alunos elaborem a síntese, isto é, sejam capazes de sair da visão empírica sobre o chá de boldo e enxergar o seu lado científico e biológico, além de compreender a sua história. Ademais, os alunos dominarão, de forma contextualizada, os conteúdos: fórmula molecular e estrutural; funções orgânicas, nomenclatura, classificação de carbonos, propriedades físicas e químicas, interações intermoleculares, oxidação e redução. Deste modo, os mesmos poderão discutir a temática com as pessoas do seu meio social e passar adiante os conhecimentos adquiridos dentro de sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. F. **Perfil toxicológico e interações medicamentosas do boldo-do-chile** (*Peumus boldus* Molina). 2019. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

BARREIROS, A. LBS.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BATISTA, C. **Toda matéria**, Polaridade das ligações, 2011. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/polaridade-das-ligacoes/1>. Acesso em: 11 jun. 2021.

COSTA, F. H. M. **Caracterização da composição química de extratos de boldos in natura e produtos comerciais derivados do boldo**. 2017. Dissertação de pós-graduação (Pós-Graduação em Química.) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

GREENME. **Antioxidantes x radicais livres**. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/viver/aude-e-bem-estar/5849-antioxidantes-radicaais-livres-conceito-importancia>. Acesso em: 28 nov. 2018.

GREENME. **Boldo-do-chile**: dicas de uso, doses e os benefícios desta super planta medicinal. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/usuarios/beneficios/3961-bolo-do-chile-uso-beneficios-doses>. Acesso em: 30 nov. 2018.

LOPES, R. M.; OLIVEIRA, T. D.; NAGEM, T.; PINTO, A. D. S. Flavonóides. **Biociência & Desenvolvimento**, v. 3, n. 14, p. 18-22, 2010.

MADALENO, I. M. Plantas da medicina popular de São Luís, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 1, n. 1, p. 273-286, 2011.

MARTINS, L. **Peroxidação lipídica**. Disponível em: <http://biobioradicaislivres.blogspot.com/2010/12/peroxidacao-lipidica.html?m=1>. Acesso em: 30 nov. 2018.

MORAIS, S. M.; DANTAS, J. D. P.; da SILVA, A. R. A.; MAGALHÃES, E. F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 15, n. 2, p. 169-177, 2005.

O'BRIEN, P.; CARRASCO-POZO, C.; SPEISKY, H. Boldine and its antioxidant or health-promoting properties. **Chemico-biological interactions**, v. 159, n. 1, p. 1-17, 2006.

OLIVEIRA, O. M. M. F.; JUNIOR, K. S.; SCHLÜNZEN E. T. M. **Química Coleção Temas de Formação Volume 3** – São Paulo. Universidade Estadual Paulista: Núcleo de Educação à Distância, 2013.

PALMA, M. G. **Efeito da ingestão de uma infusão de boldo em alguns parâmetros bioquímicos e antropométricos numa população institucionalizada de idosos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Nutrição Clínica) – Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/5110>. Acesso em: 15 dez. 2021.

RUIZ, A. L. T. G.; TAFFARELLO, D.; SOUZA, V. H. S.; CARVALHO, J. E. Farmacologia e toxicologia de *Peumus boldus* e *Baccharis genistelloides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 295-300, 2008.

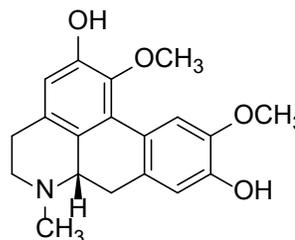
SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, Á. R. de. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. São Paulo, BR. Vol. 10, n. 4 (jul./ago. 2004), p. 308-313, 2004.

SPEISKY, H.; CASSELS, B. K.; LISSI, E. A.; VIDELA, L. A. Antioxidant Properties of the Alkaloid Boldine in Systems Undergoing Lipid Peroxidation and Enzyme Inactivation. **Biochemical Pharmacology**, v. 41, n. 11, p. 1575-1581, 1991.

VASCONCELOS, T. B.; CARDOSO, A. R. N. R.; JOSINO, J. B.; MACENA, R. H. M.; BASTOS, V. P. D. Radicais livres e antioxidantes: proteção ou perigo? **Journal of Health Sciences**, v. 16, n. 3, 2014.

APÊNDICE I – EXERCÍCIO PARA REVISÃO

Exercício: A partir da estrutura química da boldina mostrada abaixo, responda:



- Quantas funções orgânicas a boldina possui e quais são?
- Como é a nomenclatura sistemática das funções orgânicas presentes na boldina?
- Quantos carbonos quaternários, terciários, secundários e primários a boldina apresenta?

APÊNDICE II – ATIVIDADE AVALIATIVA

PRODUÇÃO DE MATERIAL INFORMATIVO

Vocês deverão elaborar um **material informativo** (inspirem-se em folhetins, jornais, revistas e outros meios de comunicação impresso), com o objetivo de disseminar os conhecimentos adqui-

ridos em nossas aulas. O conteúdo a ser abordado é "**Boldina: um chá de boldo contra a má digestão e seus benefícios para a saúde**". Utilizem como referencial nossas discussões em sala, o conteúdo apresentado, o material e as referências disponibilizadas. Vale lembrar que essa atividade **irá compor a nota final** de vocês nesta disciplina. Além do mais, os materiais produzidos serão distribuídos para os demais alunos da escola.

Para ajudá-los, seguem algumas questões norteadoras que devem ser contempladas ao longo do texto informativo. As questões não devem ser respondidas de forma literal, mas discutidas de maneira argumentativa ao longo do texto. Utilizem também imagens.

- Qual a origem do boldo?
- Como o boldo foi popularizado?
- O que é boldina?
- Quais os grupos funcionais presentes na Boldina?
- O que é um antioxidante?
- O que é um radical livre?
- Por que a boldina é um antioxidante?
- Como a boldina inibe os radicais livres do nosso corpo?
- Quais os benefícios do chá de boldo?
- Quais os malefícios do chá de boldo?

Critérios de avaliação: organização, clareza e coerência na escrita e na argumentação, explicação de cada questão norteadora e criatividade na elaboração do material.

2

*Kátia Aparecida de Souza
Samantha Garcia Roceti*

CÚRCUMA, O PÓ DOURADO DO AÇAFRÃO-DA-TERRA:

**PROPRIEDADES QUÍMICAS
E ATIVIDADES BIOLÓGICAS**

Unidade de conteúdo: Funções orgânicas

Carga horária: 2h/aula

OBJETIVO GERAL

Revisar os conteúdos abordados na disciplina de Química no decorrer dos três anos do ensino médio, com destaque à química orgânica, por meio da temática “açafreão-da-terra e suas características”.

TÓPICOS DE CONTEÚDO E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tópico 1: Introdução geral acerca do açafreão-da-terra.

Objetivos específicos: abordar a temática “açafreão-da-terra” a partir do cenário biológico, histórico e químico, para que haja entendimento de onde a curcumina é extraída, qual sua importância social e sua estrutura química.

Tópico 2: Revisão de conceitos químicos previamente estudados em contextualização com a cúrcuma.

Objetivos específicos: retomar os tópicos: fórmulas molecular e estrutural; geometria molecular; funções orgânicas; nomenclatura e classificação de cadeias carbônicas; propriedades físicas e químicas; forças intermoleculares; oxidação e redução, a fim de revisar os conteúdos de química aprendidos durante o ensino médio.

Tópico 3: Atividade antioxidante da cúrcuma.

Objetivos específicos: tratar da atividade antioxidante da curcumina, visando compreender de que forma ocorrem as reações de oxidação e redução e qual a característica da curcumina responsável por este feito.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

O que os estudantes precisam saber (pré-requisitos): os conteúdos necessários para compreensão da aula são todos aqueles abordados anteriormente na disciplina de Química, principalmente a respeito de fórmulas moleculares e estruturais; geometria molecular; funções orgânicas; nomenclatura e classificação de cadeias carbônicas; propriedades físicas e químicas; tipos de ligação; forças intermoleculares; e oxidação e redução.

O que os alunos podem saber (hipótese): o açafrão é um tempero, vem da culinária indiana e é picante. Além disso, o açafrão é corante, tem cor amarela, e é bom para pele, pois tira manchas, e é bom para a saúde.

O que os alunos gostariam de saber (curiosidades): a cúrcuma e o açafrão são a mesma coisa? De onde vem a cúrcuma? A cúrcuma é boa para quê? A cúrcuma tem que gosto? A cúrcuma é cara? Onde posso comprar cúrcuma? Por que a cúrcuma faz bem para saúde? Por que a cúrcuma era tão valorizada na antiguidade? Por que a cúrcuma ainda é valorizada? Por que a cúrcuma pode clarear manchas da pele? A cúrcuma é cultivada no Brasil? Qual a estrutura química da cúrcuma? O que significa ser antioxidante? O que são radicais livres? Que parte da estrutura química é responsável pela ação antioxidante?

PROBLEMATIZAÇÃO

Dimensões do conteúdo a serem trabalhadas:

Biológica: a cúrcuma é de que espécie? A cúrcuma é cultivada em que condições? A curcumina é extraída de que parte da cúrcuma? A cúrcuma tem aplicações medicinais?

Científica: qual a fórmula estrutural da curcumina? Qual a fórmula molecular da curcumina? Que tipos de ligação a curcumina faz? Que tipo de interação molecular a curcumina faz? Qual a nomenclatura da curcumina? Quais as funções orgânicas presentes na curcumina? Qual a classificação da cadeia e dos carbonos presentes nela? Qual a massa molar da curcumina? A curcumina é solúvel em que solvente? Qual o ponto de fusão da curcumina? Qual a eletronegatividade dos átomos da molécula? Por que a cúrcuma é antioxidante? Como se dá sua ação antioxidante? Como atuam os radicais livres?

Conceitual: o que é curcumina? O que é especiaria? É uma molécula polar? O que são radicais livres? O que é antioxidante?

Histórica/social: a cúrcuma é nativa de onde? A cúrcuma é utilizada desde quando? Para que a cúrcuma era utilizada? Para que a cúrcuma é utilizada?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

Tópico 1: Introdução geral acerca do açafrão-da-terra.

Dimensões: biológica, conceitual, histórica/social.

Partindo do conhecimento prévio dos estudantes, identificado a partir de debate e discussão oral dialogada, a aula será continuada por meio da problematização, a fim de discorrer sobre o conteúdo a partir de uma exposição oral dialogada. Os tópicos abordados serão história do açafreão-da-terra, características biológicas e características químicas básicas. Neste momento serão utilizados a lousa, giz, *slides* e demonstração prática com maçã e cúrcuma.

ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA:

1. Cortar uma maçã ao meio.
2. Reservar metade da maçã.
3. Acrescentar cúrcuma à face cortada da outra metade.
4. Aguardar por aproximadamente 30 minutos.
5. Observar como se deu a oxidação em ambas as metades e compará-las ao final da aula.

Tópico 2: Revisão de conceitos químicos previamente estudados em contextualização com a cúrcuma.

Dimensões: científica e conceitual.

Após a compreensão dos alunos acerca do Tópico 1, inicia-se a revisão dos conteúdos químicos estudados durante o ensino médio. Partindo da apresentação da fórmula estrutural da curcumina, mediada por exposição oral dialogada e resolução de exercícios no quadro, com cooperação entre professoras e alunos, serão lembrados os tópicos: fórmulas molecular e estrutural; funções orgânicas; nomenclatura e classificação de cadeias carbônicas; propriedades físicas e químicas; forças intermoleculares; e oxidação e redução. Aqui, serão utilizados a lousa, giz e *slides*.

Tópico 3: Atividade antioxidante da cúrcuma.

Dimensões: científica, conceitual e histórica/social.

Por fim, será apresentada aos estudantes a atividade antioxidante da molécula da curcumina, evidenciando qual a característica desta que faz possível a realização de tal atividade. Para tanto, lousa, giz e *slides* serão utilizados. Por fim, será retomada a demonstração prática iniciada no Tópico 1, havendo discussão oral com os alunos a respeito dos resultados obtidos.

AVALIAÇÃO (FORMAS DE SE IDENTIFICAR A CATARSE)

Expressão da síntese (instrumentos de avaliação): realização de debate no decorrer da aula, resolução oral de exercícios e atividade escrita extraclasse, apresentada no Apêndice I.

Síntese do aluno: no que diz respeito aos tópicos identificados na seção “tópicos de conteúdo e objetivos específicos”, os alunos dominarão os conteúdos descritos a seguir.

Tópico 1: Introdução geral acerca do açafrão-da-terra.

O açafrão (*Curcuma longa L.*) pode também ser conhecido como açafrão da Índia, açafrão da terra, açafrão, gengibre dourado, mangarataia e cúrcuma. A fim de não ser confundido com outra espécie de açafrão muito popular (*Crocus sativus L.*), a partir deste ponto, nesta aula será tratado por cúrcuma. A cúrcuma, representada na Figura 1 é uma planta herbácea, ou seja, é de caule flexível. Possui folhas longas, flores brancas, rosadas ou amareladas e rizomas que, quando cortados, apresentam coloração alaranjada.

É uma planta originária da Ásia, mas se desenvolve em solo úmido e argiloso, portanto, se adapta bem na maioria dos países tropicais, como o Brasil (Grasso, Aoyama e Furlan 2017; Santos, 2021).

Figura 1 - Representação da cúrcuma (*Curcuma longa L*)



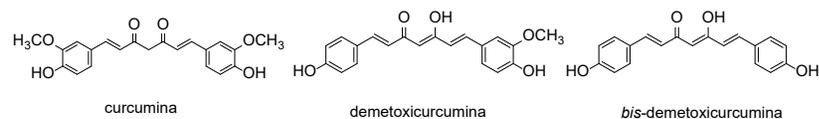
Fonte: Canva - versão gratuita.

A cúrcuma é utilizada há anos, podendo ter seu uso datado cerca de 4000 anos a.C., na Índia. Desde o princípio até a atualidade, a cúrcuma é bastante apreciada no setor alimentício por ser considerada uma especiaria, que é um produto de origem vegetal com característica de conferir sabores e odores agradáveis aos alimentos. Na época, as especiarias eram indispensáveis, pois, além de realçar a coloração e sabor dos alimentos, as especiarias eram utilizadas como conservantes, afrodisíacos, perfumes, oferendas religiosas, incensos para afastar demônios, pestes e outras malignidades, e como remédio na medicina popular (Silva, 2011; Collino, 2014).

A parte da cúrcuma utilizada tanto na culinária, quanto na medicina, é o rizoma, pois nos rizomas são encontrados seus curcuminóides e óleos essenciais, substâncias responsáveis pelas suas atividades biológicas. De acordo com Grasso, Aoyama e Furlan (2017), as principais atividades medicinais – que são as ações anti-inflamatórias, antialérgicos, antioxidantes, imunizantes e antitumorais – são devidas aos curcuminóides (Figura 2) presentes em sua composição,

quais são a curcumina, a demetoxicurcumina e a *bis*-demetoxicurcumina, que segundo Sueth-Santiago et al (2015) encontram-se, respectivamente, em proporções de aproximadamente 77, 17 e 3%, classificando a curcumina como principal constituinte.

Figura 2 - Fórmula estrutural dos curcuminoides presentes na cúrcuma



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

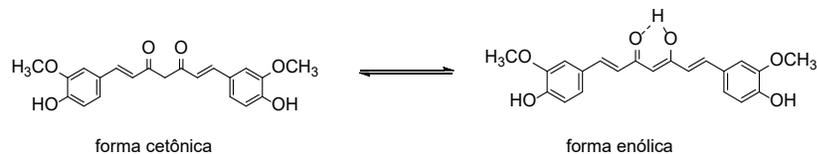
Tópico 2: Revisão de conceitos químicos previamente estudados em contextualização com a cúrcuma.

Como visto anteriormente, as principais atividades biológicas da cúrcuma são devidas à curcumina, desta forma, serão trabalhadas as características desta molécula.

i. Fórmulas molecular e estrutural

a. Fórmula estrutural:

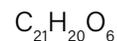
Figura 3 - Fórmula estrutural da curcumina em sua forma cetônica e em sua forma enólica



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com os estudo de Collino (2014), a forma cetônica é mais estável em pH ácido e neutro, portanto, é predominante. No entanto, a forma enólica prevalece em soluções básicas.

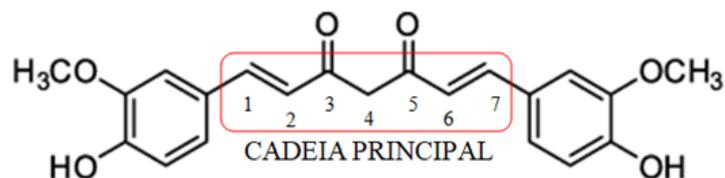
b. Fórmula molecular:



- ii. Funções orgânicas e nomenclatura (classificação de carbonos primários, secundários e terciários, ligação entre carbonos π ou σ , classificação de cadeias abertas, fechadas ou mistas, homogêneas ou heterogêneas, saturadas ou insaturadas);

Primeiramente é necessário identificar a cadeia carbônica principal dos grupos funcionais existentes na molécula, como exemplificado pela Figura 4.

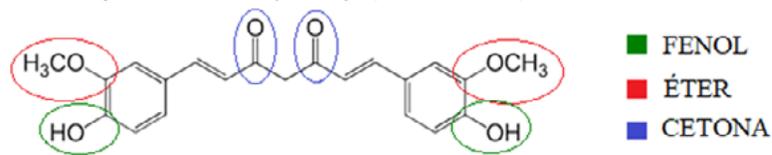
Figura 4 - Identificação da cadeia principal e numeração dos carbonos para nomenclatura



Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

Pode-se afirmar que se trata de uma cadeia mista, pois apresenta cadeias abertas e cíclicas na mesma molécula, que é aromática devido a presença dos anéis aromáticos, homogênea, visto que é composta apenas por átomos de carbono e hidrogênio, ainda que haja átomos de oxigênio, estes são pertencentes aos grupos funcionais e não fazem parte da cadeia principal (Cezar; Lisboa, 2011). Deste modo é possível identificar os grupos funcionais da molécula de curcumina na figura 5.

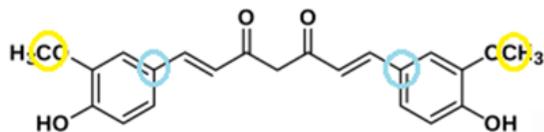
Figura 5 - Identificação de grupos funcionais presentes na curcumina



Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

É possível ainda afirmar que a cadeia carbônica é insaturada, pois ocorrem ligações simples, do tipo σ , e duplas, do tipo π , entre os átomos de carbono e hidrogênio (Solomons; Fruhle, 2001). A identificação dos carbonos primários e terciários está representada na Figura 6, que também auxilia a identificação das ligações do tipo σ e π .

Figura 6 - Classificação dos carbonos



Amarelo: carbono primário; azul: carbono terciário; demais carbonos: secundário.

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

Carbono primário é aquele que se liga a no máximo outro átomo carbono, carbono secundário se liga no máximo dois átomos de carbonos – estes não foram representados na figura pois correspondem a maioria das ligações da molécula, portanto são todos aqueles que não foram destacados – e carbonos terciários se ligam a três carbonos (Cezar e Lisboa, 2011).

Após estas informações é possível apresentar a nomenclatura da curcumina, de acordo com as regras da União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC), qual é: (1*E*,6*E*)-1,7-bis-(4-hidroxi-3-metoxifenil)hepta-1,6-dieno-3,5-diona.

iii. Propriedades (massa molar, densidade, solubilidade – soluções homogêneas e heterogêneas, pontos de fusão e ebulição, eletronegatividade - polaridade);

a. Massa molar:

$$MM (C_{21}H_{20}O_6) = \begin{cases} C = 21 \times 12g = 252g \\ H = 20 \times 1g = 20g \\ O = 6 \times 16g = 96g \end{cases}$$

$$MM (C_{21}H_{20}O_6) = 368 \text{ g/mol}$$

b. Densidade:

Uma vez que a curcumina não é extraída sozinha, mas em conjunto com os demais curcuminoides presentes na cúrcuma, não é possível definir sua densidade.

c. Pontos de fusão:

Temperatura na qual passa do estado sólido para o estado líquido, de aproximadamente 180° C.

d. Eletronegatividade:

Eletronegatividade é a capacidade de um elemento de atrair elétrons para si em uma ligação química, o oxigênio é o mais eletro-negativo dos átomos presentes na curcumina. Isto faz com que os elétrons compartilhados nas ligações de O-C, por exemplo, fiquem

mais próximos do O, deixando o C parcialmente positivo. A diferença de eletronegatividade entre dois átomos de uma molécula define o tipo de ligação realizada, podendo ser iônica ou covalente.

Ligações iônicas geralmente ocorrem entre átomos com diferença de eletronegatividade maior que 1,9, que interagem electrostaticamente entre si, havendo “troca” de elétrons. Ligações covalentes ocorrem em átomos com diferença de eletronegatividade que variam de 0,5 a 1,9, ocasionando o compartilhamento de elétrons entre átomos instáveis formando uma molécula estável. As ligações presentes na curcumina são todas covalentes, pois ocorrem entre átomos que compartilham os elétrons de sua camada de valência a fim de atingir estabilidade (Atikins; Jones, 2011; Brown, *et al.*, 2008).

e. Polaridade:

A partir da eletronegatividade dos diferentes átomos presentes em uma molécula é possível definir sua polaridade. Visto que o Oxigênio é mais eletronegativo que o carbono, as ligações oxigênio-carbono são polares; o mesmo vale para as ligações oxigênio-hidrogênio, porém as ligações carbono-hidrogênio são apolares.

A molécula, de maneira geral, é apolar, por ter um grande número de ligações carbono-hidrogênio em sua cadeia principal. No entanto, apresenta momentos polares em seus grupos funcionais (Atikins; Jones, 2011; Brown *et al.*, 2008).

f. Solubilidade:

Ao consultarmos os estudos de Collino (2014), temos a informação de que a curcumina é praticamente insolúvel em água e éter. Moderadamente solúvel em hexano, ciclohexano, tetracloreto de carbono e tetrahidrofurano. Solúvel em etanol, metanol, acetona, dimetilformaldeído, dimetilsulfóxido, clorofórmio e acetonitrila.

iv. Forças intermoleculares dipolo-induzido, dipolo-dipolo e interação ligação de hidrogênio;

As forças intermoleculares são a forma como moléculas iguais interagem entre si para se manterem unidas. São extremamente importantes, uma vez que influenciam diretamente em propriedades como solubilidade, pontos de fusão, ebulição etc., e na química podemos citar três forças intermoleculares: dipolo-induzido, dipolo-dipolo e interação ligação de hidrogênio.

A força dipolo-induzido ocorre em moléculas apolares, nas quais os elétrons estão distribuídos de forma uniforme e somente eventualmente podem se acumular em uma região da molécula, criando um polo negativo e outro positivo. É a mais fraca das interações.

A força dipolo-dipolo ocorre entre moléculas polares, que normalmente já apresentam um polo negativo e outro positivo, de forma que o polo negativo de uma molécula interage com o polo positivo de outra molécula, e vice-versa.

A interação ligação de hidrogênio ocorre entre moléculas polares, no entanto, somente aquelas que possuem hidrogênio diretamente ligado a átomos de flúor, oxigênio ou nitrogênio. É a mais forte das interações (Atkins; Jones, 2011; Brown, *et al.*, 2008).

As moléculas de curcumina podem apresentar interações intermoleculares dipolo-induzido, dipolo-dipolo e interação ligação de hidrogênio.

v. Oxidação e redução.

A oxidação ocorre quando o elemento perde elétrons e o seu número de oxidação (Nox) aumenta. A redução ocorre quando um elemento ganha elétrons, sofrendo redução do Nox (Cezar; Lisboa, 2011).

Tópico 3: Atividade antioxidante da cúrcuma.

Antioxidante é considerada qualquer substância que impeça, diminua ou repare os danos oxidativos em uma molécula-alvo. Os danos oxidativos são causados principalmente pela ação de radicais livres, ou seja, átomos ou moléculas que possuem um número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica, sendo instáveis e altamente reativos, sempre buscando capturar elétrons das células à sua volta, desta forma, agindo como agente oxidante (Dossiê, 2009).

Sob condições normais, os radicais livres são essenciais para o funcionamento do organismo. Porém, quando em excesso, passam a atacar células sadias. Para regular a ação dos radicais livres no organismo, existem os sistemas de defesa antioxidante, que têm seu poder intensificado com o consumo de alimentos que apresentam características antioxidantes. Deste modo, de acordo com Marchi (2016), pode-se atribuir à curcumina a capacidade de aplicação medicinal, visto que a capacidade antioxidante da mesma atua na redução da peroxidação lipídica e no aumento das atividades enzimáticas, além de apresentar atividade anti-inflamatória devido a inibição da atividade de moléculas causadoras das inflamações. Além das propriedades citadas, Marchi (2016) também cita atividades da curcumina e dos outros curcuminóides no Sistema Nervoso Central de ratos como antidepressivos, no tratamento de doenças neurológicas e neurodegenerativas, como Parkinson e até mesmo Alzheimer, porém são estudos ainda não comprovados em humanos e não deve ser realizada qualquer substituição de medicamentos sem a orientação de um médico.

A curcumina apresenta as propriedades inibidoras, principalmente antioxidantes, devido a sua capacidade de doar elétrons, quando se encontra em sua forma enólica, ou doar átomos de hidrogênio, ao apresentar forma cetônica, assim, permitindo estabilizar espécies reativas como os radicais livres ou metais, carregados positivamente, geradores de radicais livres. Esta atividade pode ser atribuída ao metileno α às carbonilas, que doam hidrogênio, e as hidroxilas fenólicas, que possuem um par de elétrons livre (DOSSIÊ, 2009).

RETORNANDO À PRÁTICA SOCIAL

Ao final desta aula, espera-se que o estudante possa compreender a razão pela qual algumas substâncias são antioxidantes, assimilando os conteúdos trabalhados na disciplina de química com situações extraclasse. Espera-se também que o estudante domine o conteúdo de química relacionado a: fórmulas molecular e estrutural; funções orgânicas, nomenclatura e classificação de cadeias carbônicas; propriedades físicas e químicas; tipos de ligação; forças intermoleculares; oxidação e redução. A partir dos conhecimentos adquiridos, os alunos poderão discutir a temática com as pessoas do seu convívio social e inserir o consumo da cúrcuma no seu cotidiano, cientes dos benefícios trazidos por este e confirmando ou não sua eficácia prática.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L.; **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Bookman Companhia Ed., 2011.
- BROWN, T. L.; LEMAY JR., H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química**: a ciência central. 9. ed. Pearson Prentice Hall do Brasil, 2008.
- CEZAR, J.; LISBOA, F. **Ser protagonista - Química**. Editora SM, vol. único, 2011.
- COLLINO, L. **Curcumina**: de especiaria a nutracêutico. Universidade Estadual Paulista. Araraquara, SP, 2014.
- DOSSIÊ: os antioxidantes. **Food Ingredients Brasil**. São Paulo, n. 6, p. 16-30, 2009.
- GRASSO, E. da C.; AOYAMA, E. M.; FURLAN, M. R. Ação antiinflamatória de curcuma longa I. **Revista Eletrônica Thesis**, São Paulo, ano xiv, n. 28, p. 117-129, 2º semestre, 2017.

MARCHI, J. P.; TEDESCO, L.; MELO, A. da C.; FRASSON, A. C.; FRANÇA, V. F.; SATO, S. W.; LOVATO, E. C. W. et al. **Curcuma longa L., o açafrão da terra, e seus benefícios medicinais.** Arq. Cienc. Saúde UNIPAR, Umuarama, v. 20, n. 3, p. 189-194, set./dez. 2016.

SANTOS, V. S. dos. **Curcuma.** **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/saude/curcuma.htm>. Acesso em: 13 set. 2021.

SILVA, F. E. da. **A química e as especiarias:** uma abordagem temática para o ensino médio. Universidade de Brasília, 2011.

SOLOMONS, T. W. G.; FRUHLE, C. B. **Química Orgânica.** 7. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 2001.

SUETH-SANTIAGO, V.; MENDES-SILVA, G. P.; DECOTÉ-RICARDO, D.; de LIMA, M. E. F. Curcumina, o pó dourado do açafrão-da-terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. **Quim. Nova**, v. 38, n. 4, p. 538-552, 2015.

APÊNDICE I – ATIVIDADE EXTRACLASSE

COLÉGIO ESTADUAL ENEDINA ALVES

QUÍMICA

Professora: Kátia Aparecida de Souza

Professora: Samanta Garcia Roceti

Aluno(a) _____

Turma: _____ Data: ___/___/____

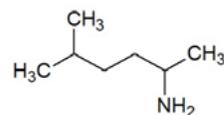
ATIVIDADE AVALIATIVA

REVISÃO

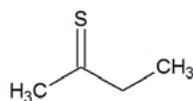
Critérios de avaliação: as questões podem ser resolvidas fora da ordem, desde que estejam numeradas. Serão avaliados os conhecimentos a respeito do conteúdo de Química trabalhados na aula de revisão. Organização e clareza na argumentação das respostas dissertativas serão levadas em consideração.

1. Quais as principais atividades biológicas da cúrcuma?
2. Dê a fórmula molecular e calcule a massa molar das moléculas a seguir:

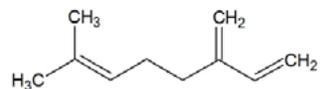
a.



b.



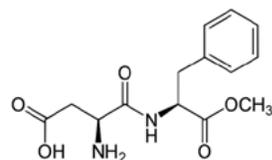
c.



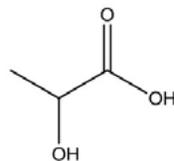
3. As moléculas podem realizar *interação intermolecular*. As interações intermoleculares exercem influência sobre diferentes propriedades físicas de um composto, como temperatura de fusão, temperatura de ebulição e solubilidade. Cite os tipos de interações intermoleculares existentes e explique como elas funcionam.

4. Cite os grupos funcionais de cada uma das moléculas a seguir e classifique as cadeias carbônicas como: homogênea ou heterogênea; saturada ou insaturada; aberta ou cíclica; aromática ou alifática.

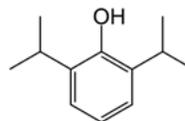
a.



b.

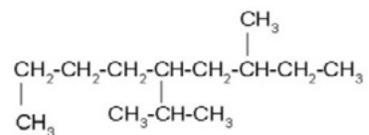


c.

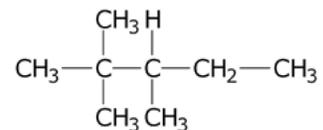


5. O que são carbonos primários, secundários e terciários?

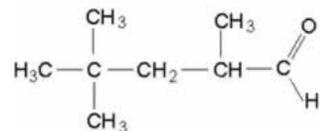
a. Identifique na cadeia os carbonos primários.



b. Identifique na cadeia os carbonos secundários.



c. Identifique na cadeia os carbonos terciários.



6. Os radicais livres são moléculas instáveis, deficientes em elétrons, que atacam outras moléculas para se estabilizarem. No nosso organismo existem diversos radicais livres que são essenciais para o seu bom funcionamento, mas quando em excesso acabam atacando células saudáveis e prejudicando nossa saúde. A ingestão de alimentos ricos em antioxidantes é uma boa saída para que nosso sistema de defesa seja intensificado e nossa saúde não seja prejudicada. Vimos que a cúrcuma é um poderoso agente antioxidante. Assim, quais as características conferem esta propriedade.

3

*Andrea Rocha Ferreira
Everton Koloche Mendes Barbosa*

ÁCIDO TIOGLICÓLICO: MENOS RUGAS, MAIS CACHOS – QUAL A QUÍMICA ENVOLVIDA?

Unidade: Funções orgânicas - tiol

Carga horária: 2 h/a.

OBJETIVO GERAL

Permitir que os alunos compreendam a Química por trás dos procedimentos estéticos que envolvem o ácido tioglicólico, articulando o conteúdo científico e conceitual da função orgânica tiol com o tema proposto e fazendo uma relação interdisciplinar com biologia, através da explicação da estrutura do cabelo e da pele.

TÓPICOS DE CONTEÚDOS E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tópico 1: A estética, o mercado de consumo e os tratamentos químicos.

Objetivo específico: Discutir sobre a manipulação da mídia na indústria da beleza e as consequências dessa manipulação na escolha das pessoas, a fim de que se assuma uma postura mais crítica frente a essa realidade. Discutir sobre a relação dos tratamentos estéticos com a Química.

Tópico 2: Esfoliação facial, permanente capilar e o ácido tioglicólico.

Objetivo específico: Explicar a composição Química do cabelo e da superfície da pele, especificando a principal proteína que os compõe. Discutir sobre as propriedades de diferentes tipos de cabelo (elasticidade, curvatura dos fios), a partir da compreensão científica da estrutura do cabelo. Compreender os aspectos químicos do permanente capilar e da ação esfoliante do ácido tioglicólico.

Tópico 3: Tióis.

Objetivo específico: Trazer, por meio das propriedades do ácido tioglicólico, as propriedades gerais da função orgânica tióis. Explicar a nomenclatura, a reatividade e fazer exercícios no quadro, com a participação dos alunos.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

O que os alunos devem saber (pré-requisitos): Ligações químicas; interações intermoleculares; conteúdos fundamentais de Química orgânica, tais como as propriedades do carbono e o conceito de função orgânica. O que é uma proteína e qual a sua estrutura; aminoácidos e ligação peptídica. O que são ácidos e bases, propriedades periódicas. Propriedades e nomenclatura dos álcoois.

O que os alunos já sabem (hipótese): Os alunos podem ter conhecimento básico dos procedimentos estéticos de esfoliação da pele, cacheamento e alisamento dos cabelos por meio de produtos

químicos, seja por ouvir falar, conhecer alguém que já realizou esses tratamentos ou por experiência própria.

O que os alunos gostariam de saber (possíveis curiosidades): Como funciona a esfoliação da pele por agentes químicos? Como os esfoliantes diminuem marcas de expressão? Como agem os produtos químicos que alisam e/ou cacheiam os cabelos? Por que alguns processos de alisamento e cacheamento são reversíveis enquanto outros não? Por que alguns cabelos são cacheados e outros lisos? Existem efeitos indesejáveis do ácido tioglicólico?

PROBLEMATIZAÇÃO

Dimensões do conteúdo a serem trabalhadas

Conceitual/científica: O que é ácido tioglicólico? Qual a sua estrutura? A qual(is) grupo(s) funcional(is) pertence? Como é a estrutura química dos cabelos e da pele? Como o ácido tioglicólico age sobre eles? O que são tióis? Qual a estrutura e propriedade dos tióis? Quais outros exemplos de tióis além do ácido tioglicólico?

Econômica/social: Por que algumas pessoas optam por tratamentos de pele e dos cabelos? Como a indústria midiática interfere na escolha por esses tratamentos?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

Tópico 1: A estética, o mercado de consumo e os tratamentos químicos.

Dimensões: Econômica/social

Neste tópico faremos, por meio de uma discussão oral, um levantamento prévio do conhecimento dos alunos a respeito dos tratamentos estéticos e de como eles estão relacionados com a Química. A partir disso, problematizaremos o tema discutindo como a busca por tratamentos estéticos pode ser influenciada pelas indústrias midiáticas e pelo movimento do mercado de consumo em favor de um padrão de beleza.

A ação didático-pedagógica será a exposição oral dialogada do assunto. Os recursos materiais serão *datashow* (apresentação de *slides*) e *notebook*.

Tópico 2: Esfoliação facial, permanente capilar e o ácido tioglicólico.

Dimensões: Conceitual/científica

Neste tópico explicaremos, primeiramente, a fisiologia do cabelo. Retomaremos brevemente o significado de aminoácido e proteína, para então explicar qual é o principal aminoácido que constitui o cabelo (a cisteína), sua estrutura e quais são e como ocorrem as interações moleculares e intermoleculares da proteína que ele forma (a queratina). Mostraremos a estrutura da queratina e falaremos da importância dessa proteína para o cabelo. Explicaremos o que são as pontes dissulfeto e como elas interferem na forma do cabelo. Falaremos sobre os constituintes da fibra capilar. Em seguida, mostraremos a estrutura da pele, explicando quais são e de que constituem as três camadas da pele, com enfoque na camada mais externa. Depois, falaremos sobre o ácido tioglicólico e seu uso nesses tratamentos. Mostraremos a estrutura molecular do ácido em questão, citando seus grupos funcionais e falando de sua reatividade. Explicaremos então como ele é aplicado nos cabelos e na pele e que tipo de efeito ele provoca na molécula de queratina.

A ação didático-pedagógica constituir-se-á de exposição oral dialogada do conteúdo. Os recursos materiais utilizados serão *datashow* (apresentação de *slides*) e *notebook*, quadro e pincel.

Tópico 3: Tióis.

Dimensões: Conceitual/científica

A partir do ácido tioglicólico, explicaremos o que é o grupo funcional tiol. Abordaremos sua estrutura e ensinaremos como identificar esse grupo nos compostos que o apresentam. Em comparação com a função orgânica álcool, serão abordadas as propriedades físico-químicas do grupo tiol nas moléculas (ligação entre enxofre e hidrogênio, acidez, ponto de ebulição, odor e estado físico). Por último, explicaremos a nomenclatura oficial dos tióis. Ao longo de toda essa explicação, utilizaremos como exemplo outros compostos que contenham a função orgânica estudada, para enriquecimento da aula.

As ações didático-pedagógicas constituir-se-ão de exposição oral dialogada do conteúdo. Os recursos materiais utilizados serão *datashow* (apresentação de *slides*) e *notebook*, quadro e pincel.

Avaliação (formas de se identificar a catarse)

Expressão da síntese (instrumentos de avaliação): a avaliação será diagnóstica, processual e formativa. Como avaliação final do conteúdo trabalhado na aula, entregaremos aos alunos, ao final da aula, um questionário (Apêndice I), contemplando as dimensões planejadas.

SÍNTESE DO ALUNO

Tópico 1: A estética, o mercado de consumo e os tratamentos químicos.

Atualmente existem inúmeros tratamentos estéticos e muitas são as pessoas que se utilizam deles, seja para que se sintam bem consigo mesmas e/ou para seguir um padrão estabelecido pela cultura de massa, o qual se denomina moda. A mudança de aparência, seja ela radical ou não, tem sim uma certa imposição midiática, principalmente por meio das propagandas, dos conteúdos na internet, na televisão etc. O mercado da beleza, isto é, aquele responsável pela fabricação e distribuição dos cosméticos, tem crescido constantemente devido à exigência desses padrões impostos. Cabe destacar que é a ascensão desse mercado que impulsionou (e tem impulsionado cada vez mais) o estudo e utilização dos conhecimentos da Química para fins estéticos.

É importante, porém, não enxergar apenas o lado ruim disto. Os tratamentos estéticos envolvem também a questão do bem-estar, uma vez que a pessoa, independentemente das imposições da mídia, pode se valer deles para que se sinta bem com a sua própria aparência. Além de envolver, algumas vezes, questões de saúde (principalmente nos tratamentos de pele). A Química está envolvida nesse ramo, tanto no que se refere à síntese dos compostos utilizados nos cosméticos, como ao estudo da aplicabilidade desses compostos para os tratamentos estéticos. Porém, ela não deve ser vista apenas como objeto do qual a mídia se vale para impor padrões de beleza, uma vez que a questão da beleza é também algo de interesse da população em geral.

Tópico 2: Esfoliação facial, permanente capilar e o ácido tioglicólico.

A fibra de cabelo é uma proteína, ou seja, um polímero biológico de aminoácidos unidos por ligações peptídicas. Existem cerca de 20 aminoácidos que constituem a queratina, sendo que o mais presente é a cisteína. Assim como todo aminoácido, a cisteína possui um carbono central ligado a quatro grupos diferentes: um átomo de hidrogênio, a função ácido carboxílico e a função amina, sendo esta última primária. O quarto grupo é um radical, que no caso da cisteína é o CH_2SH (Oliveira, 2013).

A molécula de queratina possui duas conformações diferentes, isto é, pode arranjar-se geometricamente de duas formas: nas conformações alfa e beta. Nas α -queratinas, a cadeia peptídica enrola-se sobre si mesma, no formato de uma hélice. Já nas β -queratinas, as cadeias ficam semiestiradas, dispostas paralelamente (Oliveira, 2013).

Uma característica da α -queratina comparada a outros tipos de proteínas é o grande conteúdo de enxofre (S) presente nos resíduos de cisteína. Quando duas ou mais α -hélices estão próximas, as cadeias laterais dos aminoácidos de diferentes proteínas criam ligações covalentes enxofre-enxofre, difíceis de serem rompidas, chamadas de ligações dissulfeto. Ainda podem ocorrer outros tipos de interações, sejam elas intermoleculares ou iônicas. Tais interações conferem estabilidade e resistência mecânica aos fios de cabelo. É também a forma como se dão essas interações que determina a forma macroscópica do cabelo, isto é, se serão cacheados ou lisos (Delfini, 2011; Oliveira, 2013).

A fibra capilar é constituída do conjunto de moléculas de queratina que se entrelaçam formando macrofibras. Várias macrofibras são envolvidas por uma matriz amorfa, que é o córtex. O córtex constitui-se água, lipídeos, melanina e outros compostos. Ao redor

dessas camadas, encontra-se a cutícula do cabelo, que protege o fio e evita a saída de água (Delfini, 2011).

A pele é constituída por três camadas principais, as quais são: a epiderme, a derme e a hipoderme, cada uma exercendo funções específicas. A epiderme é a camada mais externa da pele, servindo de barreira protetora contra o ambiente externo. As células da pele passam por um processo de renovação, em que novas células nascem e as células mortas vão sendo acrescidas ao tecido epitelial e aos poucos vão sendo eliminadas com a descamação da pele. A parte mais externa da epiderme é composta por células denominadas queratinócitos, ricas em queratina (Caregnatto *et al.*, 2011).

Na pele jovem, os queratinócitos envelhecidos são eliminados facilmente através da renovação celular, que é um processo natural. Porém, na pele madura, essas células acumulam-se na superfície da pele, tornando-a mais espessa e ressecada. Quando isso ocorre, torna-se conveniente realizar a retirada dos queratinócitos em excesso, que nada mais é do que a esfoliação. Com a diminuição da quantidade de queratina na superfície da pele, além de tornar-se mais lisa e homogênea, a pele torna-se mais permeável, e, portanto, suscetível da penetração de cremes faciais e outros cosméticos, aumentando seu efeito (Caregnatto *et al.*, 2011).

O tratamento, tanto dos cabelos quanto da pele, pelo ácido tioglicólico segue o mesmo princípio, que é a quebra da ligação dissulfeto na cisteína. No caso do cabelo, ocorrerá a desnaturação de todas as α -queratinas, fazendo com que o cabelo perca irreversivelmente a sua aparência original. Em seguida, segue-se a “moldagem” do cabelo: o cabeleireiro imprime no cabelo a forma desejada (enrola os fios, no caso de se querer um cabelo cacheado; ou os estica, se quiser um cabelo liso). Aplica-se então um agente oxidante, para que o cabelo mantenha aquela forma desejada. Este processo é conhecido como permanente (Caregnatto *et al.*, 2011, Delfini, 2011; Oliveira, 2013).

Tópico 3: Tióis.

O ácido tioglicólico é um α -tioácido, isto é, possui em sua estrutura o grupamento carboxílico e o grupo tiol no carbono alfa. O grupo tiol, por sua vez, é um análogo sulfurado de um álcool, ou seja, ocorre a substituição do oxigênio de um álcool por um átomo de enxofre. Esse grupo corresponde, em estrutura, à ligação entre um átomo de enxofre e um átomo de hidrogênio. Os compostos organossulfurados, então, são formados pela ligação entre o tiol e um radical orgânico. São compostos conhecidos pelos seus cheiros desagradáveis, como, por exemplo, o etanotiol (adicionado ao gás natural), o 1-propanotiol (encontrado em cebolas) e o sulfeto de hidrogênio (Solomons, 2002).

Comparando os análogos do enxofre e do oxigênio, pode-se perceber outras diferenças além do odor. Os compostos com o grupo $-SH$ são ácidos bem mais fortes em relação aos seus análogos de oxigênio, em razão de o átomo de enxofre ser maior e mais polarizado. A ligação $S-H$ dos tióis, por sua vez, é mais fraca que a ligação $O-H$ dos álcoois, logo o átomo de hidrogênio ácido do grupo tiol sai mais facilmente (Solomons, 2002).

Com relação ao ponto de ebulição, os tióis atingem-no em uma temperatura mais baixa do que os álcoois de estrutura molecular comparável. Isso ocorre porque os álcoois possuem uma interação intermolecular mais forte do que os tióis. Os grupos $-OH$ interagem entre si por meio de ligação de hidrogênio, devido à alta eletronegatividade do oxigênio. Já os grupos $-SH$ interagem por meio de interação dipolo-dipolo, que não é tão forte quanto a ligação de hidrogênio (Solomons, 2002).

A nomenclatura oficial (segundo a IUPAC) dos tióis é dada, primeiramente, pelo número de átomos de carbono presente na cadeia principal (met- para um carbono, et- para dois, prop- para três, but- para quatro e assim por diante). Depois, tem-se o infixos, que

indicará a existência ou não de ligações duplas ou triplas na cadeia carbônica principal: -an, quando todas as ligações são simples, -en, quando há ligação dupla, e -in, quando há ligação tripla. No caso da existência de grupos substituintes, deve-se, antes da cadeia, indicar em qual carbono está presente e o nome do grupo. O número do carbono em que há a ligação dupla ou tripla também deve ser indicado, anteriormente ao prefixo -en ou -in. O sufixo será -tiol, indicando o grupo funcional a que pertence (Solomons, 2002).

RETORNANDO À PRÁTICA SOCIAL

A partir da aula, pretende-se que os alunos adquiram como nova postura prática a compreensão da relação entre a indústria midiática e a imposição de padrões de beleza na sociedade, tomando uma postura crítica frente a isso. Pretende-se que eles adquiram uma visão ampliada sobre os tratamentos estéticos e sua relação com a Química. Com esse conhecimento, o aluno poderá enxergar a Química no seu cotidiano e a partir disso pensar além dele, isto é, de uma forma científica. Os alunos podem divulgar esse conhecimento com outras pessoas, discutindo sobre os assuntos tratados na aula. Podem também ler sobre o assunto em notícias e outros meios, buscando compreender cientificamente as informações que tratem da Química presente nos cabelos, na pele e nos tratamentos estéticos.

Os alunos podem pesquisar mais informações sobre o ácido tioglicólico, identificando se há outras aplicações, ou até mesmo pesquisar sobre outros compostos também utilizados em tratamentos capilares e faciais. Eles saberão identificar a função orgânica tiol em outros compostos, ao ler uma revista de Química, por exemplo, ou em aulas posteriores. Por meio dessa identificação, poderão ter um entendimento sobre as propriedades físicas e químicas desses outros compostos que estiverem estudando ou lendo sobre.

REFERÊNCIAS

CAREGNATTO, B. D.; GARCIA, G. A; FRANÇA, A. J. V. B. D. V. **Estudo comparativo entre esfoliante químico e enzimático no processo de esfoliação facial.** Santa Catarina: Universidade do Vale do Itajaí, 2011.

DELFINI, F. N. A. **Ativos alisantes em cosméticos.** 47 p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2011.

OLIVEIRA, V. G. **Cabelos:** uma contextualização no ensino de química. PIBID Unicamp – Subprojeto Química. Campinas, 2013.

SOLOMONS, T. W. G. **Química orgânica.** 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

APÊNDICE I

Nome: _____

_____ Nº _____ 3º ano A

Colégio Estadual Marie Curie

Disciplina de Química

Atividade avaliativa referente à aula “Ácido Tioglicólico: menos rugas, mais cachos – qual a Química envolvida?”

Professores: Andrea Rocha e Everton Koloche

Critérios de avaliação: clareza, coerência e argumentação nas respostas com base nos conteúdos abordados nas aulas.

1. Leia a tirinha a seguir.



Fonte: extraído de: <https://tpmidia.wordpress.com/tag/calvin-e-haroldo/>.

Perceba que, de forma irônica, a tirinha faz uma crítica a um meio de comunicação de massa. Atente para a frase do segundo quadrinho, no trecho em que o menino agradece à TV pela “**insidiosa⁶ manipulação dos desejos humanos para fins comerciais**”

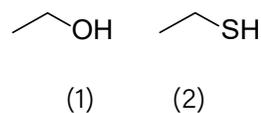
6

Insidiosa: que prepara ciladas; enganadora, traiçoeira, perversa. Em sentido figurado, algo que parece benigno, mas pode ser ou tornar-se grave e perigoso.

Refleta sobre essa frase e, a partir do que foi trabalhado e discutido em sala de aula, responda:

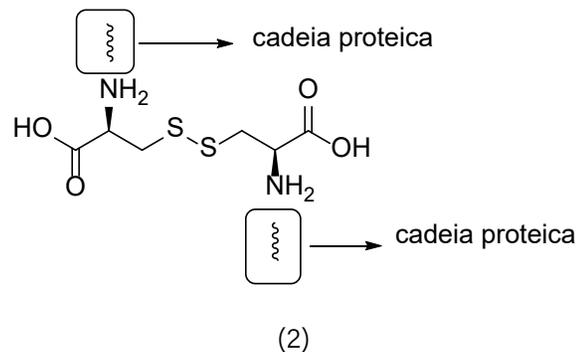
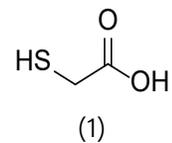
- Qual a relação entre a indústria midiática e a escolha por tratamentos de beleza?
- Como a Química está relacionada com tudo isso? Aponte aspectos positivos e/ou negativos. **Dica:** você pode pensar no papel dos conhecimentos da Química para o aprimoramento do mercado de cosméticos e no desenvolvimento de novas técnicas de estética.

2. Analise as duas estruturas moleculares a seguir e responda aos itens a), b) e c).



- Qual é o grupo funcional presente em cada estrutura apresentada acima? Dê a nomenclatura oficial dos dois compostos indicados, segundo a IUPAC.
- Qual dos dois compostos tem maior caráter ácido? Explique.
- Qual das estruturas apresenta menor ponto de ebulição? Justifique.

3. Conforme trabalhado na aula, o ácido tioglicólico (estrutura 1) é um composto utilizado em tratamentos estéticos como a esfoliação na pele e a permanente capilar. Um constituinte fundamental, tanto da fibra capilar quanto da pele, é a queratina (estrutura 2), que, conforme vimos, é uma proteína constituída de vários aminoácidos, dentre os quais destaca-se a cisteína. Com base nisso, responda os itens a) e b).



- Qual é a reação química que ocorre entre o ácido tioglicólico e a molécula de queratina? Explique como ela acontece.
- Relacione essa reação com os tratamentos estéticos citados no enunciado. De que maneira essa reação pode gerar os resultados esperados com esses tratamentos

4

*Erick Rocatelli
Rafael Rocha Ferreira*

A QUÍMICA DOS ADOÇANTES

Unidade de conteúdo: Funções mistas e múltiplas

Carga horária: 2 h/a.

OBJETIVO GERAL

Discutir os tipos de adoçantes existentes, suas composições químicas, como são produzidos, seus benefícios e riscos à saúde, sua importância na economia e suas relações com o meio ambiente.

TÓPICOS DE CONTEÚDOS E OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Tópico 1: Educação e o cotidiano.

Objetivo específico: Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos.

Tópico 2: Paladar e o gosto doce.

Objetivo específico: Explicar como funciona o paladar, focando no gosto doce.

Tópico 3: Características dos adoçantes.

Objetivo específico: Distinguir os diferentes tipos de adoçantes (naturais, artificiais, nutritivos e não nutritivos) e o impacto que os mesmos causam na saúde e economia dos seres humanos.

Tópico 4: Funções mistas.

Objetivo específico: Apresentar, de maneira geral, como são as composições químicas dos adoçantes para evidenciar as funções mistas e múltiplas presentes neles e como se dão suas nomenclaturas.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

O que os estudantes devem saber (pré-requisitos):

As características de todas as funções orgânicas: éteres, ésteres, aldeídos, cetonas, álcoois, haletos de alquila, ácidos carboxílicos, aminas, amidas etc.

O que os alunos podem dizer sobre o conteúdo da aula (hipótese):

- Açúcar é doce.
- Açúcar engorda e adoçante não.
- Adoçantes fazem mal à saúde.
- Adoçantes têm gosto estranho.
- Adoçantes naturais são mais saudáveis.

O QUE OS ALUNOS GOSTARIAM DE SABER (CURIOSIDADES):

- Como sentimos o gosto doce?
- Por que alguns adoçantes são chamados de edulcorantes?
- Açúcar é um adoçante?
- Por que engordamos ao ingerir açúcar?
- Qual a diferença entre o açúcar normal, o açúcar refinado, o açúcar demerara e o açúcar mascavo?
- Quais são as características dos adoçantes?
- Onde os adoçantes são utilizados? Por quê?
- Por que adoçantes artificiais não engordam?
- Por que os diabéticos não podem consumir açúcar?
- Os adoçantes artificiais podem trazer algum risco à saúde?
- Qual é a quantidade de adoçantes que podemos consumir?
- Do que os adoçantes são feitos?
- O que são funções mistas?
- Qual a importância de estudar os adoçantes e as funções mistas em minha vida?

PROBLEMATIZAÇÃO

Dimensões do conteúdo a serem abordadas:

Científica: Por que sentimos gosto pela língua? Qual a diferença entre adoçante nutritivo e não nutritivo? Qual a diferença entre gosto e sabor? Qual a diferença entre o adoçante natural e o adoçante artificial? Quais as diferenças entre os tipos de açúcares usados na cozinha? Como se dão as nomenclaturas das funções múltiplas e mistas? Como são as estruturas químicas dos adoçantes?

Conceitual: O que são adoçantes? O que são edulcorantes? O que são funções mistas?

Econômica: Qual a importância econômica dos edulcorantes?

Histórica: Qual foi o primeiro adoçante natural a ser extraído? Onde, quando e como foi isso? Quem sintetizou o primeiro adoçante artificial? Como e quando foi isso?

Legal: Quais leis regulamentam a produção e consumo dos adoçantes?

Saúde: Quais os riscos e benefícios que os adoçantes apresentam à nossa saúde? Qual a quantidade indicada para o consumo dos adoçantes?

Social: Vocês consomem adoçantes? Os adoçantes estão presentes em quais produtos e alimentos que utilizamos?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

Tópico 1: Educação e cotidiano.

Dimensões do conteúdo: Conceitual/social

Problematização: Vocês consomem adoçantes? O que são adoçantes?

Conteúdo e sua sequência:

- Explicar a definição de aditivos alimentícios usando como exemplo os aditivos encontrados em alimentos industrializados;
- Apresentar o conceito de adoçantes relacionando-os aos aditivos e à percepção doce do paladar humano.
- Discutir sobre onde se encontram os aditivos nos produtos que os alunos consomem diariamente, com foco nos adoçantes.

Ações didático-pedagógicas ao longo das aulas:

- Debates orais e exposição oral dialogada.

Recursos e material:

- Projetor de *slides*, *slides*, cabo para projeção e computador.

Tópico 2: Paladar e o gosto doce.

Dimensão do conteúdo: Científica

Problematização: Por que sentimos gosto pela língua? Qual a diferença entre gosto e sabor?

Conteúdo e sua sequência:

- Explicar o funcionamento do paladar, mostrando como os receptores gustativos da língua são capazes de identificar as diferentes composições dos alimentos.
- Discutir como o olfato pode interferir na percepção total do sabor de um alimento.
- Apresentar imagens que representem os receptores gustativos e nasais para explicar o conceito de sabor.

Ações didático-pedagógicas:

- Discussões orais e exposição oral dialogada.

Recursos:

- Projetor de *slides*, *slides*, cabo para projeção e computador.

Tópico 3: Características dos adoçantes.

Dimensões do conteúdo: Científica/conceitual/econômica/histórica/legal/saúde/social

Problematização: Qual a diferença entre o adoçante natural e o adoçante artificial? Qual foi o primeiro adoçante utilizado pelos humanos? Quando foi isso? Qual foi o primeiro adoçante natural a ser extraído? Onde, quando e como foi isso? Quem sintetizou o primeiro adoçante artificial? Como e quando foi isso? Qual a diferença entre adoçante nutritivo e não nutritivo? O que são edulcorantes? Os adoçantes estão presentes em quais produtos e alimentos que utilizamos? Quais os riscos e benefícios que os adoçantes apresentam à nossa saúde? Qual a quantidade indicada para o consumo dos adoçantes? Quais leis regulamentam a produção e o consumo dos adoçantes? Qual a importância econômica dos edulcorantes?

Conteúdo e sua sequência:

Apresentar as diferenças entre adoçantes naturais e adoçantes artificiais empregando exemplos de adoçantes usados no cotidiano dos alunos. Em seguida, contar a história de como os adoçantes foram usados pela humanidade, começando pelo mel, passando pela sacarose e posteriormente para a sacarina. Discutir brevemente os métodos que os humanos utilizaram inicialmente para a obtenção da sacarose através da cana-de-açúcar e da sacarina, por meio de experimentos em laboratório.

Após o relato histórico, discutir sobre os aspectos nutritivos que envolvem a ingestão de adoçantes pelos humanos, diferenciando, assim, os adoçantes nutritivos dos adoçantes não nutritivos. Em seguida, mostrar como se dão as regulamentações dos adoçantes pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e a indicação de ingestão pela Organização Mundial da Saúde (OMS). E, por último, discutir como o uso dos edulcorantes nos alimentos pode afetar o tamanho da embalagem dos mesmos, provocando uma redução de custos em sua fabricação.

Ações didático-pedagógicas:

Discussões orais e exposição oral dialogada.

Recursos:

- Projetor de *slides*, *slides*, cabo para projeção e computador.

Tópico 4: Funções mistas e múltiplas.

Dimensões do conteúdo: *Científica/conceitual*

Problematização: Como são as estruturas químicas dos adoçantes? O que são funções mistas? Como se dão as nomenclaturas das funções mistas?

Conteúdo e sua sequência:

Apresentar as estruturas químicas de adoçantes que possuem funções mistas e múltiplas em sua composição. Em seguida, explicar os conceitos dessas funções e suas nomenclaturas, debatendo com os estudantes alguns exemplos no quadro.

Ações didático-pedagógicas:

Debate oral, exposição oral dialogada e resolução de exercícios.

Recursos:

Projetor de *slides*, *slides*, cabo para projeção, computador, giz e quadro.

AVALIAÇÃO (FORMAS DE SE IDENTIFICAR A CATARSE)

Expressão da síntese (instrumentos de avaliação): realização de discussões orais e resolução de exercícios durante a aula. Ao final, será entregue aos estudantes um questionário para que resolvam em casa e tragam na próxima aula, retomando assim o conteúdo (Apêndice I).

SÍNTESE MENTAL:

- O que são adoçantes? - Por que sentimos gosto pela língua? - Qual a diferença entre gosto e sabor?

Os adoçantes são aditivos adicionados aos alimentos para lhes conferir o sabor doce. Esse é percebido pelos seres humanos na língua, por meio do paladar, através das papilas gustativas, que, ao entrarem em contato com as moléculas dos adoçantes, emitem um sinal sensorial ao cérebro, o qual os interpreta como a sensação doce (Neto; Ornellas, 1998). O gosto é uma sensação atribuída apenas à língua e cada pessoa possui uma sensibilidade diferente; já o sabor é a sensação causada pela junção do paladar com o olfato e pode variar por estímulos do ambiente e por nossas emoções (Barreiros, 2012).

- O que são adoçantes naturais e artificiais? - Qual foi o primeiro adoçante utilizado pelos humanos? Quando foi isso? - Qual foi o primeiro adoçante natural a ser extraído? Onde, quando e como foi isso? - Quem sintetizou o primeiro adoçante artificial? Como e quando foi isso?

Os adoçantes naturais são extraídos de plantas ou de alimentos de origem animal. O primeiro adoçante natural utilizado pelos humanos foi o mel, no período paleolítico. Ele também foi muito usado nas civilizações antigas: grega, egípcia e chinesa. Enquanto o primeiro a ser extraído, na forma pura, foi a sacarose, na Índia, no século V, que já era obtida pela técnica de solidificação do caldo da cana-de-açúcar.

Os adoçantes artificiais são aqueles produzidos por reações químicas e normalmente têm um índice de doçura muito mais elevado que os naturais. A sacarina foi o primeiro deles a ser criado: Constantin Fahlberg a sintetizou por meio da mistura de ácido sulfúbenzoico, clorídio de fósforo e amônia. Ele só descobriu o potencial adoçante da substância por meio de um acidente, ou por falta de higiene, quando, logo após ter saído do laboratório em que trabalhava, foi comer um pão sem ter lavado as mãos. Com isso, ele percebeu o forte gosto doce vindo dos resíduos das suas mãos e os associou à mistura química que tinha feito anteriormente em seu trabalho (Barreiros, 2012; Filho; Vieira; Gouveia, 1996).

- O que são adoçantes nutritivos e não nutritivos (edulcorantes)?

Os adoçantes nutritivos são aqueles que apresentam valor calórico significativo e que têm poder de doçura próximo da sacarose, ao passo que os não nutritivos ou edulcorantes (do latim “educorare”, que significa adoçar) são o oposto, possuem baixo ou nenhum valor calórico. Todos os adoçantes nutritivos são naturais, de modo que os não nutritivos podem ser naturais ou sintéticos. Encaixam-se como não nutritivos, também, os adoçantes que têm valor calórico significativo e poder de doçura muito elevado, pois a quantidade usada deles para adoçar um alimento é sempre baixa e, assim, a quantidade de calorias também será baixa (Barreiros, 2012).

- Os adoçantes estão presentes em quais produtos que consumimos? Quais as diferenças entre os tipos de açúcares usados na cozinha?

Os adoçantes são encontrados em muitos produtos e alimentos que utilizamos, como: chicletes, balas, pães, bolachas, refrigerantes, chocolates, cereais matinais, achocolatados, néctares de frutas, pastas de dentes, medicamentos etc. (Barreiros, 2012; Wanke, 2013). Além disso utilizamos os diferentes tipos de açúcares em nossa cozinha, a saber: açúcar cristal, açúcar mascavo, açúcar demerara e açúcar refinado. As diferenças entre esses açúcares estão relacionadas à quantidade de nutrientes e vitaminas que cada um possui — quanto mais claro e mais fino for o açúcar, menos desses nutrientes e vitaminas ele possui, pois sofreu mais processos de refinamento e clareamento.

- Quais os riscos que os adoçantes apresentam à nossa saúde?

Os adoçantes naturais, se consumidos de forma inapropriada, podem gerar problemas cardíacos, obesidade e diabetes. Alguns artificiais não são metabolizados pelo organismo, sendo totalmente excretados pelo organismo, e, quando ingeridos em doses altas, podem levar à diarreia.

Outro suposto risco dos adoçantes artificiais era a carcinogenicidade, pois, em pesquisas feitas com ratos que tomaram doses altas de edulcorantes, foi descoberta a presença de alguns tipos de câncer — mas nunca foi provado efeito semelhante nos seres humanos (Barreiros, 2012; Filho; Vieira; Gouveia, 1996; Wankenne, 2013).

- Por que os diabéticos não podem consumir açúcar?

Os diabéticos são pessoas que possuem baixos níveis de insulina (hormônio responsável por metabolizar a glicose) no organismo e, se consumirem alimentos com muita quantidade de glicose, sem injetar insulina, eles entram num quadro de hiperglicemia, podendo, dessa forma, surgir problemas como: cegueira, falência dos rins e lesões nos nervos, entre outros (Barreiros, 2012; Filho; Vieira; Gouveia, 1996; Wankenne, 2013).

- Quais os benefícios que os adoçantes apresentam à nossa saúde?

Os adoçantes nutritivos estimulam muito o apetite e, quando usados com moderação, são boas fontes de calorias e essenciais para funcionamento do corpo humano, mas, para evitar o mal consumo dos mesmos, quando necessário, e as doenças que advêm disso, é interessante saber substituí-los pelos edulcorantes, pois esses últimos possuem níveis de doçuras e diferentes aromas que podem proporcionar prazeres sensoriais semelhantes sem causar as mesmas doenças que os nutritivos geram (Filho; Vieira; Gouveia, 1996; Wankenne, 2013).

Mas existem alguns adoçantes nutritivos que possuem uma enorme gama de benefícios à saúde e que os açúcares comuns e os edulcorantes não possuem; um exemplo disso é o adoçante xilitol (natural), que possui o mesmo grau de doçura que a sacarose. Ele pode substituir a sacarose em alimentos para pessoas diabéticas, pois o xilitol não precisa de insulina para ser metabolizado (Mussatto; Roberto, 2002). É utilizado também para o tratamento

da osteoporose, uma vez que pesquisas feitas em ratos de laboratório mostram que o xilitol promove o aumento da massa nos ossos, evita o enfraquecimento e aumenta a síntese de colágeno, além de “ativar o processo de calcificação dos ossos e da cartilagem” (Mussatto; Roberto, 2002). São muitos os exemplos de benefícios do xilitol: ele também pode ser utilizado para combater cáries, uma vez que o mesmo não é fermentado pelas bactérias existentes na flora bucal, diferentemente da sacarose, de modo que não ocorre a liberação de ácidos, aumentando o pH do dente e criando uma proteção de íons cálcio e fosfato. Com o pH muito baixo, ácido, o dente fica vulnerável às bactérias, ocasionando assim as cáries (Mussatto; Roberto, 2002). Há outras doenças que podem ser tratadas com o uso do xilitol, como as lesões renais, infecções respiratórias e vários processos inflamatórios. Em todas elas se utiliza este adoçante como suplemento alimentar, uma vez que, de acordo com pesquisas, seu consumo no tratamento de pessoas com essas doenças demonstrou bons avanços em relação à saúde das mesmas (Mussatto; Roberto, 2002).

- Qual a quantidade indicada para o consumo dos adoçantes?

A quantidade para consumo que não apresenta efeitos tóxicos é determinada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pode variar para cada adoçante (Barreiros, 2012). Cada um dos adoçantes possui determinado valor, chamado de Ingestão Diária Aceitável (IDA), que vai definir a quantidade de adoçantes a ser consumida por dia por um indivíduo de acordo com o seu peso. Se determinado indivíduo possui um peso de 91 kg e deseja consumir o adoçante sacarina, por exemplo, ele precisa saber a quantidade do adoçante que pode consumir. O cálculo é simples e feito através de uma regra de três. Veja abaixo:

$$1\text{kg} \text{ ----- } 3,5 \text{ mg}$$

$$91\text{kg} \text{ ----- } X\text{mg}$$

$$X = 318,5 \text{ mg}$$

Sendo que o IDA da sacarina é 3,5 mg/kg, ou seja, para cada 1 kg do peso do indivíduo, pode-se consumir 3,5 mg de Sacarina (Rossoni; Graegin; Moura, 2007).

- Qual lei regulamenta a produção de alimentos com adoçantes?

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) regula o uso dos adoçantes como aditivos indicando a quantidade deles nos produtos alimentícios, de acordo com a resolução RDC de número 18 de 24 de março de 2008 (Anvisa, 2017).

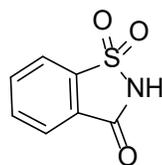
- Qual a importância econômica dos edulcorantes?

A quantidade de edulcorantes para adoçar um alimento é bem menor do que a dos açúcares, pois o poder adoçante da maioria deles é bem maior, logo a utilização destes aditivos (misturados ou não com açúcares) nos alimentos torna as embalagens dos mesmos muito menores e menos volumosas, diminuindo o custo de produção (Wankenne, 2013).

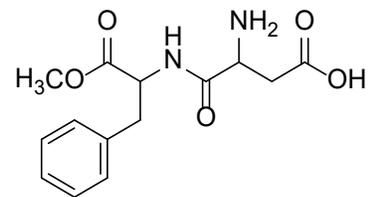
- Como é a estrutura química dos adoçantes? O que são funções mistas e múltiplas?

Os adoçantes não possuem uma estrutura química padrão, pois normalmente são funções mistas, funções múltiplas e sais. As moléculas químicas que possuem mais de uma mesma função orgânica são chamadas de funções múltiplas e as que possuem duas ou mais funções orgânicas diferentes são chamadas de funções mistas (Novais; Antunes, 2016).

Alguns exemplos são as estruturas químicas dos adoçantes sacarina e aspartame, mostradas a seguir:



Sacarina



Aspartame

- Como se dão as nomenclaturas das funções mistas?

Seguindo as normas da IUPAC para a nomenclatura de funções mistas, tem-se: primeiro se determinam quais das funções orgânicas presentes na molécula têm maior prioridade, o que resultará no sufixo; as demais serão utilizadas como prefixo, indicando suas localizações, e o infixo será determinado pelo tamanho da cadeia carbônica e os tipos de ligações contidas nela: simples, dupla e tripla (Rodrigues, 2021). Para saber qual função orgânica tem mais prioridade, deve-se consultar a tabela de prioridades, presente no Apêndice I.

RETORNANDO À PRÁTICA SOCIAL

Ao final dessas aulas, esperamos que os estudantes:

- Tornem-se consumidores conscientes a partir da leitura dos rótulos dos produtos, sabendo optar por adoçantes específicos à sua condição de saúde.
- Reconheçam a presença e importância das funções mistas em seu cotidiano e além dele.
- Discutam o conteúdo aprendido na aula com as pessoas com quem têm contato.

- Saibam identificar as estruturas químicas das funções mistas através de suas nomenclaturas e também realizar o processo contrário.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 18, DE 24 DE MARÇO DE 2008**. Dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos". Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/rdc0018_24_03_2008.html. Acesso em: 3 dez. 2017.

BARREIROS, R. C. Adoçantes nutritivos e não-nutritivos. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, Sorocaba, 2012.

FILHO, O. F.; VIEIRA, I. da C.; GOUVEIA, S. T.; CALAFATTI, S. A. Adoçantes Artificiais. **Química Nova**, São Paulo: 1996.

MUSSATTO, S. I.; ROBERTO, I. C. Xilitol: Edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, 2002.

NETO, O. R.; ORNELLAS, F. R. Teorias moleculares do sabor doce. Análise do modelo de Shallenberger via cálculos mecânico-quânticos de propriedades moleculares das 2-R-5-nitroanilinas. **Química Nova**, São Paulo, 1998.

NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M.T. Compostos com mais de um grupo funcional. *In*: **Química VOLUME 3 - ENSINO MÉDIO**. Curitiba: Positivo, p. 124, 2016.

RODRIGUES, J. A. R. Nomenclatura de Compostos Orgânicos Segundo as Recomendações da IUPAC. Uma Breve Introdução. **Revista Chemkeys**, Campinas, 2011. Disponível em: http://coral.ufsm.br/quimica_organica/images/nomenclat_IUPAC.pdf. Acesso em: 3 jan. 2021.

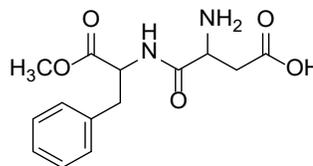
ROSSONI, E.; GRAEGIN, L. B.; MOURA, R. P. Adoçantes presentes na formulação de refrigerantes, sucos e chás diet e light. **Rev FacOdontol**, Porto Alegre, p. 5-11, 2007.

WANKENNE, M. A. Dossiê edulcorantes. São Paulo: **Food Ingredients Brasil**, 2013.

APÊNDICE I – INSTRUMENTO AVALIATIVO

Critérios de avaliação: clareza, coerência e argumentação nas respostas com base nos conteúdos abordados nas aulas.

1. Como funciona o paladar humano?
2. Qual a diferença entre adoçantes artificiais e adoçantes naturais?
3. Por que os adoçantes são classificados em nutritivos e não nutritivos e quais tipos de adoçantes se encaixam nesses termos?
4. O que são edulcorantes?
5. Qual a importância do regulamento da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) para produção dos produtos alimentícios?
6. O professor Erick resolveu fazer uma dieta de baixa caloria. Ele pesa 68 kg e, para isso, substituiu o açúcar de cozinha (sacarose) por sacarina. Sabendo que a Ingestão Diária Aceitável (IDA) da sacarina é de 3,25 mg/kg, quantos gramas de sacarina ele pode consumir por dia?
7. Qual relação você estabelece entre as funções mistas e seu dia a dia?
8. Identifique todos os grupos funcionais presentes na molécula do aspartame (adoçante artificial):



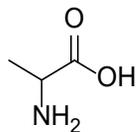
9. Dê a nomenclatura dos seguintes compostos, utilizando-se da tabela de prioridades das funções orgânicas:

Tabela de prioridades

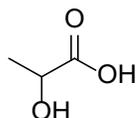
<i>Função Orgânica</i>	<i>Grupamento Funcional</i>	<i>Sufixo</i>	<i>Prefixo (se não for a função prioritária)</i>
Ácido Carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	OICO	CARBOXI
Nitrila	$-\text{C}\equiv\text{N}$	NITRILA	CIANO
Aldeído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	AL	OXO ou FORMIL
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \end{array}$	ONA	OXO
Amina	$-\text{NH}_2$	AMINA	AMINO
Álcool	$-\text{OH}$	OL	HIDROXI
Nitrocomposto	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{N}-\text{O}^{\ominus} \end{array}$	NITRO	NITRO
Éter	$\text{R}-\text{O}-\text{R}$	OXI	OXI

Fonte: autoria própria.

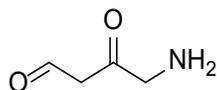
a.



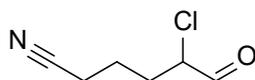
b.



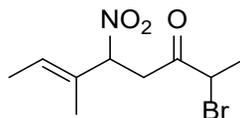
c.



d.



e.



10. Dê a estrutura das seguintes moléculas:

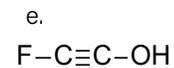
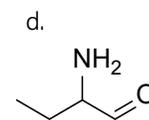
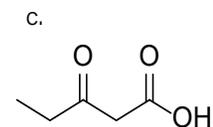
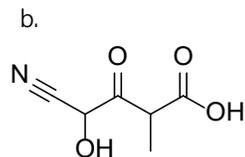
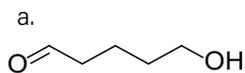
- 5-hidroxi-pentanal.
- Ácido 4-ciano-4-hidroxi-2-metil-3-oxobutanóico.
- Ácido 3-oxopentanóico.
- 2-aminobutanal.
- 2-fluoro-etinol.

APÊNDICE II

Respostas (esperadas) ao questionário:

1. A percepção dos gostos é feita pelas chamadas papilas gustativas, que em contato com as substâncias químicas dos alimentos enviam um impulso nervoso ao cérebro; e esse impulso nervoso é interpretado e traduzido nas diferentes sensações que sentimos.
2. Os adoçantes naturais são os extraídos de plantas ou de alimentos de origem animal e os adoçantes artificiais são os sintetizados por reações químicas.
3. Porque cada adoçante possui um teor calórico diferente; os chamados nutritivos são os que têm valores consideráveis de calorias, enquanto os não nutritivos são o contrário. Porém existem adoçantes não nutritivos que têm níveis consideráveis de calorias, mas, como seus níveis de doçuras são elevados em relação à sacarose, as quantidades consumidas dos mesmos são muito baixas e por isso as calorias também serão baixas.
4. Os edulcorantes são todos os adoçantes dietéticos (de baixo ou nenhum valor calórico) naturais ou artificiais.
5. A Anvisa regulamenta a quantidade necessária de adoçantes que podem ser colocados nos produtos. Através dessa lei, impede-se a ocorrência de problemas relacionados ao consumo por parte da população, uma vez que uma quantidade não monitorada de adoçantes em produtos alimentícios pode acarretar uma série de problemas na saúde pública.

6. 0,221g.
7. (Resposta do aluno).
8. Ácido Carboxílico, Amina, Amida e Éster.
9. **a)** Ácido 2-aminopropanoico; **b)** Ácido 2-hidroxiopropanoico;
c) 3-oxo-4-aminobutanal; **d)** 5-cloro-6-oxohexanonitrila;
e) 2-bromo-6-metil-5-nitrooct-6-en-3-ona.



5

*Bruno Pereira Gabriel
Mayara Fernanda Strada*

METANFETAMINA:
DESCONGESTIONANTE NASAL
OU DROGA ESTIMULANTE?
UMA QUESTÃO DE ISOMERIA

Unidade de Conteúdo: Funções orgânicas - aminas

Carga horária: 1 h/a

OBJETIVO GERAL DA AULA

Apresentar o porquê de alguns compostos químicos de mesma fórmula molecular terem propriedades distintas entre si, abordando, por conseguinte, o conceito de isomeria óptica e os enantiômeros da metanfetamina, como exemplo de composto químico que tem o grupo funcional “amina” e possui quiralidade. Assim, espera-se que os alunos aprendam o que são funções orgânicas com ênfase em aminas, bem como as propriedades químicas destas, a classificação em amina primária, secundária e terciária e, também, em alifáticas, aromáticas e heterocíclicas, além de sua nomenclatura conforme as regras oficiais da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada).

TÓPICOS DO CONTEÚDO E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tópico 1: Funções orgânicas.

Objetivo específico: compreender o que é uma função orgânica tendo como base uma função orgânica específica: a amina.

Tópico 2: Aminas

Objetivo específico: entender a amina como uma função orgânica para, então, compreender suas propriedades, como classificação (amina primária, secundária ou terciária, amina alifática, aromática ou heterocíclica), nomenclatura (IUPAC) e algumas de suas aplicações.

Tópico 3: Metanfetamina

Objetivo específico: relacionar o tema da aula “metanfetamina: descongestionante nasal ou droga estimulante?” com isomeria óptica, para que se compreenda que um isômero da metanfetamina é uma droga estimulante e que seu outro isômero é um descongestionante nasal; identificando que a metanfetamina também é uma molécula pertencente à função orgânica amina.

Tópico 4: Isomeria Óptica

Objetivo específico: abordar o conceito de isomeria e, em seguida, o de isomeria óptica, para então entender o que é: quiralidade, luz polarizada e enantiômeros.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

O que os alunos devem saber (pré-requisitos): Postulados de Kekulé (tetravalência do carbono; encadeamento do carbono, as quatro valências do carbono são iguais entre si e formam ligações covalentes); conceito de função orgânica; amônia; propriedades do nitrogênio; ponto de fusão e ebulição.

O que os alunos podem saber (hipótese): Metanfetamina é uma droga e, portanto, faz mal para a saúde e não possui relação com o descongestionante nasal; a produção de metanfetamina é ilegal, por isso é feita em laboratórios clandestinos; série *Breaking Bad*: metanfetamina é um composto orgânico do tipo cristal e sua produção envolve reagentes perigosos.

O QUE OS ALUNOS GOSTARIAM DE SABER (CURIOSIDADES):

1. Por que a metanfetamina do *Breaking Bad* é azul?
2. Como a metanfetamina é produzida?
3. Por que as substâncias orgânicas são divididas em grupos funcionais?
4. Por que nos rótulos de materiais utilizam-se nomenclaturas complexas?
5. Se a metanfetamina é uma droga estimulante, por que ela é ainda denominada “composto orgânico”?
6. Se ingerir descongestionante nasal, os efeitos serão o mesmo da droga estimulante? A metanfetamina pode ser utilizada como descongestionante nasal?
7. É possível fabricar metanfetamina usando um descongestionante nasal?

PROBLEMATIZAÇÃO

Dimensão científica/conceitual: o que é uma amina? Quais as principais propriedades das aminas? Como elas são classificadas? Importância da nomenclatura de compostos orgânicos – neste caso, as aminas. O que é metanfetamina? A metanfetamina apresenta o grupo funcional “amina” em sua estrutura química? O que é isomeria óptica? O que é quiralidade? Significado de carbono assimétrico ou quiral. Por que um carbono assimétrico determina a isomeria óptica de um composto? Como os enantiômeros são identificados em um laboratório?

Dimensão histórica: quem sintetizou a metanfetamina, em que período histórico e com qual objetivo? A metanfetamina ainda é produzida nos dias de hoje?

Dimensão bioquímica: como a metanfetamina reage com o organismo? E por que um isômero faz mal à saúde e o outro não faz?

Dimensão econômica: quem lucra com a venda da metanfetamina? Qual o país que mais a produz? Por que ficou conhecida como “cocaína de pobre”?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

No início de cada tópico abordaremos com os alunos o que eles já sabem sobre cada assunto específico, identificando dúvidas pontuais, curiosidades, conhecimentos prévios e de senso comum.

Tópico 1: Funções orgânicas.

Neste tópico será abordada a dimensão conceitual/científica. A definição de funções orgânicas será trabalhada utilizando exemplos de moléculas orgânicas, no caso aminas, que serão apresentadas nos *slides*. Essas moléculas-exemplos serão agrupadas conforme suas semelhanças no que tange às propriedades químicas. Ademais, será apresentada na lousa também uma molécula que, embora tenha o elemento nitrogênio em sua estrutura, não é classificada como amina e, portanto, não faz parte do agrupamento usado como exemplo. Nesse momento utilizaremos como ação didático-pedagógica a exposição oral dialogada. Como recursos, utilizaremos lousa, giz, computador e *datashow*.

Tópico 2: Aminas.

As aminas serão explicadas no quadro utilizando alguns exemplos. Explicar-se-á que as aminas são compostos orgânicos derivados da amônia – para tanto será feito um esquema no quadro, que será usado novamente para falarmos sobre a classificação das aminas, primeiramente em primária, secundária e terciária. Em seguida, será abordada a classificação em alifática, aromática e heterocíclica, através de exposição oral dialogada. Após isso, o tema tratado será sobre nomenclatura das aminas conforme os mesmos exemplos (de classificação). Neste tópico também será abordada a dimensão conceitual/científica. Nesse momento utilizaremos como ação didático-pedagógica a exposição oral dialogada. Como recursos, utilizaremos lousa, giz, computador e *datashow*.

Tópico 3: Metanfetamina.

A princípio será desenhada no quadro a molécula de metanfetamina com seu par de enantiômeros (droga estimulante e descongestionante nasal), com os seguintes problemas: essas moléculas são aminas? Elas são iguais? Em seguida será exposto um trecho do seriado *Breaking Bad* para abordarmos o que é a metanfetamina enquanto droga estimulante. Adiante, o mesmo será feito para o descongestionante nasal, e neste momento iremos trabalhar a dimensão histórica e a dimensão bioquímica utilizando os *slides*. Em seguida, a dimensão econômica será trabalhada a partir da leitura de um trecho de um artigo realizado junto aos alunos; além dessas, será trabalhada também a dimensão conceitual/científica. Nesse momento utilizaremos como ação didático-pedagógica a exposição oral dialogada, bem como será comentado e transmitido um vídeo sobre esta molécula. Como recursos, utilizaremos lousa, giz, computador e *datashow*.

Tópico 4: Isomeria Óptica.

Exibiremos um outro trecho do seriado *Breaking Bad* para abordarmos o conteúdo de isomeria óptica. Ademais, será explicado o conceito de isomeria, assim como o de isomeria óptica. Em seguida, a quiralidade será trabalhada utilizando uma molécula tridimensional desenvolvida de forma artesanal, e a explicação será feita no quadro. Além disso, será explicado também o que é um enantiômero – para tanto será utilizada a molécula de metanfetamina como exemplo. Por fim, será apresentado um vídeo que simula como a luz polarizada desvia um par de enantiômeros seguido de uma exposição oral dialogada. Nesse momento utilizaremos como ação didático-pedagógica a exposição oral dialogada e novamente será comentado e transmitido um vídeo sobre quiralidade. Como recursos, utilizaremos lousa, giz, computador, *datashow* e uma molécula confeccionada artesanalmente.

AVALIAÇÃO (FORMAS DE SE IDENTIFICAR A CATARSE) EXPRESSÃO DA SÍNTESE (INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO):

Dissertação em forma de relato tendo as seguintes *questões norteadoras*:

- Explique a função amina a partir da molécula de metanfetamina (o que é a função amina e por que a metanfetamina pode ser classificada como uma amina?).
- Como a metanfetamina pode ser classificada no que tange ao tipo de amina (alifática, aromático ou heterocíclica)?
- Por que a metanfetamina possui aplicação como descongestionante nasal e droga estimulante? Explique também por que a molécula de metanfetamina possui um par de enantiômeros (explicar como esta molécula sofre isomeria óptica, levando em consideração seu carbono quiral).
- Explique por que o descongestionante nasal não possui efeito estimulante.
- Aborde o contexto histórico do surgimento da metanfetamina, isto é: quando ela surgiu? Para que / com qual finalidade ela era utilizada?
- Explique os efeitos nocivos da metanfetamina à saúde.

Critérios de avaliação: clareza, coerência e criticidade na formulação das respostas, tendo como base os conteúdos abordados na aula.

SÍNTESE DO ALUNO:

A metanfetamina foi sintetizada em 1919 no Japão e durante a Segunda Guerra Mundial foi muito utilizada como droga estimulante. Ela é uma amina porque possui em sua estrutura o grupo funcional $-NH$, que caracteriza uma amina secundária. Ela ainda é classificada em amina alifática porque seus grupos substituintes são alquilas. Em sua estrutura há um carbono quiral ou assimétrico, ou seja, possui quatro substituintes diferentes entre si, o que lhe permite sofrer isomeria óptica, uma vez que para isto acontecer é necessário que haja estruturas com a mesma fórmula molecular e com disposição espacial diferente. A metanfetamina possui, assim, dois enantiômeros, pois sofre desvios com direções em sentidos diferentes quando se encontra com luz polarizada, portanto, os isômeros possuem propriedades físico-químicas completamente diferentes; no caso, um atua como droga estimulante enquanto o outro atua como descongestionante nasal, e reagem com os receptores do nosso organismo de forma específica como um modelo de chave-fechadura. Dessa forma, não é possível converter um composto em outro por técnicas laboratoriais simples (Bruice, 2006; Garrett, s/a).

RETORNO À PRÁTICA SOCIAL

Ao final dessa aula, espera-se que os estudantes:

- Compreendam a relação entre o conhecimento científico sobre aminas e isomeria óptica e como está aplicado no seu dia a dia, como em fármacos/drogas.

- Entendam como a química está presente em seu cotidiano, a partir deste exemplo, e como é possível relacioná-la; entretanto, é necessário compreender a importância do estudo não apenas por haver uma aplicabilidade, mas porque o conteúdo é importante por si só e, além disso, o aluno precisa ter uma educação integral para se tornar um cidadão crítico.
- Analisar criticamente os compostos químicos (principalmente fármacos).

REFERÊNCIAS

BRUICE, P. Y. **Química orgânica**. Vol. 2. 4. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2012.

GARETT, R. **Metanfetamina**. Disponível em: http://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=oyVe-9UOUw8dB73tiFxFxIlsygdwrbK-Y1ZzfLuZeTMo8T_e7U3ZpONNIIlRqtlpygbxmwQ3RrhUpxa3_DiPvtQ%3D%3D. Acesso em: 10 dez. 2018.

6

Vinicius Augusto de Melo Gomes

O ENXOFRE NAS FUNÇÕES ORGÂNICAS

Unidade de conteúdo: Funções Sulfuradas e o fármaco Acetilcisteína

Carga horária: 2 h/a

OBJETIVO GERAL

Trabalhar as funções sulfuradas e a ação do fármaco Acetilcisteína, possibilitando que os estudantes compreendam o conteúdo em suas dimensões conceitual, científica, biológica e social.

TÓPICOS DOS CONTEÚDOS E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tópico 1: Revisão dos conteúdos.

Objetivo específico: Retomar alguns conceitos científicos e conceituais já trabalhados na disciplina de Química Orgânica, as funções orgânicas oxigenadas, e suas nomenclaturas.

Tópico 2: Introdução das funções Sulfuradas.

Objetivo específico: Abordar as dimensões conceituais sobre o sistema de nomenclatura, a dimensão histórica desses compostos e suas dimensões científicas.

Tópico 3: Acetilcisteína.

Objetivo específico: Apresentar uma breve introdução sobre os aminoácidos e trabalhar a molécula Acetilcisteína abordando suas dimensões biológicas e aplicações na área da saúde.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

O que os alunos devem saber (pré-requisitos): Para a internalização dos conteúdos abordados nesta aula, os alunos já precisam compreender: átomo; moléculas; tabela periódica; tipos de ligações; interações intermoleculares; geometria molecular; reação redox; nomenclatura das cadeias carbônicas e dos grupos funcionais como também suas propriedades físico-química.

O que os alunos podem saber (hipótese): já utilizou a Acetilcisteína; que é utilizada para ajudar na eliminação de secreção nos pulmões; utilizada para melhorar a tosse.

O que os alunos gostariam de saber (curiosidades): Apenas o grupo tiol é responsável pela ação da molécula? Qual a geometria presente na estrutura da acetilcisteína? Como a molécula de acetilcisteína reage? Como é sua interação? Como é feito esse composto? Quais outros cheiros provenientes destes compostos encontramos no cotidiano? Por que picar a cebola faz a gente chorar? Por que está no gás de cozinha? Qual a relação do enxofre com o oxigênio?

PROBLEMATIZAÇÃO

Dimensão conceitual: O que são funções sulfuradas? A palavra Tióis deriva do que? O que são os antioxidantes? O que é aminoácido? O que é a Cisteína? O que é Acetilcisteína? Quais são os aminoácidos essenciais e não essenciais?

Dimensão científica: Qual a diferença nas propriedades físico-químicas dessa função em relação das outras já estudadas? Quais as semelhanças dos elementos da família 6A? Como é a relação do enxofre na cadeia carbônica presente? Como funciona as interações intermoleculares desses compostos de enxofre (S)? Qual a relação dela com o tema Acetilcisteína? Como é sua estrutura? Como são a estrutura dos aminoácidos? Como é sintetizado este composto Acetilcisteína? Para que serve o composto Acetilcisteína?

Dimensão biológica/de saúde: Meu corpo produz todos os aminoácidos que preciso?

Dimensão do social: Onde encontro essas funções sulfonadas no meu cotidiano?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

Tópico 1: Revisão sobre as funções oxigenadas.

Dimensão conceitual e científica

Abordar por meio da exposição oral dialogada o conteúdo referente as funções oxigenadas, questionando oralmente o que são, o que as diferem umas das outras, o grupo funcional presente nas estruturas e sua nomenclatura. E ao longo da exposição oral, realizar exercícios

no quadro e nos slides sobre nomenclatura das funções, a fim de contribuir ao máximo com os estudantes na internalização do conteúdo.

Tópico 2: Introdução das funções Sulfuradas.

Dimensões científicas e conceituais

Abordar por meio de exposição oral dialogada os conteúdos sobre os compostos sulfurados, iniciando sobre os tióis e tioéteres, suas estruturas, nomenclatura, estudos de exemplos e aplicações finalizando com a comparação das propriedades físicas dos compostos orgânicos relacionado com o tipo de interação intermolecular, tomando como apoios os slides preparados sobre o assunto.

Prosseguir por meio da aula expositiva oral dialogada com ênfase na discussão dos exercícios para serem resolvidos no quadro com auxílio dos alunos e utilizaremos como ferramenta para o tópico 1, os exercícios estarão presentes nos slides e escritos no quadro slides, com objetivo de abordar as definições das funções sulfuradas e trabalhar sua nomenclatura e estruturas no quadro com auxílio dos alunos.

Tópico 3: Acetilcisteína.

Dimensões biológicas e social

Finalizar a aula apresentando a molécula da Acetilcisteína para então explicar a síntese do composto, o papel da molécula como fármaco, como é comercializada e quais novas pesquisas sobre o composto. Desenhar a molécula no quadro, explicar a nomenclatura sistemática deste composto e mostrar à molécula confeccionada de bolinha de isopor e palito de churrasco para apresentar uma analogia da síntese do composto partindo da acetila e cisteína e o produto Acetilcisteína, a fim de que os alunos visualizem a molécula como

um todo. Explicar brevemente a disposição de sua geometria e, em seguida, finalizar a aula com o levantamento dos questionamentos dos estudantes sobre o experimento. Explicar o experimento sobre a ação antioxidante e oxidação da maçã. Nossas ferramentas serão iguais aos outros tópicos apresentados: quadro, giz, slides, a molécula de isopor e os materiais explícitos no roteiro do experimento.

AVALIAÇÃO (FORMAS DE SE IDENTIFICAR A CATARSE):

Expressão da síntese (instrumentos de avaliação): Realização de debates e exercícios no decorrer da aula contando com a participação ativa dos alunos. Exemplo de avaliação no Apêndice 1.

Síntese do aluno: em relação aos tópicos que serão trabalhados, os alunos poderão se apropriar dos seguintes conhecimentos:

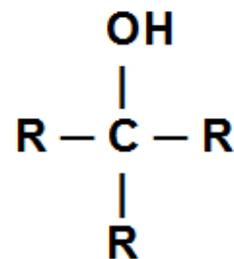
Tópicos 1: Revisão de conteúdos referentes às funções oxigenadas.

As funções oxigenadas são as que além de C – H, possuem um grupo oxigênio. As principais funções oxigenadas são: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico, e éster. Faremos uma revisão dessas funções trabalhando a presença do grupo funcional e nomenclatura de cada uma.

Álcool: Os compostos oxigenados que apresentam em sua estrutura o grupo **hidroxila**, são classificados como álcoois (Cardoso, s/a; Descomplica, 2016). No entanto, a autora mencionada destaca que é importante observar se esse grupo está ligado ao carbono saturado (C- sp³), isto é, um carbono que realiza somente ligações simples, conforme ilustrado na Figura 1.

Nomenclatura sistemática (IUPAC): prefixo (quantidade de carbonos) + Infixo (tipo de ligação) + Sufixo (ol).

Figura 1 - Estrutura geral dos álcoois



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Com base nos grupos ligados ao carbono com a hidroxila, os álcoois podem ser classificados em: Primário, se estiver ligado a um carbono primário. Secundário, se estiver ligado a um carbono secundário ou Terciário se estiver ligado a um carbono terciário (Descomplica, 2016).

Éter: Os éteres são as funções que apresentam um átomo de oxigênio entre a cadeia carbônica e podem ser representados pela seguinte fórmula: $\text{R} - \text{O} - \text{R}'$ (Cardoso, s/a; Descomplica, 2016).

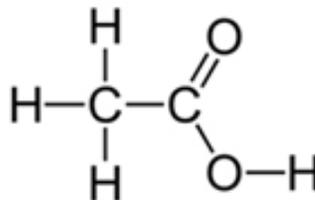
Um exemplo de representação de uma molécula de éter comum: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ (ETOXIETANO)

Nomenclatura sistemática (IUPAC): nome da cadeia menor (prefixo + oxi) + o nome da cadeia maior (prefixo + infixo + o)

Ácidos carboxílicos: O grupo funcional do ácido carboxílico é formado pela junção de uma carbonila (grupo C=O) com uma hidroxila ($-\text{OH}$), dando origem à **carboxila**, (Cardoso, s/a; Descomplica, 2016).

Um exemplo de ácido carboxílico comumente utilizado é o ácido acético (Nome usual):

Exemplo 1 - Estrutura química do ácido acético



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Nomenclatura sistemática: Ácido + prefixo + infixo + sufixo (oico).

Para o composto do exemplo 1 temos o ácido etanoico pela nomenclatura sistemática.

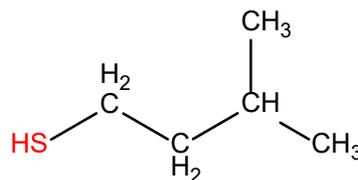
Tópicos 2: Funções sulfuradas associadas às funções oxigenadas. (Dimensão científica e dimensão conceitual).

Os tiocompostos ou funções sulfuradas são substâncias orgânicas que possuem o átomo de enxofre (S) em composição (Fogaça, s/a). A autora menciona que o termo “tio” significa no grego “theion” – enxofre. O elemento enxofre é um átomo classificado como um organógenos (elementos que podem participar dos compostos orgânicos) e está presente na família 6A. Quando o S se encontra presente na cadeia carbônica, possui características semelhantes ao átomo de oxigênio (O) (Fogaça, s/a). De acordo com a distribuição eletrônica do átomo de enxofre, possui 6 elétrons na camada de valência ($1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$), logo realiza duas ligações para alcançar a estabilidade.

Os tiocompostos são classificados como tióis, tioéteres, tioésteres, tiocetonas, tioaldeídos, ácidos sulfônicos, dependendo dos átomos que compõe a molécula (Fogaça, s/a). Os tiocompostos são funções orgânicas similares ao álcool, no entanto, o átomo de O é substituído pelo elemento S ligado a um carbono saturado, é importante comentar que a presença do enxofre nas moléculas torna os compostos sulfurados com odor característicos e desagradável (Fogaça, s/a; Cardoso, s/a). Na aula de hoje iremos abordar os tióis, sulfetos e tiocetonas, frisando suas estruturas, nomenclatura, como também, falar sobre a ação antioxidantes dos tióis empregado um fármaco muito utilizado.

- Tióis: também nomeados de mercaptano ou sulfidrilo são semelhantes a função álcool do grupo oxigenados, são caracterizados pela presença do grupo(-SH) ligado em um carbono (Fogaça, s/a; Cardoso, s/a). É interessante conhecer o significado do termo mercaptano, o autor Carey (2011), indica que nome mercaptano em latim "*mercurium captans*" representa "capturando mercúrio", Carey (2011) cita que os tióis tendem a se ligar facilmente com mercúrio, por isso o nome. De acordo com a nomenclatura segundo a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), acrescenta-se o sufixo tiol após nomear o alcano qual o grupo (-SH) está ligado (Carey, 2011). Como representado no exemplo 2 a seguir:

Exemplo 2 - Estrutura com o grupo tiol indicado em vermelho



Para determinação da nomenclatura:

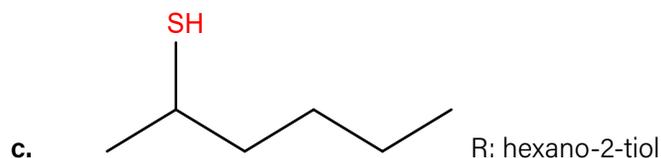
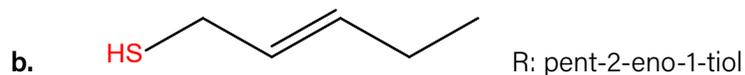
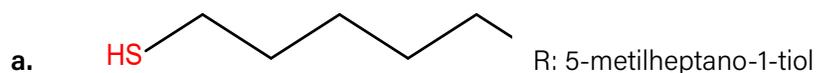
1° passo: determinar o **prefixo**, **infixo** e **sufixo** do hidrocarboneto;

2° passo: acrescentar o sufixo tiol na nomenclatura do hidrocarboneto.

Nomenclatura: 3-metilbutano-1-tiol

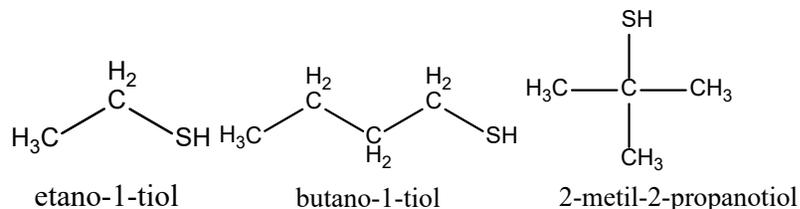
Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Exemplos para definição da nomenclatura segundo a IUPAC em sala de aula com auxílio dos alunos:



APLICAÇÃO DOS TIÓIS:

De acordo com Fogaça (s/a) e Cardoso (s/a) o gás butano-1-tiol, é um dos gases acrescentado em nosso gás de cozinha para sinalizar vazamento, o GLP é misturas de gases butano ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$) e propano ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$) quais são incolores e inodoros, logo o vazamento seria impercebível, como as substâncias compostas por enxofre apresentam odores característicos, os fabricantes de GLP adicionaram 3 gases de composição sulfuradas, que são eles:

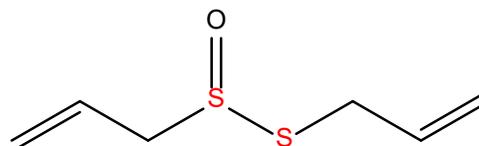


Assim, esses gases com odor forte facilita a percepção o vazamento do gás do botijão.

O outro exemplo de aplicabilidade é o 3-metilbutano-1-tiol, substância produzida pela espécie Cangambá (*Mephitis mephitis*), que utiliza a substância como defesa ou é exalado pelas fêmeas para sinalização dos indicando quando estão no cio (Fogaça s/a; Cardoso, s/a).

Presente no alho e cebola o propano-1-tiol é o composto responsável por esse odor característico de quando cortamos esses alimentos (Fogaça s/a; Cardoso, s/a). Uma explicação que envolve os compostos sulfurados é o evento de picar a cebola e chorar, esse efeito ocorre, pois, quando a picamos é liberado uma substância denominada alicina, que contém em sua estrutura átomos de enxofre, como indicado na estrutura a seguir.

Figura 3 - Estrutura da alicina

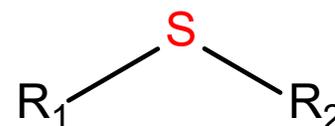


Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

O gás volátil liberado provoca a irritação nos olhos resultando a produção de lágrimas para limpar a superfície de nossos olhos (Fogaça s/a).

- Sulfetos: São compostos que tem o S entre dois carbonos, função semelhante aos éteres, sendo ele o heteroátomo (qualquer átomo diferente de carbono ou hidrogênio em um composto orgânico) (Fogaça s/a). Usualmente são denominados de tioéteres.

Estrutura dos sulfetos:



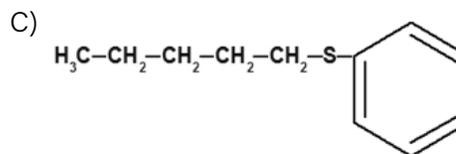
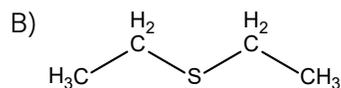
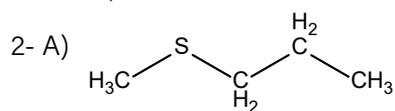
$R_1 = R_2$ ou $R_1 \neq R_2$

Em R sendo cadeias carbônicas

Utiliza-se dois modos de nomear os sulfetos, segundo a IUPAC nomeamos desta forma: **Nome do radical menor + tio + prefixo do radical maior + infixo do tipo de ligação + o.**

E de modo usual nomeamos desta forma: **sulfeto de + nome do radical menor + nome do radical maior + a.**

Exemplo:



Respostas:

- a. IUPAC: metiltiopropano,
Usual: sulfeto de metilpropila.
- b. IUPAC: etiltioetano,
Usual: sulfeto de dietila.
- c. IUPAC: pentiltiobenzeno
Usual: sulfeto de pentilbenzila.

PROPRIEDADES DOS TIOCOMPOSTOS

- **Interação intermoleculares:**

Os compostos sulfurados fazem interações dipolo-dipolo, onde o átomo de C é parcial positivo e o átomo de S parcial negativo.

- **Solubilidade:**

Podem ser classificadas como moléculas solúveis em água aquelas formadas por até 5C, pois a polaridade do enxofre prevalece. Acima de 5 átomos de C a região apolar (hidrocarboneto) prevalece, tornando-a insolúvel em água (Santana, 2013).

- **Comparação dos P.E, P.F**

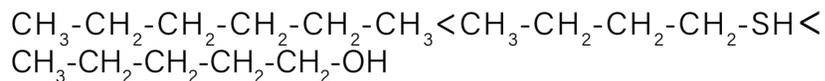
Comparando estióis com alcanos, álcoois de massas similares:

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH} \rightarrow$ Butano-1-tiol MM: 90,05 gr/mol

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \rightarrow$ Hexano MM: 86 gr/mol

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow$ Pentan-1-ol MM: 88 gr/mol

Temos que a ordem crescente em relação a P.E e P.F por meio das interações intermoleculares, são: onde o primeiro é o butano por realizar interações de dipolo-induzidos na ligação C-C uma interação fraca demanda de menor energia para romper suas interações, em segundo lugar o butano-1-tiol por fazer interação dipolo-dipolo entre C-S sendo a interação de força intermediário, precisando de uma energia razoável para promover a mudança de fase e o butan-1-ol o maior P.E e P.F pois além da interação dipolo-dipolo na ligação C-O faz também a interação de ligação de hidrogênio O-H interação mais forte entre as comparações, para o caso dos álcoois, vale frisar que a interação de prioridade é a ligação de hidrogênio (Santana, 2013).

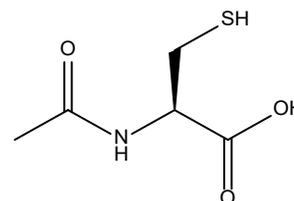


Tópicos 3: Acetilcisteína. (Dimensão biológica, conceitual).

ACETILCISTEÍNA:

A Acetilcisteína ($\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}$) ou *N*-Acetil-L-cisteína (Figura 4) que possui a nomenclatura segundo a IUPAC: (2*R*)-2-acetamido ácido 3-mercaptopropanóico é um fármaco com a presença do grupo tiol (-SH) muito utilizado como agente mucolítico (Suarez, 2005, Ourique, 2014). Uma das aplicações mais comerciais são para tratamento pulmonar, pois o medicamento ajuda na facilitação da eliminação de secreções mucosas e também empregado no auxílio no processo de intoxicação ou reparo de danos hepáticos ocasionado por excesso de paracetamol, regenera glutatona e tem atividade monolítica (Suarez, 2005, Ourique, 2014).

Figura 4 - Estrutura química da Acetilcisteína



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Como a Acetilcisteína age em nosso corpo:

- Quando ingerida oral o medicamento é rapidamente absorvido e sofre metabolismo pelas células do intestino delgado e fígado. Apenas uma pequena quantidade é chega ao plasma e aos tecidos

- A presença do grupo Tiol que regenera e aumenta a atividade da glutatinoxina promove então detoxicação e na ação contra os radicais livres hidroxilas.

De acordo com o site Consulta Remédios (2023), as contribuições da acetilcisteína quando aplicados em soluções nasais estão:

- Rinite alérgica
- Contribui a ausência do metabolismo hepático
- Contra intoxicação do paracetamol
- Tratamentos pulmonares
- Sinusite crônica

Xarope/comprimido:

- Bronquites
- Intoxicação por paracetamol
- Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

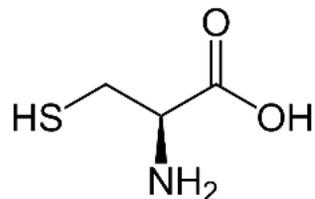
A substância ativa age despolimerizando os complexos de mucoprotéicos e os ácidos nucléicos os quais são responsáveis pela viscosidade do catarro, melhorando a depuração mucociliar (um sistema de defesa do sistema respiratório) e atua como agente antioxidante como já comentado, pois o grupo tiol (-SH) age como nucleófilo interagindo diretamente com os grupos eletrófilo dos radicais oxidantes (Suarez, 2005, Ourique, 2014).

AMINOÁCIDOS

A molécula acetilcisteína é proveniente do aminoácido cisteína, este reage com a acetila formando então a molécula do fármaco. Além de entender sobre o fármaco, é imprescindível entender um pouco sobre os aminoácidos. De acordo com Santos (s.d.),

os aminoácidos são estruturas orgânicas formadas por um ácido carboxílico (-COOH), uma amina (-NH₂) e um agrupamento (R) qual o diferencia dos demais e é característico de cada aminoácido. São classificados como aminoácidos essenciais e não essenciais, os 9 aminoácidos essenciais são: Histidina; Metionina; Isoleucina; Fenilalanina; Leucina; Treonina; Lisina e Triptofano, são aqueles aminoácidos que nosso corpo produz em situações específicas, sendo de total benefício para nosso organismo (Santos, s.d.). A autora mencionada descreve que os 11 aminoácidos não essenciais nosso corpo não produz, são eles: Ácido aspártico; Alanina; Ácido glutâmico; Arginina; Asparagina; Glicina; Prolina; Glutamina; Serina; Tirosina e a Cisteína foco da nossa aula e representado sua estrutura na Figura 5.

Figura 5 - Estrutura química da Cisteína



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

É possível encontrar os diferentes aminoácidos não essenciais em alguns alimentos como carnes, ovos, derivados de leite, cebola e outros, visto que necessitamos em diferentes proporções desses aminoácidos em nosso organismo (Santos, s/a; Zanin, 2022).

RETORNANDO À PRÁTICA SOCIAL

Ao final das aulas o aluno será capaz de compreender e distinguir as reações oxigenadas a partir de seu grupo funcional e nomear sua cadeia carbônica segundo o modelo da IUPAC, além

de entender as dimensões conceituais das funções sulfuradas, o sistema de nomenclatura e as dimensões histórica e científica desses compostos. Espera-se ainda que os alunos compreendam o que é um aminoácido e, a partir disso, a dimensão biológica e as aplicações da Acetilcisteína na área da saúde.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, M. **Funções Oxigenadas**. Info Escola, s.d.a. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/funcoes-oxigenadas/>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- CARDOSO, M. **Tiol**. InfoEscola, s.d.b. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica-organica/tiol/>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- COSTA, S. **Aminoácidos essenciais: Funções e Benefícios Para o Corpo**. Ocean Drop, s.d. Disponível em: <https://my.oceandrop.com.br/aminoacidos/>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- CAREY, F. A. **Química Orgânica** - VI. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda. Grupo A, 2011. ISBN: 978-85-8055-053-5. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580550535/>. Acesso em: 03 dez. 2021.
- CONSULTA REMÉRIDOS. **Para que serve o acetilcisteína**, 2023. Disponível em: <https://consultaremedios.com.br/acetilcisteina/bula/para-que-serve>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- DESCOMPLICA. **Funções Oxigenadas**: conheça algumas aplicações destes compostos no cotidiano. 2016. Disponível em: <https://descomplica.com.br/blog/funcoes-oxigenadas-conheca-algumas-aplicacoes-destes-compostos-no-cotidiano/>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- FOGAÇA, J. R. V. **Por que choramos ao cortar cebola?** Mundo Educação, s.d.a. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/curiosidades/por-que-cortar-cebola-nos-faz-chorar.htm>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- FOGAÇA, J. R. V. **Tiocompostos ou Compostos Sulfurados**. Mundo Educação, s.d.b. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/tiocompostos-ou-compostos-sulfurados.htm>. Acesso em: 11 abr. 2024.

OURIQUE, A. F. **Desenvolvimento de sistemas pulverulentos contendo N-acetilcisteína lipossomal empregando a técnica de secagem por aspersão**. 2014. 157f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós- Graduação em Nanotecnologia Farmacêutica, Porto Alegre, 2014.

SANTANA, A. L. **Propriedades físicas dos compostos orgânicos**. Slideshare, 2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/analuisarenato/propriedades-fsicas-dos-compostos-organicos-27420598>. Acesso em 03 dez. 2021.

SANTOS, V. S. **Aminoácidos**. Mundo Educação, s.d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/aminoacidos.htm#:~:text=Amino%C3%A1cidos%20s%C3%A3o%20mol%C3%A9culas%20org%C3%A2nicas%20que,formar%20todas%20as%20prote%C3%ADnas%20existentes>. Acesso em: 11 abr. 2024.

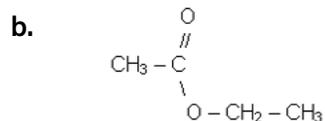
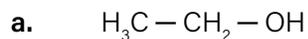
SUAREZ, W. T. **Desenvolvimento de procedimentos analíticos para a determinação de N-acetilcisteína em produtos farmacêuticos**. 2005. 117f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ZANIN, T. **Alimentos ricos em Cisteína**. TUA SAÚDE, 2022. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-cisteina/>. Acesso em: 03 dez. 2021.

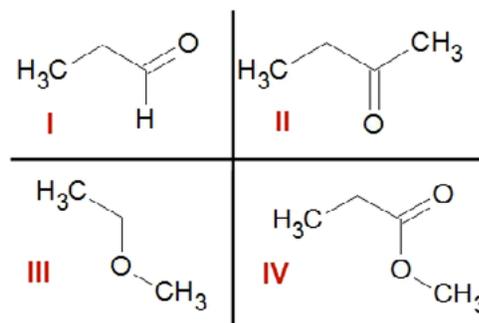
APÊNDICE I - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Os critérios de avaliação serão: clareza, organização, coerência e criticidade na formulação das respostas.

1. No que consiste o processo de oxidação e o que o torna maléfico para a saúde quando em grande quantidade?
2. Como se dá a formação dos antioxidantes em nosso organismo? Explique sua importância.
3. Identifique o grupo funcional e a nomenclatura das seguintes estruturas:



4. Considerando as seguintes estruturas:



E as seguintes funções oxigenadas:

A – ácido carboxílico

B – álcool

C – aldeído

D – cetona

E – éster

F – éter

Associe corretamente as estruturas com suas respectivas funções:

() Id; IIc; IIIe; IVf.

() Ic; IIId; IIIe; IVa.

() Ic; IIId; IIIf; IVe.

() Id; IIc; IIIf; IVe.

() Ia; IIc; IIIe; IVd.

7

*Ana Carolina Piccinini Bonfim
Andressa Amaral*

CORANTES

Unidade de conteúdo: Revisão de conteúdo – funções orgânicas

Carga horária: 3 h/a.

OBJETIVO GERAL

Favorecer aos alunos a compreensão do que são corantes, a sua importância social, benefício e malefícios para a saúde, como também a função orgânica que contempla este assunto.

TÓPICOS DO CONTEÚDO E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tópico 1: O que são os corantes?

Objetivo específico: Compreender o que são os corantes e a sua função.

Tópico 2: Concepção histórica e social.

Objetivo específico: Compreender o surgimento dos corantes naturais e dos corantes sintéticos como também compreender sua importância.

Tópico 3: Impacto econômico.

Objetivo específico: Compreender a importância dos corantes artificiais em relação aos naturais tendo em vista o aspecto econômico.

Tópico 4: Classificação dos corantes.

Objetivo específico: Entender as classificações dos corantes bem como compreender suas propriedades.

Tópico 5: Função orgânica amina.

Objetivo específico: Compreender as funções orgânicas que se encontram nos corantes e a função amina de forma mais detalhada, abrangendo sua nomenclatura oficial, implicação (exemplos de aplicações cotidianas) e outras propriedades físico-químicas das aminas.

Tópico 6: Experimento.

Objetivo específico: Realizar uma atividade prática discutindo os pontos positivos da obtenção de corantes alimentícios naturais.

VIVÊNCIA DO CONTEÚDO – PARTINDO DA PRÁTICA SOCIAL

O que os estudantes devem saber (pré-requisitos): Os alunos devem ter a noção de alguns conhecimentos, como reconhecer elementos da tabela periódica e ligações químicas.

O que os alunos já sabem sobre o conteúdo: mudança de coloração - são usados corantes em alimentos e roupas.

O que os alunos gostariam de saber a mais (curiosidades):

Posso colorir alguma roupa com certos alimentos?

Por que corantes sintéticos alimentícios fazem mal?

Quem descobriu o corante sintético?

Por que produzir corantes sintéticos é mais barato que produzir naturais?

PROBLEMATIZAÇÃO

Dimensões do conteúdo a serem trabalhadas

Conceitual/científica: O que são os corantes? Qual o seu papel (função)? Qual a classificação dos corantes sintéticos? Quais funções orgânicas são encontradas nos corantes? O que é uma amina? Qual a nomenclatura para aminas?

Histórica: Onde surgiu os corantes? Quem inventou o primeiro corante sintético? Com qual finalidade?

Social: Qual a importância dos corantes para a saúde? Corantes naturais são melhores que corantes sintéticos? Qual a importância dos corantes para a medicina?

Econômica: Qual corante é mais barato de produzir? Por quê?

INSTRUMENTALIZAÇÃO

Tópico 1: O que são os corantes?

Dimensões abordadas: conceitual/científica.

Conteúdos e sua sequência:

- O que são os corantes.
- Função orgânica nos corantes em geral.
- Finalidade de estudar os corantes.

Tópico 2: Concepção histórica e social.

Dimensões abordadas: histórica e social.

Conteúdos e sua sequência:

- Surgimento dos corantes.
- Inventor do primeiro corante sintético.
- Importância dos corantes com relação à medicina.
- Corantes e o prejuízo à saúde.

Tópico 3: Impacto econômico.

Dimensões abordadas: econômica.

Conteúdos e sua sequência:

- Custo de produção de corantes sintéticos e naturais.

Tópico 4: Classificação dos corantes.

Dimensões abordadas: conceitual/científica.

Conteúdos e sua sequência:

- Classificação dos corantes sintéticos.

Tópico 5: Função orgânica nitrogenada: amina.

Dimensões abordadas: conceitual/científica.

Conteúdos e sua sequência:

- O que é uma amina.
- Utilização/aplicação da amina.
- Nomenclatura de uma amina de acordo com a União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC).

Tópico 6: Experimento.

Dimensões abordadas: conceitual/científica.

Conteúdos e sua sequência:

- Corantes alimentícios naturais *versus* corantes sintéticos.

Ações didático-pedagógicas de todos os tópicos de conteúdo:

- Questionamento sobre o conhecimento prévio dos alunos sobre corantes.
- Correlacionar através de modo expositivo dialogado as principais ideias dos alunos acerca de corantes com os conhecimentos científicos.
- Abordagem mais clara e científica sobre corantes e sua classificação com o propósito de incluir conceitos mais específicos e fundamentados acerca do tema.
- Exposição oral dialogada.

- Discussão sobre as funções orgânicas presentes nos corantes, com ênfase na função nitrogenada amina, incluindo sua nomenclatura oficial, outras aplicações e características.
- Realização de exercícios sobre nomenclatura de aminas, com participação ativa dos estudantes.
- Proposta de uma prática a ser realizada e sua problematização, apontando os benefícios dos corantes naturais em relação aos sintéticos.

Recursos humanos e materiais: lousa, giz, apagador, papel sulfite, projetor, slides, computador, materiais para o experimento (2 béqueres, 2 cenouras, água, colheres, papel filtro, farinha de trigo, folhas de couve, liquidificador ou máquina de sucos).

AVALIAÇÃO (FORMAS DE SE IDENTIFICAR A CATARSE)

Expressão da síntese (instrumentos de avaliação):

A avaliação será contínua, ao longo de toda a aula, por meio das interações e dos questionamentos orais propostos pelo professor e pelos alunos. Ao final da aula, os alunos deverão responder a algumas questões dissertativas sobre corantes, bem como resolver uma lista de exercícios sobre função amina (Apêndice II).

SÍNTESE DO ALUNO

Corante é uma substância que, adicionada a outra substância, muda sua coloração. Os corantes são aplicados em soluções e fixam-se a alguma outra substância (substrato), que pode ser um tecido, cabelo, alimentos, entre outras. Os corantes devem ser estáveis à luz e aos processos de lavagem. Podem ser tanto naturais e sintéticos (Zanoni; Yamanaka, 2016).

Os corantes possuem implicação desde os primórdios da história, sendo utilizados por homens das cavernas e egípcios. O primeiro corante sintético foi produzido inesperadamente por William Henry Perkin, devido à procura por diversidade de cores. Corantes naturais são mais caros para produzir do que corantes sintéticos, e sua pigmentação não é eficaz como a de um corante produzido sinteticamente (Zanoni; Yamanaka, 2016).

Os corantes sintéticos são produzidos/sintetizados em laboratório com a mesma função de um corante natural e são classificados em corantes vat, corantes diretos, corantes dispersos, corantes azo, corantes trifenilmetilênicos e ftalocianinas. Encontram-se algumas funções orgânicas em corantes, entre eles álcool, cetona, éter, amina e anéis aromáticos. A amina é uma função nitrogenada e é encontrada em diversos corantes (Cunha, 2016).

Apesar de corantes naturais serem mais recomendados para a saúde e terem menor impacto ambiental, eles são mais caros e não possuem variação de cores. Corantes sintéticos são mais baratos e apresentam vasta ampliação de cores, entretanto são impactantes de forma prejudicial ao meio ambiente. Os corantes também são importantes na medicina, pois são utilizados no estudo de células e tecidos (Cunha 2016; Gebhardt, s/a).

As aminas, presentes nos corantes, são compostos orgânicos nitrogenados derivados da amônia. São classificadas em aminas primárias, secundárias e terciárias. A anilina (nome usual) é o corante mais conhecido. É um óleo incolor com odor aromático. Os corantes sintéticos alimentícios fazem mal à saúde, e corantes naturais (como algumas frutas) são mais saudáveis e possuem um resultado satisfatório também se tratando de mudanças de cor de coberturas de bolos, glaces, entre outros (Bruice, 2006).

A nomenclatura da amina, segundo a União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC) segue a regra:

- Aminas primárias: prefixo (grupo ligado ao nitrogênio/ quantidade de carbonos) + infixos (se refere ao tipo da ligação: simples: an, dupla: en, tripla: in) + sufixo: amina. Exemplo: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$, prefixo: et; infixos: an; sufixo: amina; Logo: etanamina (Bruice, 2006).
- Aminas secundárias e terciárias: *N* + (prefixo do menor grupo + il) + (prefixo do grupo maior + amina) (Bruice, 2006).

RETORNANDO À PRÁTICA SOCIAL

A partir dos conhecimentos adquiridos, os estudantes terão condições de:

- Compreender de forma mais ampla o que é corante e sua função.
- Entender a importância de corantes na medicina.
- Saber o que é uma amina e a nomenclatura usual e segundo a IUPAC.

- Compreender que corantes alimentícios naturais são mais saudáveis que os sintéticos.
- Procurar utilizar corantes naturais em alimentos visando à saúde.
- Produzir outros corantes naturais utilizando outros vegetais e frutas.

REFERÊNCIAS

BRUCE, P. Y. **Química orgânica**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006, v. 1 e 2.

CUNHA, R. **Corantes naturais vs corantes sintéticos** – o paradoxo da sustentabilidade. 2016. Disponível em: <https://www.stylourbano.com.br/corantes-naturais-vs-corantes-sinteticos-o-paradoxo-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 17 set. 2021.

GEBHARDT, D. **A economia dos pigmentos de corantes naturais**. Disponível em: <https://sensitivefoodcolors.com/pt-br/pesquisa-e-desenvolvimento/economia-dos-pigmentos-de-corantes-naturais/>. Acesso em: 17 set. 2021.

ZANONI, M. V. B.; YAMANAKA, H. (org.) **Corantes**: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

APÊNDICE I - EXPERIMENTO: COMO FAZER CORANTE NATURAL

1. Materiais

- 2 béqueres;
- 2 cenouras;
- Água;
- Colheres;
- Papel filtro;
- Farinha de trigo;
- Folhas de couve;
- Liquidificador ou máquina de sucos.

2. Procedimento experimental

2.1 Corante natural: Cenoura

- Corte as cenouras em pedaços pequenos, acrescente meio copo com água e bata no liquidificador.
- Coloque o produto obtido em um béquer.
- Acrescente o líquido obtido ao trigo.
- Observe o que acontece.

2.2 Corante natural: Couve

- Coloque as folhas de couve no liquidificador e acrescente meio copo com água. Bata a mistura no liquidificador.
- Filtre o suco obtido.
- Coloque o produto em um béquer.

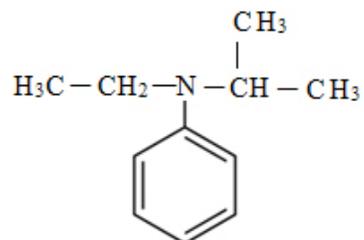
- Acrescente o líquido obtido ao trigo.
- Observar o que acontece.

APÊNDICE II – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Critérios de avaliação: clareza, coerência e criticidade na formulação das respostas dissertativas, tendo como base os conteúdos abordados na aula.

1. Forneça o nome sistemático das aminas a seguir:

- a) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$
 b) $\text{H}_3\text{C} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 c) $\text{H}_3\text{C} - \text{NH} - \text{CH} = \text{CH}_2$
 d)



- e) $\text{H}_3\text{C} - \text{NH} - \text{CH}_3$
 f) $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

g)



2. Escreva as fórmulas estruturais das seguintes aminas:
- 2-metil-hexanamina:
 - N*-etil-propanamina:
 - 2-metil-pentan-3-amina:
 - 4-metil-pentan-2-amina:
3. (Cesgranrio-RJ) No início de 1993, os jornais noticiaram que, quando uma pessoa se apaixonava, o organismo sintetiza uma substância – etilfenilamina, responsável pela excitação característica daquele estado. A classificação e o caráter químico desta amina são, respectivamente:
- amina primária – ácido.
 - amina primária – básico.
 - amina secundária – neutro.
 - amina secundária – ácido.
 - amina secundária – básico.
4. (MACK-SP) O nome da molécula
- $$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2 \text{ é:}$$
- $$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
- metil-*n*-propil amina.
 - t*-butil amina.
 - sec-butil amina.

- d. metil-3-amino propano.
- e. isobutilamina.

- 5.** A partir dos conteúdos debatidos nas aulas, responda:
- a. Onde surgiu os corantes? Quem inventou o primeiro corante sintético? Com qual finalidade?
 - b. Qual a importância dos corantes para a saúde? Os corantes naturais são melhores que corantes sintéticos? Qual a importância dos corantes para a medicina? Justifique.
 - c. Qual corante é mais barato de produzir? Por quê?

SOBRE AS ORGANIZADORAS

Natalia Neves Macedo Deimling

Licenciada em Pedagogia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - campus de Araraquara -, Mestre em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação Especial da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Doutora em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação da UFSCar. Realizou estágio de Pós-Doutorado também na UFSCar na área de Educação - linha de pesquisa "Formação de professores e outros agentes educacionais" - entre os anos de 2021 e 2022. É docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Campo Mourão, ocupando o cargo de Professora Associada. Também integra o quadro permanente de professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (PPGEN) da UTFPR. Desenvolve atividades e projetos de ensino, pesquisa e extensão na área de Educação, com ênfase em Formação Inicial e Continuada de Professores da Educação Básica, processos de ensino-aprendizagem a partir de perspectivas críticas de educação, Iniciação à Docência, Formação Pedagógica e Educação Inclusiva. É líder do Grupo de Estudos Formação Docente e Práticas Pedagógicas da UTFPR.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8394-3132>

E-mail: natalian@professores.utfpr.edu.br

Daniela Aline Barancelli

Possui graduação em Química Licenciatura Plena pela Universidade de Cruz Alta (2004), mestrado em Química Orgânica pela Universidade Federal de Santa Maria (2008) e doutorado em Química Orgânica pela Universidade Federal de Santa Maria (2011). Realizou pós-doutorado na Universidade Estadual de Campinas (2011-2013). Atualmente é professora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Síntese Orgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: Síntese de Compostos Organoalcoegênicos, Reações de Acoplamento catalisadas por Metais de Transição e Reações de Ciclização Eletrofílica.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4995499872041179>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0062-9314>

E-mail: dbarancelli@utfpr.edu.br

SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

Adil de Souza Oliveira Junior

Licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2022, pós-graduando em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo (USP) e atuando como Gestor de Ouvidoria e Suporte Regulamentar na área de Saúde Suplementar.

Ana Carolina Piccinini Bonfim

Professora da rede pública estadual do Paraná. Formada em Licenciatura em Química pela Universidade Tecnológica Federal Do Paraná UTFPR em 2019. Licenciada em em Letras-português. Possui pós-graduação em Educação Especial e LIBRAS na instituição UNINA. Atualmente reside em Mamborê no Paraná.

E-mail: anacarol192016@gmail.com

Experiência

Atuante na rede pública de ensino do Paraná desde 2019 como professora de Química e da sala de recursos, bem como algumas aulas de matemática e educação financeira.

Educação

Formação em Licenciatura em Química pela UTFPR em 2019.

Pós-graduação em Educação Especial pela UNINA.

Pós-graduação em LIBRAS pela UNINA.

Andrea Rocha Ferreira

É graduada em Licenciatura em Química pela UTFPR-CM, tendo participado de diversos projetos na área de Ensino e Educação, dentre os quais: Ensino de Ciências para professores e alunos do ensino fundamental I, Estudos sobre a evasão nos cursos de licenciatura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estudando Geometria e PIBID Química. Possui experiência profissional em processos de fabricação de medicamentos e controle de qualidade no ramo farmacêutico magistral. Atualmente trabalha como mestranda em Síntese Orgânica pela Universidade Estadual de Maringá, participando de projeto na área de Química Forense.

Andressa Amaral

Professora da rede pública estadual do Paraná. Formada em Licenciatura em Química pela Universidade Tecnológica Federal Do Paraná UTFPR em 2021. Atualmente reside em Quinta do Sol no Paraná.

E-mail: amaralandressa22@gmail.com

Experiência

Atuante na rede pública de ensino do Paraná desde 2022 como professora de Química.

Educação

Formada em Licenciatura em Química pela UTFPR em 2021.

Bruno Pereira Gabriel

Licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e especialista em Assuntos Regulatórios na Indústria Farmacêutica (ICTQ). Atuou como Professor Temporário do Ensino Médio e da Educação de Jovens e Adultos e tem experiência como Analista de PD&I na Indústria Farmacêutica. Atualmente, é servidor técnico-administrativo da área Acadêmica na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7178837062010413>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7306-816X>

E-mail: brunopgabriel@gmail.com

David Lucas Zegolan Marcondes

David é um professor de química. Ele obteve sua graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no campus de Campo Mourão. Além disso, ele está atualmente cursando o Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos na mesma instituição.

Sua experiência abrange diversos temas, incluindo Estudo In Silico, ancoragem molecular e recursos hídricos. Atualmente, ele está envolvido em um projeto de pesquisa que visa a produção de materiais didáticos voltados à Educação para a Gestão de Recursos Hídricos.

Na área da Química, David Lucas tem conhecimentos em Físico-Química, Química Orgânica e Educação Química Ambiental. Seu compromisso com a educação e a gestão responsável dos recursos hídricos é notável e promissor.

Erick Rocatelli

Enquanto estudante do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) durante um período de três anos (2018-2021) e do Programa Residência Pedagógica (RP CAPES) durante dezessete meses (outubro de 2020 à março de 2022).

Everton Koloche Mendes Barbosa

Mestrando em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPE), da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Integrante do Grupo de Pesquisa Estado, Políticas Educacionais e Formação de Professores/as (EPEFOP). Licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6371-3436>

E-mail: evertonkmb@gmail.com

Julia Maria Viudes Costa

Técnica em Informática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Licenciada em Química pela mesma universidade. De 2018 à 2021, foi bolsista no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) pelo período de 18 meses e do Programa de Residência Pedagógica por 12 meses, ministrando aulas de química em escolas públicas.

Kátia Aparecida de Souza

Licenciada em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Durante a graduação dedicou-se a projetos relacionados à Educação e ao Ensino de Química, como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência e o Curso de Formação Continuada Colaborativa de Professores de Ciências.

Mayara Fernanda Strada

Licenciada em química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM) e especialista em Controle de Qualidade e Pesquisa & Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica (ICTQ). Possui experiência como analista de controle de qualidade na indústria farmacêutica. Atualmente, sou docente no município de Cândido Mota - SP trabalhando com Educação de Jovens e Adultos.

Lattes: lattes.cnpq.br/9112559504007352

E-mail: mayarastrada@gmail.com

Rafael Rocha Ferreira

É graduado em Licenciatura em Química pela UTFPR-CM, tendo participado dos projetos intitulados Ensino de Ciências para professores e alunos do ensino fundamental I e Compartilhando conhecimentos e ações durante a sua formação. Possui experiência profissional em processos químicos de sanitização em indústria alimentícia.

Samanta Garcia Roceti

Formada em Licenciatura em Química, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Durante a graduação dedicou-se a projetos de extensão relacionados a Educação e Ensino de Química, bem como a pesquisas relacionadas às perspectivas teórico metodológicas no Ensino de Química. Atualmente desempenha atividades na gestão da qualidade de uma indústria paranaense do ramo alimentício.

Vinícius Augusto de Melo Gomes

Licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Campo Mourão no ano de 2022 e mestre em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) em 2024 com ênfase em Físico-Química. Durante a graduação, participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e Residência Pedagógica e no mestrado, desenvolveu compósitos e blendas biodegradáveis para tratamento de efluentes. Atualmente é aluno de doutorado na UEL, desenvolvendo pesquisas com materiais poliméricos de fontes naturais.

ÍNDICE REMISSIVO

A

açafrão-da-terra 47, 48, 50, 51, 52, 62
Acetilcisteína 114, 115, 116, 117, 126
ácido tioglicólico 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 80, 81
alcaloides 32, 35, 37
alfabetização 21
antioxidantes 40, 41, 43, 44, 53, 60, 61, 66, 116, 121, 131

B

biologia 68, 130

C

cabelo 68, 69, 71, 74, 75, 140
cadeias carbônicas 30, 48, 49, 51, 61, 65, 115, 124
carbono 10, 40, 55, 56, 58, 69, 74, 76, 77, 105, 107, 110, 111,
118, 119, 121, 123
cultura 21, 73
curcumina 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60
currículo escolar 13

D

dialética 12, 14, 23, 24, 27
dicotomia 25
didática 14, 27, 112

E

educação 11, 12, 13, 14, 15, 22, 26, 27, 112, 147, 148, 149
ensino 10, 11, 12, 13, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 32, 48, 51, 62,
78, 147, 148, 150
ensino-aprendizagem 12, 13, 16, 20, 21, 24, 26, 147
enzimas 10, 40
epiderme 75
estrutura química 29, 30, 45, 48, 49, 70, 95, 107

F

forças intermoleculares 48, 49, 51, 59, 61
formação docente 13
função política 12
funções orgânicas 29, 30, 31, 32, 37, 38, 39, 43, 45, 48, 49, 50,
51, 61, 84, 95, 96, 99, 104, 108, 113, 114, 121, 134,
135, 136, 139, 140

G

glutationa 126

H

hidrocarbonetos 37
humanidade 17, 26, 89

I

instrumentalização 17, 18, 19, 20

M

massa molar 36, 50, 57, 64
medicamentos 10, 60, 92, 148
molecular 32, 35, 36, 43, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 61, 64, 71, 76,
104, 111, 115, 149
moléculas 10, 37, 41, 59, 60, 64, 65, 66, 72, 74, 91, 95, 100, 108,
109, 115, 121, 125

O

objetividade 13

P

pedagogia 14, 27, 112
pedagógico 14, 16, 17, 21, 22, 23, 25
pele 49, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 77, 80
polaridade 36, 37, 43, 57, 58, 125
prática pedagógica 13, 14, 17, 21, 24, 25, 26

prática social 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 43, 49, 61,
69, 77, 84, 96, 111, 115, 135, 141

produção 12, 26, 33, 34, 40, 41, 86, 88, 95, 98, 106, 123, 137, 149

propriedades biológicas 10, 30, 33, 41

propriedades físicas 32, 43, 48, 49, 51, 61, 64, 77, 117

Q

química 29, 30, 32, 43, 45, 48, 49, 57, 59, 61, 62, 67, 70, 78, 81,
82, 91, 95, 107, 112, 115, 120, 126, 128, 142, 149, 150

química orgânica 32, 48

S

sociedade de classes 12, 17

solubilidade 57, 59, 64

subjetividade 19

sustentabilidade 142

T

transformação social 11, 12, 19

www.PIMENTACULTURAL.com

ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

propostas de planos de aula
para a educação básica