

# O ensino e a pesquisa em **QU** **MICA**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)



# O ensino e a pesquisa em **QU** **MICA**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federac do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

E59 O ensino e a pesquisa em química / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-428-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.280212608>

1. Química - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

O e-book: “O ensino e a pesquisa em química” volume I é constituído por quinze capítulos de livro que tratam das seguintes temáticas: processo de ensino-aprendizagem em química e desenvolvimento sustentável. Em relação a primeira temática, está é abordada em diferentes contextos e práticas que se encontram presente em doze dos quinze capítulos deste primeiro volume. Os trabalhos selecionados buscam investigar a diversidade de fatores que podem contribuir de forma positiva ou negativa nos diferentes processos de ensino-aprendizagem em química dentro ou fora do âmbito escolar. A disciplina de química é uma área das denominadas ciências da natureza ou ciências naturais que exigem uma grande capacidade de abstração para o entendimento de seus conceitos e como estes podem estar relacionados ao ambiente no qual o aluno se insere. Além disso, este campo do saber demanda a visualização de seus pressupostos teóricos em práticas por meio da experimentação que presume um espaço destinado à visualização ou o laboratório de química. Entretanto, este espaço não se faz presente em função da falta de recursos financeiros e projetos de políticas públicas voltadas para oferecer condições dos estabelecimentos da educação básica, manter um espaço destinado à experimentação química.

Neste contexto, os professores de química são desafiados a buscar alternativas para a experimentação a ser desenvolvida dentro do ambiente de sala ou em áreas abertas sem infra- estrutura necessária. Neste sentido, os trabalhos trazem abordagens sob diferentes óticas de experiências relatadas por intermédios de Práticas Pedagógicas Inovadoras (PPI), metodologias ativas de ensino e propostas de pesquisas realizadas na busca por materiais alternativos para substituir os tradicionais de alto custo e de difícil acesso. Tais experiências também são relatadas por meio de olimpíadas de química no México e práticas para alunos recém ingressos em instituições de ensino superior no Brasil.

A segunda temática apresenta três trabalhos que apresentam resultados pela busca de metodologias que possibilitem o desenvolvimento da Química Sustentável (Química Verde) e o desenvolvimento de adsorventes naturais para a remoção de metais pesados e/ou tóxicos em diferentes matrizes aquáticas, visando uma melhor qualidade tanto o ambiente quanto para o próprio homem.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando por meio do incentivo de publicações de trabalhos de pesquisadores de todas as regiões do Brasil e de outros países com o intuito de colaborar com a publicação de e-books e, conseqüentemente, sua divulgação de forma gratuita em diferentes plataformas digitais de fácil acesso. Logo, a Atena Editora contribui para a divulgação e disseminação do conhecimento científico gerado dentro de instituições de ensino e pesquisa e que pode ser acessado de qualquer lugar e em tempo real por qualquer pessoa interessada na busca pelo conhecimento.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS FÍSICOS E ESTRUTURAIS DE UMA ESCOLA PÚBLICA NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM: ESTUDO DE CASO

Murilo Sérgio da Silva Julião

Hélcio Silva dos Santos

Alex Tenório Ximenes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126081>


### **CAPÍTULO 2..... 16**

PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM E ENSINO DE QUÍMICA: O FEIJÃO E AS SUAS POSSIBILIDADES DE GERMINAÇÃO COMO TEMÁTICA DE UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO

Isabella Guedes Martinez

Elias Batista dos Santos

Sebastião Mateus Veloso Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126082>

### **CAPÍTULO 3..... 31**

A QUÍMICA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS E NO ENSINO MÉDIO: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Ana Paula Vieira de Camargos


Beatriz Esser Harms

Vitor Hugo Soares Rosa

Maria Gabriela de Melo Santos

Brenda Garcia

Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126083>


### **CAPÍTULO 4..... 44**

ENSINO DE QUÍMICA E SUBJETIVIDADE: UMA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM COM ESTUDANTES A PARTIR DAS EXPERIÊNCIAS DE JOSEPH PRIESTLEY

Elias Batista dos Santos

Isabella Guedes Martinez

Sebastião Mateus Veloso Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126084>

### **CAPÍTULO 5..... 55**


MÉXICO: XXVII OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA, 2018  
REACCIÓN DE SUSTITUCIÓN ELECTROFÍLICA AROMÁTICA  
NITRACIÓN DEL BENZOATO DE METILO

Patricia Elizalde Galván

Fernando León Cedeño

José Manuel Méndez Stivalet

Martha Menes Arzate

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126085>


**CAPÍTULO 6..... 62**

O SIGNIFICADO DO PIBID E SUAS CONTRIBUIÇÕES INICIAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA ESCOLA PARCEIRA DO SUBPROJETO DE QUÍMICA/UESPI/PIRIPIRI

Rothchild Sousa de Morais Carvalho Filho

Laiane Viana de Andrade

Naiana Machado Pontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126086>

**CAPÍTULO 7..... 71**

PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INOVADORAS E METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA NOS PERÍODOS INICIAIS DA GRADUAÇÃO

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua


Ana Paula Di Foggi

Vinícius Pereira de Carvalho

Waleska Rodrigues dos Santos

Weida Rodrigues Silva

Bruno Elias dos Santos Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126087>

**CAPÍTULO 8..... 82**

UNIVERSO ATLANTIS JOGO DIGITAL EDUCATIVO PARA O ENSINO DE BIOQUÍMICA

Elisabeth Pizoni

Elson Longo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126088>

**CAPÍTULO 9..... 97**

NOVO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE PARA O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA EUPHORBIA LEUCOCEPHALA LOTSY

Rothchild Sousa de Morais Carvalho Filho

João Clécio Alves Pereira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2802126089>

**CAPÍTULO 10..... 109**

ESTUDO DA ESTABILIDADE TÉRMICA DE CORANTES NATURAIS COMO NOVOS INDICADORES ÁCIDO-BASE PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Rothchild Sousa de Morais Carvalho Filho

João Clécio Alves Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.28021260810>


**CAPÍTULO 11..... 120**

DETERMINAÇÃO DE UMIDADE DE ALIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA DE ALIMENTOS

Diego Morais da Silva

Kiseane Santos Gomes

Letícia Terumi Kito  
Vania Battestin Wiendl

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.28021260811>

**CAPÍTULO 12..... 125**

QUÍMICOS ALHURES: DA MUDANÇA DE CARREIRA À POLIMATIA

Daniel Perdigão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.28021260812>


**CAPÍTULO 13..... 137**

SÍNTESIS DEL 2,4,5-TRIFENILIMIDAZOL EMPLEANDO TÉCNICAS DE LA QUÍMICA SOSTENIBLE

Patricia Elizalde Galván

Martha Menes Arzate

Fernando León Cedeño

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.28021260813>

**CAPÍTULO 14..... 146**

ESTUDO COMPARATIVO DO USO DE CARVÃO ATIVADO, CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E Cocos nucifera L. COMO ADSORVENTE NATURAL DE CROMO (VI) EM MEIO AQUOSO

Monique Rodrigues dos Santos Silva

Juliana Duarte Gregório da Rocha


Waldemar Alves Ribeiro Filho

Antonio Iris Mazza

José Graziane de Souza

Juliana Torres Silva

Bruna Baptista Branco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.28021260814>

**CAPÍTULO 15..... 156**

PASSION FRUIT PEEL FLOUR AS ARSENIC BIOSORBENT FOR WATER TREATMENT

Emylle Emediato Santos


Constanza Catarina Cid Bustamente

Josiane Lopes de Oliveira

Paulo Henrique Carvalho

Liliane Catone Soares

Roberta Eliane Santos Froes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.28021260815>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 176**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 177**

# CAPÍTULO 13

## SÍNTESIS DEL 2,4,5-TRIFENILIMIDAZOL EMPLEANDO TÉCNICAS DE LA QUÍMICA SOSTENIBLE

Data de aceite: 23/08/2021

### Patricia Elizalde Galván

Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Química, Departamento de  
Química Orgánica

### Martha Menes Arzate

Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Medicina, Departamento de  
Farmacología, Circuito Interior, Ciudad  
Universitaria  
Ciudad de México - México

### Fernando León Cedeño

Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Química, Departamento de  
Química Orgánica

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan dos técnicas para formar 2,4,5-trifenilimidazol, las cuales a través de la reacción Debus-Radziszewski, utilizan como materias primas un compuesto 1,2-dicarbonílico, un aldehído y una fuente de amoníaco, la cual puede ser,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  y  $\text{AcOH}$  (Método A) o bien,  $\text{AcONH}_4$  y  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (Método B). El método A, resultó ser el mejor por los tiempos de reacción y temperatura, así como por la facilidad para aislar y purificar el producto. El método B, tiene la desventaja de emplear un tiempo de reacción más largo. Estos dos métodos permitieron obtener el producto con rendimientos aceptables (82 % y 84 %, respectivamente), a una temperatura más baja y tiempos de reacción más cortos, que los reportados en la literatura. El Método A, cumple con los siguientes principios de

la química sostenible: 1. Prevención; 2. Economía atómica; 5. Reducción de sustancias auxiliares. 6. Disminución del consumo energético.

**PALABRAS CLAVE:** Imidazol, química heterocíclica, química de alimentos.

### SÍNTESE DE 2,4,5-TRIFENILIMIDAZOL COM TÉCNICAS DE QUÍMICA SUSTENTÁVEL

**RESUMO:** Neste trabalho, são apresentadas duas técnicas para formar 2,4,5-trifenilimidazol, que através da reação de Debus-Radziszewski, utiliza como matéria-prima um composto 1,2-dicarbonil, um aldeído e uma fonte de amônia, que pode ser,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  e  $\text{AcOH}$  (Método A) ou então,  $\text{AcONH}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (Método B). O método A revelou-se o melhor para tempos de reação e temperatura, bem como para facilidade de isolamento e purificação do produto. O método B tem a desvantagem de usar um tempo de reação mais longo. Esses dois métodos permitiram obter o produto com rendimentos aceitáveis (82% e 84%, respectivamente), em temperatura inferior e tempos de reação mais curtos do que os relatados na literatura. O Método A está em conformidade com os seguintes princípios da química sustentável: 1. Prevenção; 2. Economia atômica; 5. Redução de substâncias auxiliares. 6. Diminuição do consumo de energia.

### SYNTHESIS OF 2,4,5-TRIPHENYLIMIDAZOLE USING SUSTAINABLE CHEMISTRY TECHNIQUES

**ABSTRACT:** In this work two techniques to form 2,4,5-triphenylimidazole are presented, which

through the Debus-Radziszewski reaction, use as raw materials a 1,2-dicarbonyl compound, an aldehyde and a source of ammonia, which it can be,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  and AcOH (Method A) or  $\text{AcONH}_4$  and  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (Method B). Method A was found to be the best for the reaction times and temperature, as well as for the facility to isolate and purify the product. Method B has the disadvantage of using a longer reaction time. These two methods allowed obtaining the product with acceptable yields (82% and 84%, respectively), at a lower temperature and shorter reaction times, than those reported in the literature. Method A complies with the following principles of sustainable chemistry: 1. Prevention; 2. Atomic economy; 5. Reduction of auxiliary substances. 6. Decrease in energy consumption

**KEYWORDS:** Imidazole, heterocyclic chemistry, food chemistry.

## INTRODUCCIÓN

En el curso de Laboratorio Química Orgánica III clave 1628 de la carrera de Química de Alimentos, se estudia la formación de derivados de anillos heterocíclicos, los cuales ilustran a los alumnos de esta carrera como se pueden formar los compuestos heterocíclicos (CH) que a su vez se forman a través de la reacción de Maillard. Por medio de esta reacción se explica la formación de los CH durante los procesos de cocción, freído y asado de los alimentos, los cuales son responsables de las propiedades organolépticas que les dan el sabor, olor y color a los alimentos. Dentro de estos compuestos se encuentran derivados del imidazol. En este trabajo se presentan dos técnicas para formar el 2,4,5-trifenilimidazol a través de la reacción de Debus-Radziszewski (DEBUS, 1858; RADZISEWSKI, 1882), la cual utiliza como materias primas, un compuesto 1,2-dicarbónico, un aldehído y una fuente de amoníaco. Las fuentes de amoníaco utilizadas pueden ser una disolución acuosa de amoníaco, cloruro de amonio, carbonato de amonio, bicarbonato de amonio, acetato de amonio, urotropina (LIU *et al.*, 2014). En la aproximación del presente estudio, se utilizaron dos fuentes de amoníaco: por un lado, carbonato de amonio y ácido acético y por el otro, acetato de amonio en presencia de fosfato monobásico de sodio.

Algunos de los derivados del imidazol que demuestran la importancia que tiene este anillo heterocíclico, se mencionan a continuación.

La histidina es un aminoácido esencial. El dipéptido carnosina (CAR) y sus análogos metilados anserina (ANS) y balenina (BAL) son dipéptidos derivados de la histidina ampliamente distribuidos en los tejidos de animales vertebrados, especialmente en el músculo esquelético, el corazón y el sistema nervioso central (MORA *et al.*, 2007), (Figura 1).

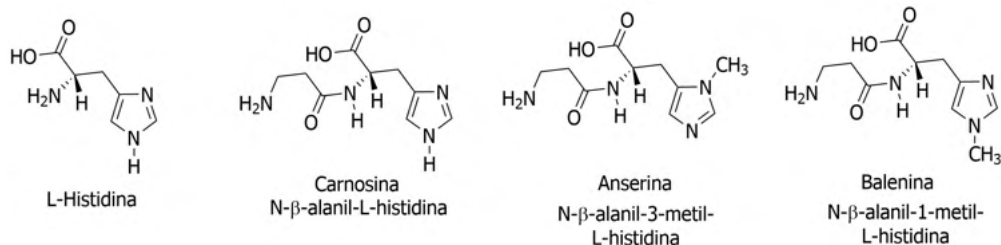


Fig. 1: Derivados de imidazol de importancia.

También se ha descrito su actividad como antioxidantes (Alaiz *et al.*, 1997), (Figura 2).

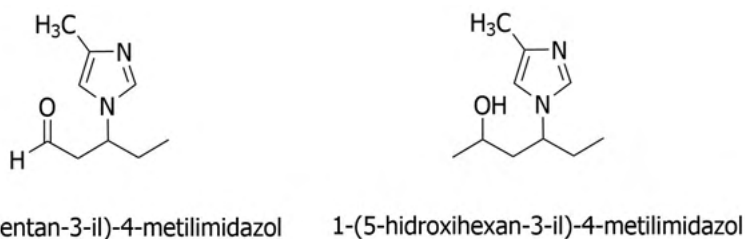


Fig. 2: Derivados de imidazol que actúan como antioxidantes.

Se determinó que el 4-metilimidazol y su tautómero el 5-metilimidazol [4(5)-MI], es un compuesto químico carcinógeno, por el Programa Nacional de Toxicología en 2007 (NTP por sus siglas en inglés) (U.S. Department of Health and Human Services, 2007). Sin embargo, algunos productos químicos tóxicos, incluidos 4(5)-MI, aminas aromáticas, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), y la acrilamida, inevitablemente se forman por el tratamiento térmico de los alimentos (JANG *et al.*, 2013) (Figura 3).

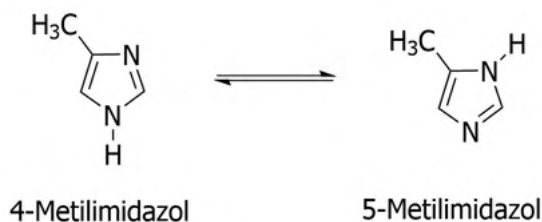


Fig. 3: Derivados de imidazol que actúan como cancerígenos.

Esta práctica forma parte de un Manual de experimentos de la materia Química Orgánica III (1628), de la Carrera Química de Alimentos, en el que se incorporan técnicas de la química sostenible para llevar a cabo experimentos de química orgánica heterocíclica



orientada a la Química de Alimentos. Este Manual está en proceso de revisión y formará parte del acervo de esta Universidad, el cual estará en línea para poder ser descargado. A través del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM, Proyecto PE205317, se contó con fondos para la realización del proyecto.

Para el presente estudio, los objetivos fueron:

- Preparar 2,4,5-trifenilimidazol mediante la reacción de un compuesto 1,2-dicarbonílico, un aldehído y amoniaco.
- Incorporar algunos de los principios de la química verde en los protocolos experimentales.

## METODOLOGÍA

### Procedimiento A

En un matraz redondo con fondo plano de 25 mL, colocar 0.21 g (1 mmol) de bencilo, 0.12 mL (0.125 g, 1 mmol) de benzaldehído, 0.770 g (10 mmol) de carbonato de amonio y 1.5 mL de ácido acético, mezclar hasta la disolución total de los sólidos. Una vez disueltos estos, calentar la mezcla a reflujo durante 10 min. Terminado el tiempo de calentamiento enfriar, verter la mezcla de reacción en 10 g de hielo. Tomar el pH de la disolución, y en caso de ser necesario neutralizar la disolución con bicarbonato de sodio. Aislar el producto crudo por medio de una filtración al vacío. Lavar el producto impuro con 10 mL de agua. Purificar el producto por recristalización de etanol/agua y aislarlo posteriormente por filtración al vacío. Una vez seco, determinar el punto de fusión (reportado: 274-278 °C con descomposición) y el rendimiento. La reacción del procedimiento A se aprecia en la figura 4.

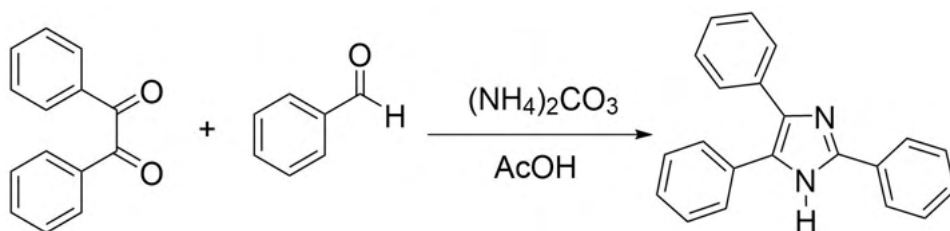


Fig. 4: Reacción para obtener el 2,4,5-trifenil imidazol, procedimiento A.

### Procedimiento B

En un matraz redondo con fondo plano con dos bocas de 25 mL, colocar 0.21 g (1 mmol) de bencilo, 0.12 mL (0.125 g, 1 mmol) de benzaldehído, 0.39 g (5 mmol) de acetato de amonio y 0.042 g (0.3 mmol) de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Calentar la mezcla de reacción a 100°C, durante 20 min. Terminado el tiempo de calentamiento, enfriar y agregar 10 mL de agua, aislar por

filtración al vacío el sólido al vacío. Purificar el producto por recristalización de etanol/agua y aislarlo posteriormente por filtración al vacío. Determinar el punto de fusión (reportado: 274-278 °C, con descomposición) y el rendimiento. La reacción del procedimiento B, se puede visualizar en la figura 5.

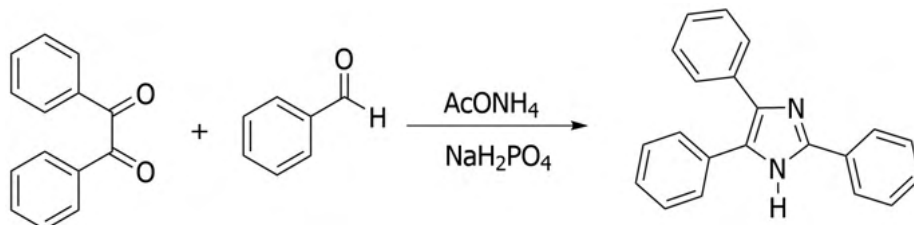


Fig. 5: Reacción para obtener el 2,4,5-trifenil imidazol, procedimiento B.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No obstante que está descrito el uso de microondas para la reacción de Debus-Radziszewski, se hace uso de catalizadores metálicos, como el molibdato de amonio tetrahidratado (Safari *et al.*, 2010), o de níquel (Chundawat *et al.*, 2016), por lo cual, no se empleó esta técnica, ya que nos habíamos planteado hacer uso de la mayoría de los principios de la Química Verde. También se había propuesto el objetivo de establecer una metodología para llevar a cabo la reacción a temperatura ambiente de acuerdo con los principios ya comentados, pero esto no se pudo lograr. Actualmente la manera en la que se lleva a cabo la reacción en los laboratorios de docencia es utilizando los mismos reactivos (bencilo, benzaldehído y acetato de amonio) y calentando a reflujo durante 1 hora (Menes & Jiménez, 2018; Marzouk, 2013). De los dos métodos estudiados, el que se consideró más adecuado, con tiempos de reacción más cortos, es el método A, ya que solo se calienta a reflujo por 10 minutos obteniéndose el producto con un rendimiento del 82%. Este procedimiento al realizarlo los alumnos, obtuvieron rendimientos que van del 70 al 75%. En comparación con el método B, en el cual se debe calentar a reflujo por 20 minutos, obteniéndose el producto con un rendimiento del 84%. El punto de fusión del 2,4,5-trifenilimidazol fue de 276-278 °C, con descomposición, lo cual está de acuerdo con lo descrito en la literatura (Chemical Book, [https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty\\_EN\\_CB2401234.htm](https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB2401234.htm)). Mediante un análisis por cromatografía en capa fina (cromatoplasmas de sílica gel en soporte de aluminio con indicador de fluorescencia 60F<sub>254</sub>), eluyente hexano:acetato de etilo (80:20), revelador UV onda corta, el bencilo presentó un R<sub>f</sub> de 0.58 y el 2,4,5-trifenilimidazol de 0.33. Además, con base en sus propiedades espectroscópicas, se corroboró la estructura del producto obtenido. En la figura 6, se muestra la estructura del compuesto estudiado con la asignación H del grupo fenilo en la posición 2.

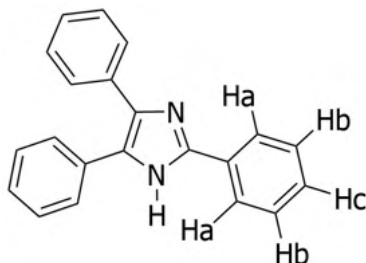


Fig. 6: Estructura del 2,4,5-trifenilimidazol. Asignación de los H del grupo fenilo en la posición 2.

### Espectro de RMN $^1\text{H}$ (90 MHz), $\text{DMSO-d}_6$ , TMS referencia interna

En el espectro de RMN  $^1\text{H}$ , Figura 7, se observa una señal centrada a 8.0 ppm que integra para dos H, y se puede ver una señal doble de dobles, originada por el desdoblamiento por un acoplamiento *orto* ( $J = 18$  Hz) y otro desdoblamiento originado por un acoplamiento *meta*, de los hidrógenos Ha que se muestran en la Figura 6. Se observa una señal centrada en 7.4 ppm, que integra para 13 H, dentro de la cual se pueden diferenciar los hidrógenos Hb (Figura 6) en las posiciones 3 y 5 del mismo fenilo, los cuales presentan un desdoblamiento doble de doble, debido a un doble acoplamiento *orto* ( $J = 18$  Hz). Los hidrógenos restantes se observan como una señal múltiple, de los hidrógenos de los fenilos en las posiciones 4 y 5. La señal ancha a 12.7 ppm se asigna al H de la posición 1 del anillo del imidazol. La señal a 3.4 ppm se asigna al agua presente en la muestra y el disolvente deuterado.

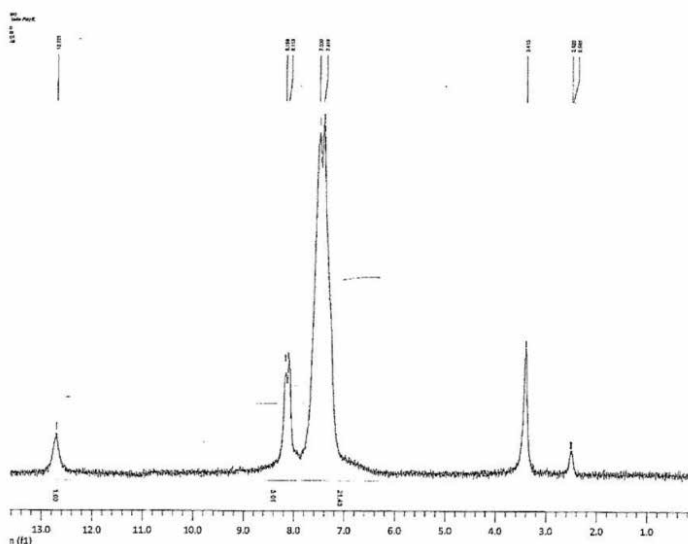


Fig. 7: Espectro de RMN  $^1\text{H}$  del 2,4,5-trifenilimidazol.

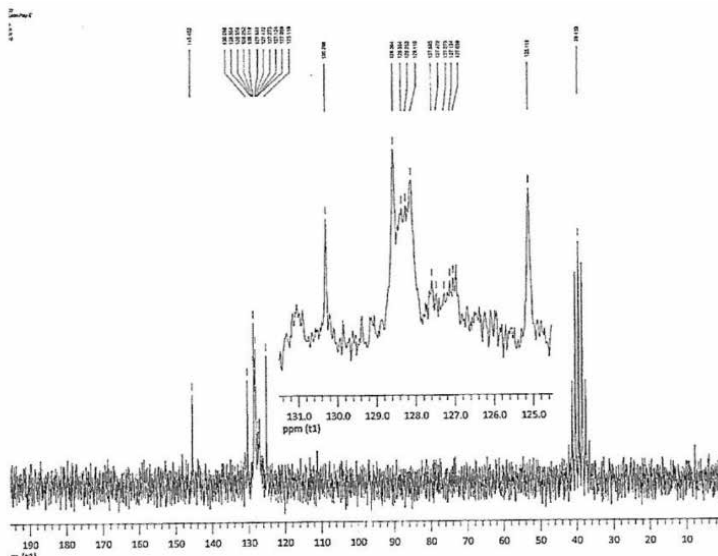


Fig. 8: Espectro de RMN  $^{13}\text{C}$  del 2,4,5-trifenilimidazol.

### Espectro de RMN $^{13}\text{C}$ (80 MHz), DMSO- $d_6$ , TMS referencia interna

El espectro carbono-13 del 2,4,5-trifenilimidazol (Figura 8) muestra solamente C con hibridación  $sp^2$ , a campo bajo entre 125.1 y 130.3 ppm. Las señales de los C más desprotegidos se asignaron a C-2, 130.2 ppm, seguidas de los C-5, 128.6 ppm y al C-4 a 128.5 ppm. El resto de los carbonos se encuentran entre 128.2 y 127.0 ppm. La señal a 125.2 ppm se atribuye a los H en las posiciones 4 de los anillos bencénicos. La señal múltiple a 39.5 ppm se asigna al disolvente, dimetilsulfóxido deuterado.

### Espectro de IR

FTIR (KBr,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3038 (NH), 2999, 2967, 2809, 1610 (C=C), 1587, 1460 (C=N); se observa el patrón característico de los anillos bencénicos monosustituidos entre 2000-1600  $\text{cm}^{-1}$ , que se confirman con las señales a 689 y 764  $\text{cm}^{-1}$  (Figura 9). Todos los datos espectroscópicos coinciden con lo reportado por el National Institute of Advanced Industrial Science and Technology ([https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)).

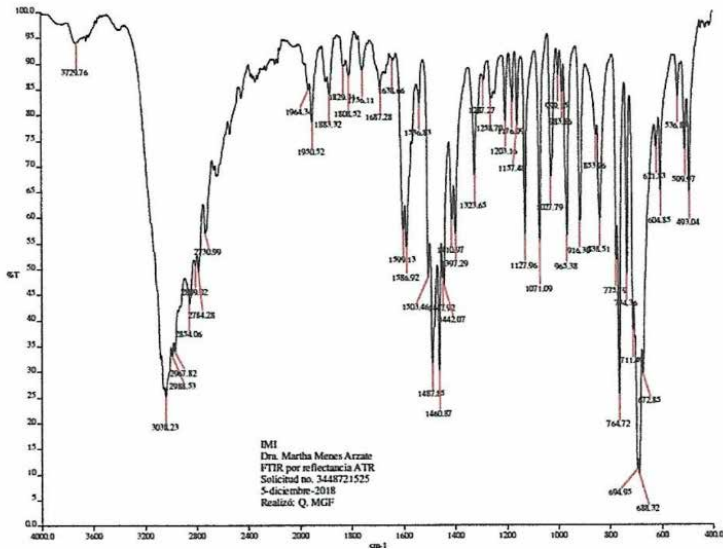


Fig. 9: Espectro de IR del 2,4,5-trifenilimidazol.

## CONCLUSIONES

Se logró sintetizar con buen rendimiento el 2,4,5-trifenilimidazol mediante la reacción de bencilo, benzaldehído y una fuente de amoníaco por dos métodos, siendo el más adecuado el método A, debido a que los tiempos de reacción son más cortos que en el método B.

Se lograron incorporar algunos de los principios de la Química Verde en los protocolos experimentales.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico del programa PAPIME de la DGAPA de la UNAM, Proyecto PE205317. A las Maestras Alejandrina Acosta Huerta, Irene Audelo Méndez y Marisela Gutiérrez Franco por los experimentos de espectroscopia. Al Dr. Héctor García-Ortega por la revisión de este manuscrito y sus aportaciones al mismo.

## REFERENCIAS

1. ALAIZ, M., HIDALGO, F.J. & ZAMORA, R. **Comparative Antioxidant Activity of Maillard and Oxidized Lipid-Damaged Bovine Serum Albumin.** *J. Agric. Food Chem.*, 45 (8), 3250-3254, 1997
2. CHUNDAWAT, T S., SHARMA, N., KUMARI, P. & BHAGAT, S. **Microwave-Assisted Nickel-Catalyzed One-Pot Synthesis of 2,4,5-Trisubstituted Imidazoles.** *Synlett*, 27, 404-408, 2016.

3. DEBUS, H. Ueber die Einwirkung des Ammoniaks auf Glyoxal. *Liebigs Ann.*, 107 (2), 199-208, 1858.
4. JANG, H.W., JIANG, Y., HENGEL, M. & SHIBAMOTO, T. **Formation of 4(5)-Methylimidazole and Its Precursors,  $\alpha$ -Dicarbonyl Compounds, in Maillard Model Systems.** *J. Agric. Food Chem.*, 61 (28), 6865-6872, 2013.
5. LIU, C., DAI, R.J., YAO, G.W. & DENG, Y.L. **Synthesis of 2-Aroyl-(4 or 5)-aryl-1H-imidazoles and 2-Hydroxy-3,6-diaryl-pyrazines Via a Cascade Process.** *Arkivoc*, (iv), 146-163, 2014.
6. MARZOUK, A.A., ABBASOV, V.M. TALYBOV, A.H. & MOHAMED, S.K. **Synthesis of 2,4,5-Triphenyl Imidazole Derivatives Using Diethyl Ammonium Hydrogen Phosphate as Green, Fast and Reusable Catalyst.** *World Journal of Organic Chemistry*, 1 (1), 6-10, 2013.
7. MENES, M.A. & JIMENEZ, C.C. **Manual de Práticas de Laboratorio, Química Orgánica III, 1628.** Sitio Web: [http://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/10543/mod\\_resource/content/1/PRACTICAS%20QO%20III%20%281628%29%202019-1.pdf](http://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/10543/mod_resource/content/1/PRACTICAS%20QO%20III%20%281628%29%202019-1.pdf). 2018.
8. MORA, L., SENTANDREU, M.A. & TOLDRÁ, F. **Hydrophilic Chromatographic Determination of Carnosine, Anserine, Balenine, Creatine, and Creatinine.** *J. Agric. Food Chem.*, 55 (12), 4664-4669, 2007.
9. RADZISEWSKI, Br. **Ueber Glyoxalin und Seine Homologe.** *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, 15 (2), 2706-2708. 1882.
10. SAFARI, J., KHALILI, S.D. & BANITABA, S.H. **A Novel and an Efficient Catalyst for One-Pot Synthesis of 2,4,5-Trisubstituted Imidazoles by Using Microwave Irradiation Under Solvent-Free Conditions.** *J. Chem. Sci.*, 122 (3), 437-441, 2010.
11. U. S. Department of Health and Human Services Sitio Web: <https://ntp.niehs.nih.gov/results/pubs/longterm/reports/longterm/tr500580/listedreports/tr535/index.html>. 2007.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorvente 74, 75, 76, 78, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 154

Alimentos 36, 107, 118, 120, 121, 123, 124, 137, 138, 139, 140

Aluno 2, 3, 4, 10, 12, 13, 19, 33, 34, 36, 37, 39, 69, 72, 76, 79, 92, 93, 94, 98, 110, 113, 120, 121, 125

Ambiente escolar 1, 2, 4, 13, 14, 65

Aprendizado significativo 63, 97

Aprendizagem 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 23, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 62, 64, 65, 67, 70, 71, 72, 74, 80, 82, 96, 98, 99, 110, 113, 119

Arsenic 156, 157, 158, 160, 161, 162, 164, 166, 167, 171, 172, 173, 174, 175

### B

Bioquímica 82, 83, 95, 128

Biosorbent 156, 170, 172, 174

### C

Carvão ativado 146, 148, 149, 152, 154, 155

Ciências 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 29, 30, 31, 32, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 53, 54, 63, 67, 68, 69, 70, 81, 97, 107, 118, 119, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 155, 156

Ciências naturais 13, 20, 22, 29, 46, 48, 63, 97

Conhecimento científico 32, 41, 51, 52, 53, 63, 98, 135

Conhecimento escolar 32

Contaminação 146, 147, 154, 172

Contextualização 19, 43, 48, 71, 80

Coordenação e aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – Capes 14, 64, 70, 119, 170

Corantes naturais 107, 108, 109, 119

Corpo hídrico 147

Cotidiano 17, 18, 19, 27, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 44, 63, 64, 97, 98, 106, 110, 118

### D

Didática 31, 35, 41, 42, 53, 79, 98, 119

Discente 40, 98, 110, 133

Docente 3, 4, 19, 20, 30, 41, 46, 54, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 73, 81, 133

## **E**

Educação básica 16, 28, 41, 44, 62, 64, 65, 67, 69, 70, 107, 118, 133

Embalagem 121, 122

Ensino-aprendizagem 1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 16, 18, 20, 23, 32, 33, 36, 39, 44, 45, 46, 51, 52, 53, 54, 62, 64, 67, 70, 113

Ensino médio 1, 8, 10, 12, 16, 20, 31, 32, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 64, 81, 82, 83, 95, 98, 108, 110, 118, 119

Ensino superior 62, 69, 80, 133, 176

Espectrofotometria 146, 151

Estocagem 121

Experimentação 31, 33, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 45, 51, 52, 63, 74, 97, 98, 110, 113

Extensão 32, 34, 40, 41, 43, 78, 127

Extrato 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 117, 118

## **F**

Fundo nacional de desenvolvimento da educação - FNDE 64

## **I**

Indicador natural ácido-base 97, 101, 105, 106, 109

Inorganic contaminants 156

Insalubridade 72

## **L**

Laboratório 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 116, 118, 146

Lei de diretrizes e bases da educação - LDB 64, 98

Linguagens 18, 32

## **M**

Magistério 62

Mapas de risco 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Material lignocelulósico 71, 75

Meio ambiente 108, 147

Meio aquoso 100, 106, 109, 114, 146, 150

Metais pesados 71, 73, 75, 80, 146, 147, 148, 154

Metodologia de ensino 33, 38

Metodologias ativas 44, 71, 74, 80

México 55, 56, 137



Modelos 18, 32, 119

## **P**

Paradigmas 6, 82

Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs 33, 98, 110, 118

Pesquisa 1, 7, 12, 20, 28, 31, 32, 40, 42, 44, 46, 47, 48, 65, 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 96, 121, 125, 126, 127, 129, 132, 135, 155, 176

Pibid 70

Pigmento 100, 110, 114

Poluição ambiental 147

Prática pedagógica contextualizada 82

Prática pedagógica inovadora - PPI 72

Preparation of passion fruit peel flour – PFPF 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

Procedimentos operacionais padrão – POP's 76, 77

professor 2, 3, 4, 5, 9, 11, 12, 19, 22, 30, 33, 34, 42, 43, 45, 50, 52, 54, 64, 65, 75, 78, 79, 80, 82, 83, 87, 93, 94, 110, 119, 132

Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID 42, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

## **Q**

Química 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 67, 70, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 97, 98, 99, 101, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 145, 156, 172, 176

Química sustentável 137

## **R**

Reaproveitamento 75

Receptor passivo 82

Recurso didático 31, 40

Resíduos químicos 72, 73, 74, 75, 80, 176

## **S**

Saúde humana 147

Sementes de feijão 16, 21, 24, 28

Sociedade tecnológica 32

Solo 16, 17, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 56, 60, 122, 141

Solubilidade 31, 35, 37, 38

Subjetividade 27, 28, 29, 44, 45, 54

## **T**

Teor de umidade 121, 122, 123

Teoria 10, 14, 29, 32, 33, 34, 35, 40, 44, 45, 54, 63, 64, 69, 74, 98, 99, 107, 110, 113, 118, 134

## **U**


Universidade 1, 14, 16, 29, 30, 31, 32, 34, 41, 43, 44, 54, 62, 70, 71, 72, 74, 80, 81, 95, 97, 108, 109, 119, 123, 124, 125, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 136, 155, 156, 172, 176


## **W**


Wastewater 155, 156, 157, 161, 174


O ensino e a pesquisa em

# QU MICA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 


 **Atena**  
Editora


Ano 2021


O ensino e a pesquisa em

# QU MICA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



 **Atena**  
Editora

Ano 2021