

Atena
Editora
Ano 2021



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2021

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

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.



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

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. 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. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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. 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 Salvador
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 Federacl 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 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 Gonçalves 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 Miraniide 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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A geração de novos conhecimentos na química

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Eleonora Celli Carioca Arenare

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 A geração de novos conhecimentos na química /
Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-171-5

DOI 10.22533/at.ed.715211806

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca
(Organizadora). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
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.

APRESENTAÇÃO

A proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência “Química”. Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book “A Geração de Novos Conhecimentos na Química”, está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência “Química”, que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

**A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO EXPERIMENTAL NO PROCESSO ENSINO-
APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Teresa de Jesus Manuel
Claudia Celeste Frutuoso

DOI 10.22533/at.ed.7152118061

CAPÍTULO 2..... 8

**A QUÍMICA CONTADA PELA HISTÓRIA DAS MOLÉCULAS: PROPOSTAS PEDAGÓGICAS
A PARTIR DO CASO DA QUININA**

Rogério Côrte Sassonia

DOI 10.22533/at.ed.7152118062

CAPÍTULO 3..... 19

**A TEMÁTICA DOS ALIMENTOS NO ENSINO DE ÁCIDOS E BASES: ARTICULANDO
SABERES TEÓRICOS E PRÁTICOS EM UMA OFICINA DIDÁTICA**

Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira
Wagner de Oliveira Feitosa
Melquesedeque da Silva Freire

DOI 10.22533/at.ed.7152118063

CAPÍTULO 4..... 33

**A UTILIZAÇÃO DO “JOGO DAS ASSOCIAÇÕES” NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA
ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS
ENVOLVENDO MEDICAMENTOS**

Alex Batista Oliveira Cardoso
Ana Angélica dos Santos Faro
Éverton da Paz Santos
Givanildo Batista da Silva
Eric Fabiano Sartorato de Oliveira
Andreza Cristina da Silva Andrade

DOI 10.22533/at.ed.7152118064

CAPÍTULO 5..... 46

**AS ATIVIDADES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO E A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PETRÓLEO: A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO**

Sérgio Allan Barbosa de Ornellas
Lucas Velloso Oliveira da Silva
Geraldo de Souza Ferreira
Rogério Fernandes de Lacerda

DOI 10.22533/at.ed.7152118065

CAPÍTULO 6..... 59

ATIVIDADES BASEADAS EM BIOINFORMÁTICA PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS DA VIDA: UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO BÁSICO

Thiago Lipinski-Paes
Hendrie Ferreira Nunes
Camila Rodrigues França
Jonathan Campos de Oliveira
Renata Waleska de Sousa Pimenta

DOI 10.22533/at.ed.7152118066

CAPÍTULO 7..... 79

CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS E A COMPLEXIDADE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA PARA O EXERCÍCIO DA DOCÊNCIA DE FORMA EFETIVA, INCLUSIVA E CONTEXTUALIZADA

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Marilene Aparecida Fernandes Pereira

DOI 10.22533/at.ed.7152118067

CAPÍTULO 8..... 91

DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA EFICIENTE PARA INTRODUÇÃO DA NANOCIÊNCIA NO ENSINO REMOTO

João Luiz Oliveira Maciel Júnior
Dennis da Silva Ferreira
Mateus Pereira de Sousa Milhomem
Sívio Quintino de Aguiar Filho
Lucas Samuel Soares dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.7152118068

CAPÍTULO 9..... 103

ESTUDO DE VIABILIDADE DA EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHELHO NA AMAZÔNIA

Carla Giovanna Barbosa da Silva
Cristianlia Amazonas da Silva Pinto
Sávio Raider Matos Sarkis

DOI 10.22533/at.ed.7152118069

CAPÍTULO 10..... 115

JOGO LÚDICO COMO ESTRATÉGIA DE METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS BÁSICOS EM QUÍMICA

Antonio Ramon Freitas Moura
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu
Stephany Swellen Vasconcelos Maia
Henety Nascimento Pinheiro
Beatriz Jales de Paula
Bárbara de Fátima do Nascimento Pereira
Samantha Valente de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.71521180610

CAPÍTULO 11..... 130

O ENSINO DE QUÍMICA NA REDE

Nathália Sayuri Tateno
José Guilherme Martins Siqueira
Gisele Apolinário Mendes
Karina Ribeiro Ferreira
Maria do Socorro Ribeiro da Silva
Jocélia Pereira de Carvalho Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.71521180611

CAPÍTULO 12..... 139

OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA

Deracilde Santana da Silva Viégas
Deranilde Santana da Silva
Isaide de Araujo Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.71521180612

CAPÍTULO 13..... 152

O USO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA ALTERNATIVA NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

Lais Conceição Tavares
Alex Gomes de Oliveira
Regina Celi Sarkis Müller
Adriano Caldeira Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.71521180613

CAPÍTULO 14..... 163

PRÁTICA DIDÁTICA E SUSTENTÁVEL NO ENSINO DE QUÍMICA: EXTRAÇÃO DA BIXINA A PARTIR DE SEMENTES DE URUCUM VALORANDO OS CORANTES NATURAIS

Sidne Rodrigues da Silva
Álvaro Itaúna Schalcher Pereira
Nayra Salazar Rocha
Weslen Carlos Silva Martins
Adilson Luís Pereira Silva
Aldemir da Guia Schalcher Pereira

DOI 10.22533/at.ed.71521180614

CAPÍTULO 15..... 169

PRODUÇÃO DE VIDEOAULAS EM LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS COMO ESTRATÉGIA PARA APRIMORAR A COMPREENSÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES SURDOS

Antônio Ricardo Araújo Gonçalves
Alexandra Souza de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.71521180615

CAPÍTULO 16.....	180
PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM NAS AULAS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Alexandra Souza de Carvalho	
Arisa Evelyn Pinheiro dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71521180616	
CAPÍTULO 17.....	190
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE MICRO E MACROALGAS COMO INIBIDORES DE CORROSÃO	
Vanessa Mattos dos Santos	
Anita Ferreira do Valle	
Eliane D'Elia	
Mariana dos Santos Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.71521180617	
CAPÍTULO 18.....	200
QUÍMICA E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA: UMA TENTATIVA DE CONCILIAÇÃO ENTRE INCOMENSURABILIDADE E ACUMULAÇÃO EPISTEMOLÓGICA	
Kleber Cecon	
Rogério Côte Sassonia	
DOI 10.22533/at.ed.71521180618	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	218
ÍNDICE REMISSIVO.....	219

AS ATIVIDADES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO E A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO: A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 05/03/2021

Sérgio Allan Barbosa de Ornellas

Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5614756784342271>

Lucas Velloso Oliveira da Silva

Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
<https://orcid.org/0000-0002-0510-7419>

Geraldo de Souza Ferreira

Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7737006660315245>

Rogério Fernandes de Lacerda

Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6122361176823712>

RESUMO: O presente artigo tem o objetivo de mostrar a importância das práticas laboratoriais para a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro de petróleo. Para isso, são desenvolvidas atividades no âmbito da disciplina Laboratório em Engenharia de Petróleo, do Curso de Graduação em Engenharia de Petróleo da Universidade Federal Fluminense, de construção de um experimento no qual é simulado um fenômeno físico-químico real - a deposição de parafinas - que ocorre nos dutos dos sistemas produtivos de petróleo,

em função da queda de temperatura no trajeto entre o reservatório, no subsolo, e a plataforma de petróleo, na superfície. O trabalho destaca as competências estabelecidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia que são adquiridas com a realização das atividades laboratoriais. As associações entre os estudos teóricos realizados, o conhecimento dos problemas do mundo real e o saber prático-laboratorial desenvolvido propiciam, ao discente, oportunidades para consolidar potencial de coordenar, elaborar e planejar projetos de engenharia, além de torná-lo capaz de identificar, formular e resolver problemas da área, de modo que venha a se tornar um profissional bem qualificado.

PALAVRAS - CHAVE: Engenharia de Petróleo. Competências. Laboratório. Parafina. Ensino.

PRACTICAL ACTIVITIES IN LABORATORY AND THE FORMATION IN PETROLEUM ENGINEERING: ACQUISITION OF SKILLS THROUGH EXPERIMENTATION

ABSTRACT: This article aims to show the importance of laboratory practices for the acquisition of skills necessary for the formation of petroleum engineers. For this, activities are developed under the discipline Laboratory in Petroleum Engineering, of the Program of Petroleum Engineering at Universidade Federal Fluminense, to build an experiment in which a real physical-chemical phenomenon is simulated - the deposition of paraffins - that occurs in the pipelines of petroleum production systems, due to the temperature drop in the path between

the reservoir, underground, and the petroleum platform, on the surface. The work highlights the competencies established in the National Curriculum Guidelines for the Undergraduate Engineering Course that are acquired with the performance of laboratory activities. The associations between the theoretical studies carried out, the knowledge of real-world problems and the practical laboratory knowledge developed provide the student with opportunities to consolidate the potential to coordinate, elaborate and plan engineering projects, in addition to making him able to identify, formulate and solve problems in the area, so that it becomes a well qualified professional.

KEYWORDS: Petroleum Engineering. Skills. Laboratory. Paraffin. Teaching.

1 | INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e consequente consolidação do aprendizado, as empresas buscam aprimorar as diversas técnicas relacionadas às atividades que executam. A indústria do petróleo, sobretudo, tem passado por mudanças expressivas, principalmente em virtude dos avanços associados à implementação da transformação digital e indústria 4.0. Com isso, empresas e instituições deste setor começaram a alavancar suas pesquisas com a finalidade de estar sempre um passo à frente, em um contexto de mercado competitivo, sujeito a mudanças, no qual é importante manter condições de crescimento.

Atualmente, entende-se que o profissional engenheiro não é apenas aquele que busca a resolução de problemas das formas mais variadas e inovadoras possíveis mas, também, como sendo um conhecedor estratégico de cada área de conhecimento. Com os contínuos e recentes avanços tecnológicos enfrentados no âmbito da indústria de óleo e gás, o engenheiro de petróleo tende a ser exigido em campos variados de suas especializações, necessitando aplicar toda sua carga de conhecimento e experiências acumulados durante sua carreira.

O cenário atual é de intensa atividade com novas pesquisas surgindo a cada dia e, assim, aquele profissional que estiver acompanhando tais mudanças continuará ganhando e adquirindo novos conhecimentos. O papel das empresas é investir nos seus funcionários, tornando-os capazes e detentores de raciocínios aprofundados e aptos a criar condições para buscar solucionar o que ainda se apresenta como inimaginável ou improvável. Concomitantemente, as instituições universitárias, responsáveis pela formação de futuros cidadãos e profissionais, são as responsáveis por disponibilizar insumos e subsídios ao discente para que ele consolide seu conhecimento e pensamento crítico, tendo maturidade na capacitação para o que o espera no mundo real. As universidades são o *locus* de oferta de mecanismos e incentivos que permitem aos jovens adquirir habilidades que serão almejadas pelas empresas no futuro. Desta forma, o investimento por parte das universidades em tecnologias que possibilitem introduzir o docente em um ambiente de aprendizado e aprimoramento de suas habilidades torna-se primordial.

Para o engenheiro de petróleo as coisas não são diferentes. O mercado nacional e

internacional de óleo e gás tem se tornado cada vez mais exigente em relação à formação demandada de seus profissionais engenheiros, que, além das competências e habilidades técnicas, vão desde o domínio de um segundo, ou até mesmo um terceiro idioma, até saberes relacionados à programação e lógica computacional, com conhecimento e aplicação prática dos *softwares* mais específicos e avançados. Dentre os muitos saberes dos quais as companhias esperam do profissional de petróleo, podemos ressaltar o entendimento e aplicação real dos conceitos aprendidos, durante o período acadêmico, em âmbitos laboratoriais, explorando as mais áreas da cadeia produtiva de petróleo, em sua fase *upstream*, desde a pesquisa e prospecção, exploração, perfuração de poços, até a fase *downstream*, envolvendo a produção e refino do hidrocarboneto.

As atividades de laboratórios possuem papel relevante para a formação de engenheiros para a indústria petrolífera, pois, permitem trazer para o âmbito acadêmico parcela da realidade a ser encontrada nas atividades nos campos petrolíferos, bem como as principais questões a ela associada, tais como interrupções no fluxo de petróleo em tubulações, como incrustações e formação, precipitação e deposição de parafinas.

Portanto, a existência de laboratórios, como locais específicos para estudo em engenharia de petróleo, é essencial para o domínio de fundamentos, conhecimento de mecanismos e processos, aprimoramento de técnicas e para estar a par das tecnologias que podem ser utilizadas. Os laboratórios propiciam também familiaridade com os equipamentos e utensílios com os quais o engenheiro vai estar em contato em sua vida profissional. Sendo assim, os laboratórios possuem um importante papel na formação e construção de um profissional que será capaz de atuar em diversos segmentos e terá base para analisar e estruturar problemas desde os mais simples até os mais complexos (FERREIRA, 2013).

O presente trabalho busca analisar a importância do uso de laboratórios na formação do aluno do curso de Engenharia de Petróleo, apontando, no contexto das atividades desenvolvidas para a simulação de um fenômeno real, a deposição e precipitação de parafinas, as principais competências adquiridas, tendo-se como base o artigo 4 da nova Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que atualizou as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Uma sólida aquisição de competências permite preparar o aluno para as situações e desafios que lhe serão propostos durante seu ciclo profissional, tornando-o apto a solucionar problemas enfrentados hoje pela indústria de petróleo.

2 | AS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO E A FORMAÇÃO DOS ALUNOS-ENGENHEIROS

Conforme a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, existem competências e habilidades que o aluno deve desenvolver para tornar-se um profissional. O Dicionário

Aurélio salienta que competência se refere à detenção de profundo conhecimento específico acerca de determinado assunto, enquanto a habilidade se associa a um conjunto de qualificações para o exercício de uma atividade ou cargo (HOLANDA, 2008). A resolução torna obrigatória a existência de atividades de laboratório necessárias para o desenvolvimento de competências gerais e específicas, devendo o enfoque e intensidade das mesmas serem compatíveis com a habilitação ou ênfase do curso.

Esta Resolução define que o curso deve proporcionar aos egressos as seguintes competências gerais, que, no âmbito do escopo do presente trabalho, possuem íntima relação com as práticas laboratoriais: i. formular e conceber questões de engenharia, com capacidade adequada de observação e análise de necessidades dos usuários, concebendo soluções criativas, com uso de técnicas adequadas; ii. analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos, concebendo experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; iii. conceber e projetar sistemas, produtos ou processos, com soluções criativas e viáveis e que possuam parâmetros construtivos e operacionais adequados; iv. implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia; v. comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica; vi. trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; vii. conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão; viii. aprender de forma autônoma, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Durante o período de formação do aluno de Engenharia de Petróleo é necessário que este entre em contato com situações práticas semelhantes àquelas que serão vivenciadas durante sua atuação na área de óleo e gás, não somente para que este esteja de acordo com as competências que lhe serão exigidas, mas para que também esteja apto a lidar com imprevistos inevitáveis.

Desta maneira, em consonância com a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, a disciplina Laboratório em Engenharia de Petróleo visa atender às exigências e necessidades necessárias para a formação do engenheiro, possibilitando a capacitação tanto teórica quanto pessoal em termos de engajamento, proatividade e planejamento frente à resolução de problemas.

O experimento descrito neste artigo, realizado no âmbito das atividades de laboratório, mostra como as atividades práticas contribuem para a formação do Engenheiro de Petróleo no enfrentamento de problemas do dia a dia do mundo do trabalho.

3 | PROBLEMAS RELEVANTES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

Desde o século XIX, com o início da corrida por fontes de energia para a nascente civilização industrial, o engenheiro de petróleo é o profissional responsável pela qualificação e quantificação das reservas de petróleo e pela obtenção do mesmo. Com o aprimoramento

de técnicas e ampliação do conhecimento sobre o negócio, este profissional é capaz de estimar e determinar a localização de ocorrências de petróleo em subsolo, dominar as técnicas e saberes necessários para a perfuração de poços com segurança para acesso a estes recursos, além de conhecer as técnicas necessárias para destinar o petróleo às unidades de tratamento e posterior produção de combustíveis.

Na fase *upstream* da cadeia produtiva, o principal problema são os *blowouts*, que podem ocorrer durante a perfuração de poços de petróleo e levar a acidentes muito sérios, como ocorreu recentemente, em 2010, no poço de Macondo, Golfo do México, nos Estados Unidos. O engenheiro de petróleo é responsável por lidar com a previsão e controle destes problemas, que são eventos decorrentes da entrada descontrolada de fluidos das rochas, em subsolo, para o poço que está sendo perfurado. (MOREIRA; D'ALMEIDA, 2018). Um *blowout* é um fluxo descontrolado de hidrocarbonetos, gás e água que saem do poço e geram danos ao meio ambiente, além de oferecer grande risco à vida dos funcionários (P&Q, 2017).

Outra questão importante com a qual os engenheiros se ocupam na indústria petrolífera é a emissão de gases poluentes oriundos da queima de combustíveis derivados do petróleo, que ocorre na fase *downstream* da cadeia produtiva. O arcabouço legal moderno estimula as empresas e seus respectivos engenheiros a buscar soluções para diminuir a emissão de gases poluentes, prejudiciais ao meio ambiente e à saúde (MARIANO, 2001).

Além destes problemas, há diversos outros desafios com os quais os engenheiros devem lidar no dia a dia do trabalho, em especial aqueles que ocorrem durante o processo de produção de petróleo. Dentre estes destacam-se a presença de fluidos corrosivos (ácido sulfúrico e gás carbônico) no petróleo, as incrustações inorgânicas e a precipitação e deposição de parafinas que ocorrem nas tubulações de produção e nos dutos que transportam o óleo e gás para armazenamento.

As incrustações e a deposição de parafinas diminuem o diâmetro interno dos tubos, diminuem o fluxo de petróleo e podem levar ao fechamento dos mesmos, gerando atrasos e prejuízos. Para sanar estes problemas é preciso parar o processo de produção de petróleo para consertar o duto transportador (VIDAL, 2015). Em alguns casos, deve ser feita a substituição total ou parcial dos dutos. Quando ainda existe fluxo no duto é possível utilizar raspadores mecânicos (PIGs) para remoção do material depositado nas paredes internas dos dutos.

O presente trabalho dá atenção aos fenômenos físicos e químicos associados ao processo de formação, precipitação e deposição da parafina, e mostra como a elaboração e construção de um modelo físico em laboratório que simula este fenômeno, possibilita a compreensão do mesmo e permite a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro, conforme o artigo 4 da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019.

4 I A SIMULAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE PARAFINAS: UM EXPERIMENTO

O petróleo é um fluido orgânico complexo, que possui compostos químicos com cadeias orgânicas constituídas com desde um átomo de carbono (gás metano) até cadeias muito pesadas, com até duas centenas de átomos de carbono. Desde o reservatório de petróleo, no subsolo, em profundidades superiores a 5000 metros, com pressões elevadas (em uma ordem de grandeza de 2000 atm) e alta temperatura (valores médios na faixa de 50°C a 80°C) até à superfície (pressão de 1 atm e temperatura na faixa de 25°C), ocorrem diversos fenômenos físico-químicos durante o escoamento do petróleo no interior dos dutos, dentre os quais a formação, precipitação e deposição de parafinas.

As parafinas são hidrocarbonetos saturados lineares, ramificados ou cíclicos da família dos alcanos, que se cristalizam com a redução de temperatura no escoamento. Para lidar com problemas relacionados à parafina, os pesquisadores na indústria de petróleo procuram determinar a temperatura inicial de aparecimento de cristais (TIAC) de parafina. Para tal, são feitos experimentos com resfriamento controlado de amostras de petróleo. Em temperaturas de escoamento abaixo da TIAC ocorre um processo aglomerativo de cristais que levam à acumulação de depósitos nos sistemas de produção. Quanto menor for a temperatura abaixo da TIAC, mais intensa é a cristalização, e o petróleo se composta como um fluido viscoso e mesmo um gel.

O aparecimento de cristais de parafina no petróleo produzem os seguintes efeitos aos sistemas de produção: i. aumento da viscosidade do petróleo causado pela fase sólida dispersa formada, levando a aumento da perda de carga; ii. deposição gradativa das parafinas na parede da tubulação, reduzindo a seção transversal disponível ao escoamento e diminuindo a produção; e iii. gelificação do fluido durante as paradas de produção, o que demanda aumento de pressão para superar uma tensão limite de escoamento maior (GONÇALVES; MARQUES; OLIVEIRA, 2018).

4.1 Materiais

Para a realização do experimento foram utilizados equipamentos do Laboratório de Engenharia de Petróleo da UFF. A parafina foi simulada com o uso de velas. Foi utilizado petróleo do campo de Marlim para fazer as eventuais misturas. Usou-se também um termômetro para medir a temperatura do ponto de fluidez e de cristalização, bem como béquer, serpentina de metal, mangueira, suporte de madeira, banho ultratermostático, tubo de cobre e um aparelho para realizar banho-maria. Os pesos do béquer, da amostra de petróleo e da parafina, usados nos experimentos são mostrados na Tabela 1.

4.2 Procedimentos experimentais

4.2.1 Ponto de fluidez (experimento 1 - 5% de parafina)

O experimento para observação do ponto de fluidez foi realizado com uma amostra contendo 5% de parafina. Os passos realizados foram: i. foi pesado um béquer vazio, com adição no mesmo de uma quantidade de petróleo, posteriormente também pesada; ii. a parafina foi derretida, e adicionada, em uma quantidade correspondente a 5% da massa do petróleo, à amostra de petróleo, já previamente aquecida; iii. o petróleo e a parafina foram misturados e aquecidos em banho-maria até à temperatura de 90°C; iv. a amostra aquecida foi retirada do banho-maria e envolvida em uma manta térmica para evitar queda brusca de temperatura; v. um termômetro foi utilizado para monitorar a queda de temperatura da amostra e determinar o ponto de fluidez. A amostra foi observada e, quando o béquer pôde ser virado de ponta cabeça sem escoamento do fluido, o valor registrado no termômetro foi adotado como o ponto de fluidez da amostra. Dados relatados na Tabela 1 abaixo:

Item pesado	Peso (g)
Béquer vazio	49,7
Béquer + Petróleo	136,97
Petróleo	87,27
Parafina (5% do peso do óleo)	4,36
Béquer + Petróleo + Parafina	141,33

Tabela 1 - Itens pesados para medição do ponto de fluidez (5% de parafina)

Fonte – Elaboração dos autores

4.2.2 Deposição de parafina no tubo de cobre (experimento 2)

O sistema para a realização do experimento 2 foi composto de um termômetro (com escala de 0°C à 80°C), um banho hidrostático, um tubo de cobre de 10 cm de comprimento e um béquer contendo a amostra que foi utilizada no ensaio, conforme o aparato mostrado na Figura 1.

Em um béquer foi colocada a amostra de óleo, na qual foi feita a adição de uma massa de parafina conhecida, com posterior aquecimento até a temperatura de 50°C. Durante todo o experimento, o conteúdo do béquer foi mantido na temperatura de 50°C. A massa m_1 do conjunto Béquer + Petróleo + Parafina alcançou o valor de 141,33 gramas (Tabela 1).

O tubo de cobre foi vinculado à parte de circulação do banho hidrostático, e deu-se início ao experimento, com água circulando à temperatura de 40°C. Em seguida, o tubo de cobre (que, também se encontra à temperatura de 40°C, devido à troca de calor com

a água) foi mergulhado dentro do béquer, contendo a amostra de petróleo. Feito isso, o béquer foi retirado e pesado, ainda quente, obtendo-se um valor m_2 de 137,55 gramas. O valor de 3,78 gramas - diferença entre $m_1=141,33$ e $m_2=137,55$ - representa o peso de petróleo que fica depositado no tubo de cobre, devido à tensão superficial. Esse valor deve ser identificado e levado em consideração para determinação dos valores corretos de petróleo depositado no tubo de cobre em função da variação de temperatura.



Figura 1 - Aparato com óleo e parafina

Fonte - Elaboração própria

Em seguida, é feito o seguinte procedimento: o tubo de cobre, à temperatura de 40°C , é mergulhado no béquer (com óleo e parafina a 50°C), por 10 minutos. Após esse tempo, o tubo é retirado e o béquer é pesado, obtendo-se m_3 igual a 137,31 gramas. A diferença entre o peso m_2 e m_3 , igual a 0,83 gramas, representa o peso de petróleo com parafina, depositado no tubo de cobre neste intervalo de tempo de 10min. Após a medição, a temperatura da água do banho hidrostático, que passa no interior do tubo de cobre é reduzida em 3°C , passando a ser de 37°C . O tubo é inserido novamente no béquer, por 10 minutos e retirado a seguir. O peso do béquer é novamente registrado. Este procedimento é repetido até que a temperatura da água do banho hidrostático que circula pelo tubo de cobre chegue a 4°C , valor correspondente à temperatura da água do mar em águas ultraprofundas. Nesta temperatura, já ao final do experimento, observa-se que o peso do petróleo depositado manteve-se constante, indicando que, toda a parafina presente no petróleo no béquer já havia sido depositada no tubo.

O aparato descrito e os procedimentos citados reproduzem e simulam por experimentação, o choque térmico que o petróleo produzido sofre no sistema produtivo, ao sair do poço produtor e entrar em dutos instalados no fundo do mar, em condições de água ultraprofundas à temperatura de 4°C .

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Ponto de fluidez (experimento 1 - 5% de parafina)

A mistura petróleo parafina foi aquecida até 90°C e, após atingir esse valor, foi resfriada espontaneamente até alcançar o seu ponto de fluidez, que ficou em cerca de 26,3°C. Os valores de cada amostra estão relatados na Tabela 1.

4.3.2 Deposição de parafina no tubo de cobre (experimento 2)

Pôde-se observar que, em certo momento, quando a temperatura da serpentina alcança os 4°C, a quantidade de parafina depositada diminuiu drasticamente, revelando que a esta temperatura toda parafina adicionada já havia sido depositada na serpentina de metal.

Os dados e resultados são mostrados na Tabela 2, Figura 2 e Gráfico 1, a seguir:

Temperatura (°C)	Quantidade de Parafina Depositada (g)	Quantidade de Óleo restante no Béquer (g)
40	0	137,55
37	0,83	137,31
34	0,91	137,23
31	1,01	137,13
28	1,3	136,84
25	1,56	136,58
22	1,87	136,27
19	2	136,14
16	2,11	136,03
13	2,27	135,87
10	3,03	135,11
7	3,39	134,22
4	3,58	133,08

Tabela 2 – Deposição de Parafina

Fonte – Elaboração dos autores

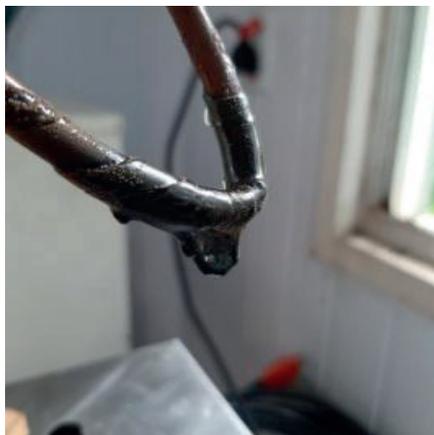


Figura 2 – Deposição de Parafina

Fonte – Elaboração dos autores

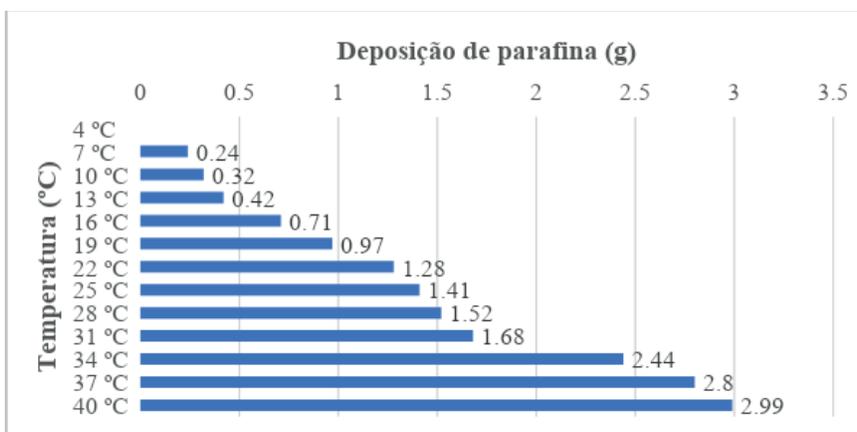


Gráfico 1 - Deposição de Parafina

Fonte: Elaboração dos autores

5 | A CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PARA A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO DE PÉTRÓLEO

A concepção e realização dos experimentos descritos para a modelagem da formação e deposição de parafinas envolveram diversos estudos dentre os quais podem ser citados:: investigação sobre a composição química do petróleo; compreensão do contexto e dos sistemas de transporte do mesmo, de um ambiente de alta temperatura e pressão no reservatório, em subsolo, à temperatura e pressão ambientes na superfície e o entendimento dos fenômenos físicos e químicos envolvendo a formação, precipitação e

deposição da parafina durante o escoamento do petróleo nos dutos.

As atividades e os procedimentos laboratoriais envolveram: elaboração de aparato técnico e de procedimentos metodológicos para simular experimentalmente a formação, precipitação e deposição da parafina; coletas de dados e informações durante a realização do experimento, bem como a documentação digital, fotográfica e tabulação dos mesmos.

Após a realização dos experimentos foi necessário compreender as principais variáveis e parâmetros associados às grandezas físicas envolvidas nos fenômenos em estudo, interpretar e compreender a metodologia e os resultados do experimento; realizar uma analogia entre os resultados do experimento e o fenômeno no mundo real.

As atividades desenvolvidas em estudos, pesquisas e no laboratório, permitem elaborar a Tabela 3, na qual constam as principais competências necessárias para a formação do engenheiro que são adquiridas, tendo como base a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019:

Competência geral adquirida	Meio/Experimento
I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia a) formular questões de engenharia concebendo soluções criativas;	Concepção do experimento
II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos: a) ser capaz de modelar os fenômenos físicos e químicos; b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo. d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas.	Concepção e realização do experimento/ Interpretação dos resultados do experimento
III - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica	Realização de relatório e apresentação na disciplina; Redação e apresentação deste artigo
IV - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares	Trabalho em equipe para a realização das atividades.
V - Aprender de forma autônoma	Buscar soluções para a construção do experimento

Tabela 3 - Competências potencialmente adquiridas pelas atividades laboratoriais desenvolvidas

Fonte – Elaboração dos autores

6 | CONCLUSÃO

A realização das atividades práticas na disciplina Laboratório de Engenharia de Petróleo são essenciais para o entendimento dos fenômenos que perpassam o mundo real,

possibilitando a aquisição e aprimoramento de competências pelos alunos, estimulando-os a serem criativos para desenvolver soluções adequadas à modelagem experimental de fenômenos do mundo real, por meio da busca de técnicas e ferramentas simples e de baixo custo.

A simulação de deposição de parafinas por meio de experimentos permite compreender que o fenômeno que toma lugar ao longo do sistema de produção de petróleo é bastante prejudicial ao transporte do óleo causando entupimentos, diminuição do fluxo e, em alguns casos, interrupção e parada de produção.

O experimento permitiu também compreender que, nas condições de elaboração do modelo, o decréscimo de temperatura é o principal fator responsável pela formação e precipitação da parafina. Portanto, para evitar os problemas citados anteriormente, a melhor solução é o isolamento térmico e eficiente da tubulação para que não haja choque térmico e cristalização da parafina, entre o reservatório e a superfície.

As experimentações contínuas feitas no laboratório permitem que o aluno adquira maior sensibilidade acerca da compreensão do fenômeno, o que não pode ser obtido somente com a leitura de livros e realização de pesquisas.

As atividades práticas possibilitam ao aluno capacidade de analisar resultados e de definir caminhos e procedimentos para que os objetivos sejam alcançados. Além disso, o discente é estimulado a assumir um pensamento crítico em casos em que o resultado não seja conforme o esperado.

A partir das informações coletadas e de toda a metodologia do experimento, pode-se concluir que é importante que as universidades invistam cada vez mais em oportunidades e tecnologias que desenvolvam as habilidades dos alunos do curso, permitindo que os mesmos adquiram e consolidem as competências descritas nas normas legais para os Cursos de Engenharia, sendo capazes de entender os problemas apresentados no mundo real e formular as respostas e soluções adequadas e criativas para os mesmos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de Abril de 2019; Edição: 80, Seção: 1, Página: 43.

Entenda o que é e como evitar o kick e blowout. P&Q Engenharia Jr. Disponível em: <https://peqengenhariajr.com.br/entenda-o-que-e-o-kick-e-blowout/>. Acesso em: 04 mar. 2020.

FERREIRA, G. S. **Projeto Político-Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia de Petróleo.** Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2013.

GONÇALVES, M. A. L.; MARQUES, L. C. C; OLIVEIRA, M. C. K. **Fundamentos de Garantia de Escoamento.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2018.

HOLANDA, A. B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Positivo, 2010.

MARIANO, J. B.. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência 2001.

MOREIRA, J. F. M.; D'ALMEIDA, A. L.. Indústria de petróleo e gás: acidentes relevantes no mundo. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. **Anais**. Bahia, p. 1-8. 2018.

VIDAL, L. A. **Estudo sobre as incrustações inorgânicas nos campos de petróleo**. Trabalho (Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acumulação epistemológica 9, 200, 215

Adultos 6, 1, 2, 3, 6, 7, 145

Alfabetização 2, 79, 131, 170, 171, 172, 178, 179

Alimentação 19, 21, 22

Aprendizagem Significativa 6, 32, 129, 147, 148, 152, 153, 154, 155, 159, 162, 172, 180

Atividades Experimentais 1, 4, 5, 6, 19, 20, 21, 23, 31

B

Bioinformática 5, 7, 59, 62, 63, 64, 68, 69, 71, 73, 75, 76

Bulas de Remédios 33, 36, 38

C

Competências 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 31, 46, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 79, 83, 115, 117, 147, 149, 167, 170, 177, 181, 183, 185, 188

Conteúdos Químicos 19, 34, 35, 144, 163, 168

Contextualização 5, 3, 5, 20, 31, 32, 33, 34, 35, 140, 148, 164, 168

E

Educação Básica 9, 2, 7, 59, 79, 83, 84, 87, 92, 115, 149, 150, 163, 165, 170, 172, 180, 181, 182, 186

Educação de Jovens 6, 1, 2, 3, 6, 7, 145

Engenharia de Petróleo 6, 46, 48, 49, 51, 56, 57

Ensino 5, 6, 7, 8, 9, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 42, 44, 45, 46, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 70, 75, 76, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 100, 102, 115, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 218

Ensino de Ciências 3, 6, 8, 9, 20, 31, 84, 88, 89, 128, 139, 145, 149, 150, 153, 162, 170, 172, 178, 182, 183, 188, 189, 218

Ensino de Química 5, 6, 8, 1, 3, 6, 8, 9, 16, 21, 31, 32, 33, 35, 36, 85, 88, 89, 92, 115, 117, 128, 129, 130, 133, 134, 135, 137, 139, 142, 150, 151, 152, 153, 162, 163, 169, 172, 173, 177, 178, 180, 181, 188, 189, 218

Ensino Remoto 5, 7, 91, 93, 94, 95, 132, 137

Ensino Superior 17, 79, 87, 89, 137, 180

F

Facebook 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138

Filogenia 59, 62, 67, 69, 75

Formação Continuada 84, 86, 87, 180, 182, 186, 188, 189

Funções Orgânicas 6, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 44, 45

G

Gás de Folhelho 7, 103, 104, 105, 106

I

Impactos Ambientais 58, 103, 107, 112

Incomensurabilidade 9, 200, 203, 212, 213

J

Jogos Lúdicos 5, 115, 118, 119

L

Laboratório 6, 1, 4, 5, 10, 14, 15, 21, 30, 46, 48, 49, 50, 51, 56, 57, 63, 92, 144, 163, 165, 174, 186

Letramento Científico 79, 140, 170

Libras 88, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178

M

Mapas Conceituais 8, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162

Material Didático 86, 150, 169, 180, 183, 188, 189

Métodos alternativos 116

O

Objetos Digitais de Aprendizagem 8, 139, 146, 150

P

Perspectiva 9, 17, 28, 34, 42, 78, 88, 89, 90, 103, 105, 140, 145, 151, 162, 170, 171, 178, 187, 200, 203

Pontos quânticos de carbono 91

Positivismo 200, 201, 202, 203

Prática Docente 35, 86, 147, 168, 172, 181, 182, 188

Processo Ensino-Aprendizagem 1, 3, 92, 140, 141, 142, 169

Q

Química 2, 5, 6, 7, 8, 9, 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 29,

31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 44, 45, 55, 58, 59, 62, 63, 65, 70, 75, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 100, 101, 102, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 187, 188, 189, 190, 191, 194, 199, 200, 205, 213, 215, 218

R

Rede Social 130, 132, 133

S

STHEM 59, 60

Surdos 8, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 188

Sustentabilidade 143, 163, 165, 166, 168, 218

V

Viabilidade 7, 65, 103, 105, 110, 112

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA