

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2

Atena
Editora
Ano 2022

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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



Ensino de química: aprendizagem significativa teórica e prática 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino de química: aprendizagem significativa teórica e prática 2 / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0745-4
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.454220411>

1. Química - Estudo e ensino. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). 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
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

Sejam bem-vindos a obra *Ensino de Química aprendizagem significativa teórica e prática 2*. Como o título sugere, essa é a continuação da série a qual começou a ser publicada em 2022 e esperamos que outros volumes sejam lançados nos próximos meses. Esse e-book foi pensado como alternativa para divulgar trabalhos acadêmicos sobre ensino de química com uma abordagem teórica e prática. No período 2020-2022 ocorreram muitos avanços no que diz respeito ao ensino de química durante a pandemia de Covid-19. E, apesar das perdas sociais, econômicas e na qualidade do ensino e da aprendizagem, esses avanços contribuíram para a necessidade de desenvolver e aprimorar metodologias mais eficientes para ensinar e aprender. A presente obra traz 7 capítulos que abordam temáticas como meio ambiente, tecnologia, as relações entre a química e aspectos étnico-raciais e armazenamento de produtos químicos. Convidamos todos a apreciar, consultar e divulgar a presente obra. Boa leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: POR QUE EM MAIS DE 30 ANOS AINDA ENFRENTAMOS OS MESMOS PROBLEMAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL?

Claudio Emidio-Silva

Layane Evellin Pinto Lima

Adriele Barbosa Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204111>

CAPÍTULO 2..... 9

A IMPORTÂNCIA DA ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO NA CARACTERIZAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO

Maria de Lourdes Ferreira Meneses dos Santos

Gilmar Ferreira Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204112>

CAPÍTULO 3..... 20

UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES INTERATIVAS PHET NO ENSINO DE QUÍMICA EM NÍVEL SUPERIOR

Karina Akie Onoue Amaral

Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204113>

CAPÍTULO 4..... 32

IGI OPÈ – A QUÍMICA ADVINDA DA ÁFRICA: O ENSINO DA ETNOQUÍMICA PARA A DESCONSTRUÇÃO DO RACISMO EPISTÊMICO

Jakelini de Jesus Marques

Jorge Henrique Vieira Lemes

Gabriel Fernando Fuzzo

Nilva Fernanda dos Santos Magalhães

Maria Fernanda do Carmo Gurgel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204114>

CAPÍTULO 5..... 42

QUALIDADE DA ÁGUA E QUALIDADE DE VIDA: O ESTUDO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS EM ITURAMA-MG COMO CAMINHO PARA O EMPODERAMENTO DA COMUNIDADE

James Rogado

Igor Rodrigues Lapa

Guilherme Henrique Silva Oliveira

Yasmin Sthefane Marques

Yuri Falcão Callegaris

Asprílio José da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204115>

CAPÍTULO 6	54
ALMACENAMIENTO DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS POR INCOMPATIBILIDADES, CON INFORMACIÓN DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEL SISTEMA GLOBAL ARMONIZADO	
Mirna Rosa Estrada Yáñez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204116	
CAPÍTULO 7	60
DISEÑO DE UNA FUENTE PULSADA ELEVADORA DE VOLTAJE, APLICADA AL TRATAMIENTO DE POLÍMEROS EMPLEADOS EN LA REMOCIÓN DE COLORANTES EN SOLUCIONES ACUOSAS	
Balderas Gutiérrez Juan Nabor	
Ibañez Olvera Mario	
Jaramillo Sierra Bethsabet	
Villanueva Castañeda Miguel	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204117	
SOBRE A ORGANIZADORA	70
ÍNDICE REMISSIVO	71

CAPÍTULO 1

O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: POR QUE EM MAIS DE 30 ANOS AINDA ENFRENTAMOS OS MESMOS PROBLEMAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL?

Data de aceite: 01/11/2022

Claudio Emidio-Silva

Unifesspa

Layane Evellin Pinto Lima

Unifesspa

Adriele Barbosa Miranda

Unifesspa

RESUMO: O ensino-aprendizagem de química tem se constituído em um grande desafio na atualidade. Mas, através de leitura de referências bibliográficas e acompanhamento nas escolas foi constatado que essas dificuldades que sempre existiram, ainda persistem. Através de uma abordagem da pesquisa qualitativa procurou-se desvendar como o ensino aprendizagem era a mais de trinta anos atrás, quais os problemas enfrentados na atualidade na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental e como esses problemas podem ser superados. Conclui-se que os problemas com relação ao ensino-aprendizagem de química, apesar de atravessar do século XX para o século XXI, podem ser superados pela Alfabetização Científica, pela Aprendizagem Significativa e pelo Professor Reflexivo.

PALAVRAS-CHAVE: Ciências-Química; Professor Reflexivo; Ensino-Aprendizagem de Química; Alfabetização Científica.

INTRODUÇÃO

Esse artigo relata o projeto de pesquisa que temos desenvolvido no âmbito da Licenciatura em Química, da Faculdade de Química (Faquim), do Instituto de Ciências Exatas (ICE), da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa). Na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental, são poucos os cursos de Licenciatura em Química, sendo a Unifesspa responsável por um deles, disponibilizando 40 vagas anualmente, mas com uma saída anual menor que uma dezena, sendo que ainda entre esses nem todos seguem na profissão de professor preferindo uma carreira na química e/ou na pós-graduação em química.

Para compreender o grande índice de retenção do curso (2019 - 1 acadêmico formado; 2020 - 5 estão aptos a colarem grau; 2021 no máximo 9 acadêmicos podem se formar), é preciso olhar o ensino de ciências (no Ensino Fundamental-EF) e o ensino de química (no Ensino Médio-EM) e com isso melhorar de alguma forma a evasão/retenção nos cursos superiores. No entanto, esse problema não ocorre apenas na universidade. Já é um problema bastante mencionado pelos professores do EM que a química tem se constituído uma disciplina de grande retenção. Os educandos do EM são unânimes em dizer que não gostam dela por muitos fatores. No EF também não é muito diferente, sendo um componente da disciplina

de ciências. A maioria dos educandos não conseguem apreender o mínimo necessário para estarem alfabetizados cientificamente e encontram muitas dificuldades no ensino de ciências, especialmente nos anos finais do EF (6º ao 9º ano).

A química pode ser considerada uma das disciplinas mais importantes da área de ciências, onde podemos encontrá-la em todos os lugares: nas roupas, nos alimentos, nos transportes, ou seja, em tudo que existe há um pouco da química. Se temos química em todos os lados, por que será que os educandos saem da escola com tantas dificuldades para perceber a química em sua vida ou mesmo falar sobre a química? Será que os professores estão motivando corretamente os educandos? Será que eles estão utilizando corretamente os materiais didáticos? Será que existe realmente um jeito certo de como ensinar? Ou de como fazer os educandos aprenderem os conteúdos de química? São essas as questões que têm movido muitos professores em seus projetos de pesquisa.

Segundo Beltran & Ciscato (1991) no final do século XX professores de uma escola na rede pública começaram a analisar alguns fatores sobre como as aulas de química eram desenvolvidas, pois os rendimentos dos alunos não eram conforme os professores desejavam. Muitos destes alunos saíam do EM sem nenhuma base de química. Eram poucos que terminavam com algum conhecimento ou que conseguiam dominar o assunto. Diante dessa realidade, os professores viram a necessidade de começar a fazer um diagnóstico da realidade, para identificar os possíveis problemas, pois o ensino-aprendizagem de química traz muitos desafios.

Para Freire (2003) não existe aprendizagem sem ensino e não existe ensino sem aprendizagem, por isso ele trata o termo como ensino-aprendizagem, onde o professor que é o responsável por proporcionar o momento (e em alguns casos o local) do processo de ensino-aprendizagem, não pode focar apenas no ensino, em repassar seus conhecimentos. É preciso que esteja atento ao processo para que esse seja realmente efetivo.

O professor Ático Chassot discute muito bem a Alfabetização Científica como uma contribuição a superação das dificuldades da relação educador-educando, e destes com o conhecimento (SANTOS & GHEDIN, 2009, p.1434):

O autor compreende que a Ciência deve ser base para a leitura de mundo para os alunos na escola média, no seu livro Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação (2006) faz um resumo cenário sobre a educação brasileira e a realidade brasileira (política-economia neoliberal, globalização e tecnologia). Com uma proposta norteadora na Alfabetização Científica que explora as formas de se ler a natureza a partir da Ciência, isto é, procura a leitura política para a formação de um cidadão crítico, para isso conecta com a formação de currículos. No entanto, não deixa de trabalhar com a valorização de saberes populares em relação aos conhecimentos científicos, trazendo a História da Ciência como proposta de ensino de Ciência para humanizar a consciência dos alunos que tem como referência própria Ciência.

E para finalizar é importante trazer a perspectiva do professor reflexivo, estudada por Silva (2020, p.30), em que a prática reflexiva pode-se dizer que é “a posição perceptiva

que um professor assume em relação as suas atitudes diante dos problemas detectados no ensino”. A reflexão deve ser entendida como uma parte inerente do ser professor que busca a todo instante reformular sua prática pedagógica para que realmente se efetiva o processo de ensino-aprendizagem. E isso é corroborado por Rodrigues (2016) e Contreras (2002).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi escolhida a abordagem de pesquisa qualitativa que segundo Sampieri, Collado & Lucio (2013; p.376):

O foco da pesquisa qualitativa é compreender e aprofundar os fenômenos, que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação ao contexto.

O enfoque qualitativo é selecionado quando buscamos compreender a perspectiva dos participantes (indivíduos ou grupos pequenos de pessoas que serão pesquisados) sobre os fenômenos que os rodeiam, aprofundar as suas experiências, pontos de vista, opiniões e significados, isso é, a forma como os participantes percebem subjetivamente sua realidade. Também é recomendável selecionarem enfoque qualitativo quando o tema do estudo foi pouco explorado, ou que não tenha sido realizada pesquisa sobre ele em algum grupo social específico. O processo qualitativo começa com a ideia de pesquisa.

Então, a partir do enfoque da pesquisa qualitativa foram estabelecidos os seguintes **objetivos da pesquisa**: a) compreender as questões relacionadas ao ensino-aprendizagem de química na segunda metade do século passado especialmente nas últimas décadas; b) demonstrar como o ensino-aprendizagem de química tem se constituído na atualidade, na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental; c) verificar por que apesar da literatura trazer muitos apontamentos de como superar os problemas no ensino-aprendizagem de química, na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental, estes ainda causam grandes preocupações.

Algumas **perguntas de pesquisa** foram necessárias serem construídas para o desenvolvimento do projeto: a) como era o ensino-aprendizagem de química no final do século XX? O que foi elucidado pelos autores Mesquita & Soares (2011) e Beltran & Ciscato (1991); b) Como o ensino de químico tem sido abordado na região do Sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental? O que foi construído a partir da experiência empírica dos autores junto a realidade escolar na cidade de Marabá; c) O que é preciso fazer para superar o problema de ensino-aprendizagem de química, na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental? Construído a partir da síntese de percepção dos autores e das leituras de referências importantes para a área.

A partir do problema de pesquisa que é justamente as dificuldades no ensino-aprendizagem de química, na região do sul e sudeste do Pará, especialmente na cidade de Marabá e região; e porque é tão difícil superar essas dificuldades e a partir dos objetivos

e das perguntas estabelecidas procurou-se as referências que poderiam esclarecer minimamente o problema de pesquisa e de alguma forma tentar apontar algumas direções do que pode ser feito para superar essas dificuldades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para apresentar os resultados encontrados durante a pesquisa, este foram organizamos em três tópicos para se ter uma boa compreensão da temática: a) Como era o ensino-aprendizagem nas últimas décadas do século XX? b) Como o ensino-aprendizagem de química tem sido abordado na região do Sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental? c) O que é preciso fazer para superar o problema de ensino-aprendizagem de química, na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental?

Como era o ensino-aprendizagem nas últimas décadas do século XX?

Para compreender quais eram os principais problemas relacionados ao ensino-aprendizagem de química recorreremos ao livro de Beltran & Ciscato (1991), onde eles relatam que um dos principais problemas encontrados foram: a) aulas exaustivas, teóricas e poucas ou quase nenhuma aula prática; b) não havia a possibilidade dos educandos presenciarem as reações com seus próprios olhos, sendo demonstradas apenas com equações complexas no quadro-negro; c) as políticas públicas eram muito deficitárias, com poucos recursos destinados as escolas; d) a maioria das escolas não possuíam espaços adequados para um bom desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem como laboratórios e equipamentos para as atividades laboratoriais, tornando as aulas práticas difíceis de serem realizadas; e) a renda baixa da população também se constituía em fator determinante para o desempenho ruim dos educandos na escola;

Segundo Mesquita & Soares (2011, p.173):

Salientamos que, embora tenha acontecido todo um movimento de debates e avanços sobre os modelos de formação de professores na década de 1980, nos anos seguintes, com o fortalecimento do modelo neoliberal de gestão econômica e política, a educação como um todo se centrou em processos de avaliação de desempenho e competências relegando, mais uma vez, aspectos epistemológicos da formação inicial de professores. Nesse contexto, torna-se importante retomarmos discussões sobre os reais objetivos da educação, o que significa trazer à tona situações históricas para que possamos compreender e interferir na construção do projeto de educação atual a partir de desafios e contradições que foram e são inerentes aos processos constitutivos da educação.

Os autores também comentam que a história das licenciaturas em Ciências (química, física e biologia) começa a se desenhar a partir dos anos 1930, mas que a Licenciatura em Química nunca alcançou grandes patamares por ser um curso que precisa de muitos materiais, reagentes, laboratórios e corpo docente especializado, o que dificulta muito a sua implantação. Dessa forma, muitas universidades não conseguem implantar, deixando uma

lacuna na área e ofertando poucos professores para atuar no ensino médio. Isto também se verifica na região da Amazônia Oriental.

Como o ensino-aprendizagem de química tem sido abordado na região do Sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental?

Investigando as escolas na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental, encontramos um quadro desolador. Escolas com pouco infraestrutura, sem laboratórios, biblioteca deficitárias, sem laboratório de informática e na pandemia mais uma deficiência se evidenciou que foi a falta de conexão de internet, sinal ruim em toda a região, baixa tecnologia, entre outras dificuldades. Soma-se a isso a baixa renda da população e as dificuldades em se adquirir computadores, celulares, modem e outros aparelhos para se ter uma boa conexão. Diante disso, o que se verificou foi uma grande exclusão dos educandos a educação escolar.

Segundo (SILVA 2020, p.48-49) que investigou uma escola na cidade de Marabá

Além do laboratório multidisciplinar, ainda há carência de outros espaços como o laboratório de informática, biblioteca e sala de leitura. Estes ambientes são primordiais para o desenvolvimento da aprendizagem quando relacionados aos conhecimentos de Química, ainda mais quando se trata de uma escola em tempo integral, ou seja, os estudantes passam boa parte do dia no âmbito escolar, então precisa existir condições favoráveis na escola para a condução até a aprendizagem.

Também segundo a 4ª Unidade Regional de Educação (4ª URE), com sede na cidade de Marabá, Pará, a disciplina de química em muitas escolas não é ministrada a carga horária mínima, por falta de professores licenciados. Ou seja, é uma situação complexa, pois os educandos não conseguem aprender o mínimo para desenvolver uma boa alfabetização científica e dos que chegam à universidade a maioria não consegue completar a sua formação para retornar a escolas como professores licenciados. Dessa forma o problema se arrasta de forma consistente.

Em outro ponto temos a percepção dos alunos com relação ao ensino-aprendizagem de química. Segundo Silva (2020, p.49):

Sabe-se que a Química é uma das disciplinas que mais se ouve relatos de DA [Dificuldades de Aprendizagem], como “não consigo entender, onde vou usar isso”, “não entendo a aplicação disso na minha vida”, “disciplina chata”, “não consigo aprender porque o(a) professor(a) não sabe/sabia explicar”. Todavia, estas dificuldades podem ter diversas causas e uma delas está relacionada com o modo com que o estudante busca aprender, sendo que a disciplina de Química em qualquer grau educativo exige tempo para que haja a absorção dos conteúdos e infelizmente apenas o momento dentro de sala de aula muitas vezes não é o suficiente.

Podemos perceber que o problema é bem complexo e que é preciso que seja compreendido sobre diversos aspectos. Aqui destacamos alguns deles, mas outros devem se juntar a esses tornando a solução somente possível, com muitos atores envolvidos, e

entre eles deve ser destacado o papel do professor de química. Muito do seu saber/fazer pode ajudar e diminuir uma boa parte do problema.

O que é preciso fazer para superar o problema de ensino-aprendizagem de química, na região do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental?

Para Chassot (2001) um ponto inicial para trabalhar com os educandos é utilizar a **alfabetização científica**, e as formas metodológicas de desenvolver o ensino-aprendizagem de química é pela reflexão sobre Ciência de uma forma geral e por meio da História da Ciência como uma estratégia didático-pedagógica em sala de aula. Também o professor precisa fazer uma reflexão sobre o alcance do currículo de Ciências/Química possibilitando que haja uma interação entre os saberes populares e o uso de modelos e analogias do ensino da química para conteúdos abstratos, bem como uma melhor interação e uso das Tecnologias da Informação e Comunicação.

O pensamento de Paulo Freire corrobora com os pressupostos da alfabetização científica de Ático Chassot (Chassot, 2001): uma pessoa alfabetizada para ler e escrever, pode ser também alfabetizada para obter conhecimentos científicos suficientes para a interpretação de fenômenos e problemas que acontecem ao nosso redor e com isso ajudar a diminuir os problemas de sua realidade.

Trabalhos práticos são uma parte essencial no estudo da química. O trabalho do químico é essencialmente prático, embora daí se retire muitas teorias. No entanto, o fazer escolar, do ensino de química, anda em descompasso com o fazer químico, não produzindo o efeito que se deseja no ensino aprendizagem dessa área do conhecimento. Trazer para a escola esse fazer prático de química, já era pontuado no século passado como uma das alternativas para chamar a atenção dos educandos e seu engajamento na disciplina. Esse princípio deve permanecer, também no século XXI.

Outro ponto que é preciso destacar é com relação a aprendizagem significativa, que segundo Moreira (2011, p.13):

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (p.13).

Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Como professores da escola pública, precisamos ter a certeza de que o caminho para mudar a realidade não está pronto e acabado. É preciso ser construído em diversos sentidos. Os educadores como Paulo Freire, Ático Chassot e muitos outros, nos indicam possíveis caminhos, mas são os próprios professores, no chão da escola, que precisam

trilha-los e desenvolver outros, próprios para a nossa realidade Amazônica.

CONCLUSÕES

O ensino-aprendizagem de química tem se constituído em um grande desafio nas universidades da região amazônica. No sul e sudeste do Pará, na Amazônia Oriental, isto não tem sido diferente. Os índices baixos de aprendizagem, especialmente no ensino fundamental e médio, a falta de professores formados, a precarização do ensino e a falta de espaços de aprendizagem ideais podem ser alguns dos fatores que contribuem para essa situação.

Com a pandemia do Coronavírus (COVID-19) foi observado que essa situação se agravou, pois, as condições mínimas que os educadores e educandos possuíam, em todos os níveis de ensino e em todas as modalidades de educação, foram perdidas. Entre elas, o encontro direto entre educadores e educando, no chão da escola, passou a ser uma impossibilidade.

Na atualidade, na região do Sul e Sudeste do Pará, permanece muitas das dificuldades do final do Século XX, tanto com relação aos educandos, com a infraestrutura, com os materiais didáticos e com a formação dos professores. Mas há possibilidades de reverter esse quadro. Para isso, a perspectiva da **alfabetização científica** não pode ser perdida, assim como outras como a **Aprendizagem significativa** e as premissas do **professor reflexivo**. Leituras de experiências exitosas em outros contextos podem nos ajudar também a encontrar soluções para os problemas vivenciados na realidade do sul e sudeste do Pará, Amazônia Oriental.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Unifesspa, ao Instituto de Ciências Exatas (ICE) e a Faculdade de Química (Faquim), pela oportunidade de desenvolvermos esse projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, Nelson Orlando; CISCATO, Carlos Alberto Mattoso. **Química**. São Paulo. Cortez Editora. 1991. 243p. (Coleção Magistério 2º Grau. Série Formação Geral).

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002. 296 p.

FREIRE, Paulo. **Cartas a Cristina: reflexões sobre minha vida e minha práxis**. 2ª ed. São Paulo: UNESP, 2003. 333p.

MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Aspectos históricos dos cursos de Licenciatura em Química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Quím. Nova**, Vol. 34, No. 1. 2011. p.165-174.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo. Editora Livraria da Física. 2011. 179p.

RODRIGUES, Daniela Silveira. **O professor reflexivo**. Campina: Campo Grande, 2016. Disponível em <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/10640/1/PDF%20-%20Daniela%20Silveira%20Rodrigues.pdf>. Acesso em 14 de Mar. 2021.

SANTOS, Saulo César Seiffert; GHEDIN, Evandro. Uma reflexão sobre o ensino da ciência a partir do pensamento de Attico Chassot: possibilidade da alfabetização científica. Boa Vista. **ANAIIS VIII CNECIM**. 2009. P. 1430-1446.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre. Penso. 2013. 624p.

SILVA, Thalita Vera Santos da. **Dificuldades no ensino-aprendizagem de química em turma de 1º ano do Ensino Médio da E.E.E.M. Plínio Pinheiro, em Marabá-PA**: Considerações a respeito do professor reflexivo. Marabá. Trabalho de Conclusão de Curso -TCC. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Faculdades de Química, Curso de Licenciatura Plena em Química. 2020. 73p.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 2ª ed. Ijuí. Unijuí. 2001. 434p. 438 p.

CAPÍTULO 2

A IMPORTÂNCIA DA ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO NA CARACTERIZAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO

Data de aceite: 01/11/2022

Maria de Lourdes Ferreira Meneses dos Santos

Universidade Federal do Piauí – UFPI,
Departamento de Química
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/9571936575434819>

Gilmar Ferreira Dias

Universidade Federal do Piauí – UFPI,
Departamento de Química
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/9562494803288013>

RESUMO: Os óleos essenciais (OEs) são compostos aromáticos, voláteis e hidrofóbicos que podem ser extraídos de várias partes de uma planta. São amplamente utilizados nas áreas de perfumaria, alimentos, agrícola e farmacêutica. Embora os OEs tenham muitas aplicações e propriedades úteis, seu uso é limitado devido à sua insolubilidade em água, alta volatilidade, oxidação rápida e degradação por fatores externos. Com o intuito de minimizar esses problemas, novas pesquisas foram orientadas para a busca de técnicas que pudessem proteger as propriedades físico-químicas dos OEs. O encapsulamento com polímeros naturais surgiu como uma das técnicas mais promissoras, devido a sua biocompatibilidade, baixa toxicidade e biodegradabilidade. Para investigar a composição química, formação das nanopartículas e as interações dos principais grupos funcionais envolvidos no processo de encapsulamento,

a espectroscopia no infravermelho é uma das técnicas mais consolidadas. Diante disto, o trabalho tem como finalidade mostrar a importância da técnica de espectroscopia no infravermelho como uma maneira de caracterizar a formação das nanocápsulas. Foram utilizados os bancos de dados PUBMED, Web of Science e Science Direct. Os resultados mostraram que 67,31% dos artigos analisados foram encontrados no Science Direct, sendo que a China, Irã, Brasil e Índia são responsáveis pelo maior número de publicações sobre a temática. Nos últimos 3 anos houve um aumento no número de publicações, principalmente pela preocupação em substituir os produtos sintéticos por naturais, menos tóxicos e com baixos efeitos colaterais.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo essencial; encapsulamento; nanopartículas; espectroscopia no infravermelho.

THE IMPORTANCE OF INFRARED SPECTROSCOPY IN THE CHARACTERIZATION OF ESSENTIAL OILS ENCAPSULATION: A BRIEF REVIEW

ABSTRACT: Essential oils (OEs) are aromatic, volatile and hydrophobic compounds that can be extracted from various parts of a plant. They are widely used in the areas of perfumery, food, agriculture and pharmaceuticals. Although OEs have many useful applications and properties, their use is limited due to their insolubility in water, high volatility, rapid oxidation and degradation by external factors. With the intention of minimizing these problems, new research was oriented towards the search for techniques that could protect the physical and chemical properties

of OEs. Encapsulation with natural polymers has emerged as one of the most promising techniques, due to its biocompatibility, low toxicity and biodegradability. To investigate the chemical composition, formation of nanoparticles and the interactions of the main functional groups involved in the encapsulation process, infrared spectroscopy is one of the most consolidated techniques. Given this, the work aims to show the importance of the infrared spectroscopy technique as a way to characterize the formation of nanocapsules. PUBMED, Web of Science and Science Direct databases were used. The results showed that 67.31% of the analyzed articles were found in Science Direct, with China, Iran, Brazil and India being responsible for the largest number of publications on the subject. In the last 3 years there has been an increase in the number of publications, mainly due to the concern to replace synthetic products with natural ones, less toxic and with low side effects.

KEYWORDS: Essential oil; encapsulation; nanoparticles; infrared spectroscopy.

1 | INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais (OEs) são compostos aromáticos, voláteis e hidrofóbicos que podem ser extraídos de várias partes de uma planta. São constituídos por moléculas como monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropenos, apresentando uma rica e complexa composição química (MATOS; LUCCA; KOESTER, 2019; PANDI *et al.*, 2016). São amplamente utilizados nas áreas de perfumaria, alimentos, agrícola e farmacêutica. Embora os OEs tenham muitas aplicações e propriedades úteis, seu uso é limitado devido à sua insolubilidade em água, alta volatilidade, oxidação rápida e degradação por exposição direta ao calor, umidade e luz (LIMA *et al.*, 2017).

Com o intuito de minimizar esses problemas, novas pesquisas foram orientadas para a busca de técnicas que pudessem fornecer a estabilidade física e a solubilidade em água aos OEs sem perder suas propriedades físico-químicas. Várias técnicas exploradas incluem emulsificação, spray de aerossol e o encapsulamento. Entre essas técnicas, o encapsulamento surgiu como um dos sistemas carreadores mais promissores (VISHWAKARMA *et al.*, 2016), sendo desenvolvido pela primeira vez há cerca de 60 anos atrás com o objetivo de recobrir sólidos, líquidos e compostos gasosos (SAIFULLAH *et al.*, 2019).

Atualmente, o encapsulamento, é utilizado para preservar as propriedades funcionais dos EOs, e protege-lo das interações com o meio externo impedindo a degradação, diminuindo a volatilidade e toxicidade, além de proporcionar uma liberação controlada em um determinado meio. Os sistemas nanométricos também apresentam a vantagem de aumentar a bioeficácia dos OEs devido a sua capacidade de absorção pelas células e permeação em membranas e barreiras biológicas (MATOS; LUCCA; KOESTER, 2019; PANDI *et al.*, 2016).

Existem uma grande variedade de materiais que são usados para o encapsulamento de EOs, tais como polímeros, lipídios ou complexos de inclusão molecular (GUPTA; VARIYAR,

2016). Entre os materiais citados, os polímeros com destaque para os polissacarídeos como alginato e quitosana apresentam uma extensa aplicação como materiais de revestimento para os componentes aromáticos devido a sua biocompatibilidade, baixa toxicidade e biodegradabilidade (HOSSEINI *et al.*, 2013). Além disso são abundantemente encontrados na natureza e tem baixo custo de processamento.

A caracterização das nanocápsulas carregadas ocorrem em relação a morfologia, tamanho, carga superficial, eficiência de encapsulamento, cinética de liberação e a composição química. Todas as informações obtidas são uteis para conduzir a proposição de modelos que descrevam a organização molecular do nanomaterial sintetizado, que será dependente da composição qualitativa e quantitativa das formulações elaboradas (SHAFFAZICK; GUTERRES, 2003).

A espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) é uma das técnicas consolidadas para investigar a composição química, formação das nanopartículas e as interações dos principais grupos funcionais envolvidos no processo de encapsulamento (NATRAJAN *et al.*, 2015), também pode ser considerada uma forma alternativa para quantificação de EOs, uma vez que a intensidade do sinal será proporcional a concentração do material (RODRIGUEZ *et al.*, 2018).

O princípio da técnica ocorre com a incidência da radiação eletromagnética sobre a amostra. Uma parte será absorvida e outra passa pela amostra até chegar aos detectores onde surgem os espectros de absorção e transmissão das moléculas. Esses espectros são característicos das moléculas da amostra e definem os picos de absorção/transmissão do material. Os picos correspondem às frequências vibracionais das ligações entre os átomos e a intensidade dos picos fornece informações sobre a quantidade do material, bem como os comprimentos de onda nos quais os picos aparecem no espectro que define as ligações entre os átomos. Por essa razão, a espectroscopia FTIR é um método significativo para caracterizar os materiais nanoparticulados (KATMUSI *et al.*, 2018).

Nesse contexto, o trabalho teve como finalidade mostrar a importância da técnica de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) como uma maneira de evidenciar a formação das nanopartículas bem como as interações dos principais grupos funcionais envolvidos no processo de encapsulação dos óleos essenciais.

2 | METODOLOGIA

Ao realizar pesquisas nos bancos de dados é comum ter uma devolutiva com centenas ou milhares de respostas, sendo que alguns resultados podem apresentar contradição. Neste sentido, faz-se necessário que se tenha uma forma adequada para contornar o problema, esclarecer as controvérsias científicas e apoiar-se apenas nas pesquisas de melhor qualidade sobre a temática de interesse. Partindo desse princípio, a revisão sistemática de literatura é uma ótima alternativa, pois é um tipo de investigação

com ênfase em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis (GALVÃO; PEREIRA, 2014).

Essa breve revisão foi baseada em artigos científicos que abordaram temáticas sobre: i – o encapsulamento de óleos essenciais com polímeros naturais; ii – suas caracterizações utilizando infravermelho com transformada de Fourier – FTIR. A busca na literatura científica foi realizada em língua inglesa utilizando as palavras-chave: *essential oil and encapsulation and nanoparticles and FTIR*. As bases de dados usadas foram PUBMED, Web of Science e Science Direct. Além disso, os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão do estudo: artigos com títulos, resumos e textos completos que retratavam as palavras chaves utilizadas na busca e com sentido para os fins do estudo. O espaço de tempo delimitado para o estudo foram os artigos publicados no ano de 2010 até 2020. O período de coleta dos dados se deu no mês de fevereiro de 2021 e os resultados foram tratados utilizando o programa *Origin* (versão 8.5).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Garcia (2014), a utilização de métodos adequados em uma revisão sistemática, facilitam a organização de dados e informações mais confiáveis que podem ser usados para informar a tomada de decisão. Esta linha de raciocínio também é confirmada por Barroso e colaboradores (2003), pois sugerem que essa modalidade de revisão é rigorosa na identificação de textos, apreciação crítica e síntese de estudos relevantes.

3.1 Análise dos índices de publicação por bando de dados, ano e país

Essa pesquisa com todos os critérios de seleção nas bases de dados e com os termos *essential oil and encapsulation and nanoparticles and FTIR*, possibilitou a seleção de 52 artigos distribuídos em três bancos de dados, sendo 10 publicações no PUBMED, 7 no Web of Science e 35 no Science Direct, conforme ilustrado na Gráfico 1.

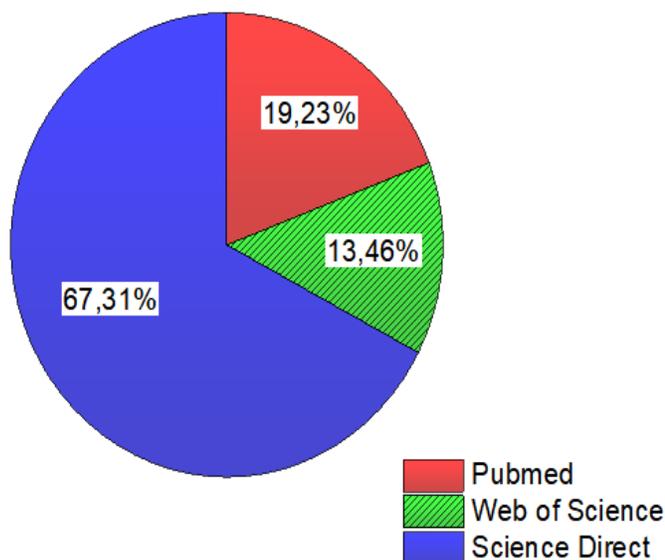


Gráfico 1: Quantidade de artigos científicos publicados nos bancos de dados PUBMED, Web of Science e Science Direct por palavras-chave.

Ao analisar a Gráfico 2 é possível monitorar a evolução anual dos artigos publicados no período de 2010 – 2020 antes e depois dos critérios de inclusão. Antes de analisar os resumos e resultados foi possível observar que a quantidade de artigos é expressiva, principalmente no intervalo de 2016 a 2020. Em anos anteriores, a maioria dos artigos utiliza a encapsulação como técnica, porém com outros materiais encapsulados de origem sintética. Isso evidencia uma tendência de substituição desses materiais por produtos naturais, entre eles, os óleos essenciais. (RIBEIRO *et al.*, 2014).

Após a análise minuciosa do título dos artigos, assim como o resumo e os resultados das publicações foi possível verificar que parte dos artigos não se aplicam ao tema, ou seja, até satisfaz alguns requisitos, mas quando as palavras-chave são relacionadas de maneira analítica, a quantidade absoluta diminui drasticamente. Observando a Gráfico 2 (linha azul) é notório que até o ano de 2014 não existia uma tendência em utilizar óleos essenciais encapsulados com polímeros naturais como quitosana, amido e alginato. Em contrapartida, Esmaeili e Asgari (2015), publicaram resultados sobre a encapsulação do óleo essencial de *Carum capticum* com quitosana utilizando o FTIR para caracterizar a estrutura química do material sintetizado. Neste trabalho, a adição do óleo essencial resultou em um aumento significativo na intensidade do pico de alongamento CH em 2866-2925 cm^{-1} , refletindo a existência do óleo nas nanopartículas de quitosana, sem alterações estruturais e funcionais, sugerindo desta forma a conservação das propriedades antibacterianas e antioxidantes.

A linha azul da Gráfico 2, demonstra que a evolução de publicações ao longo de 11

anos pode ser subdividida em três intervalos de tempo. Na primeira faixa, entre os anos de 2010 a 2014, a quantidade máxima de publicações foram de 2 artigos, ao modo que na segunda faixa de observação, entre os anos de 2015 a 2017, o número variou entre 4 e 5. No último intervalo, de 2018 a 2020, ocorreu um crescimento expressivo, principalmente em 2020, com um total de 18 publicações.

O interesse em produtos naturais e menos tóxicos ao organismo pode justificar essa combinação de OEs e encapsulantes, pois é uma maneira eficiente de aumentar o potencial de aplicação de OE, permitindo sua miscibilidade na água e diminuição de efeitos colaterais em relação a fármacos (FEYZIOGLU; TORNUK, 2016; CHEN; ZHANG; ZHONG, 2015).

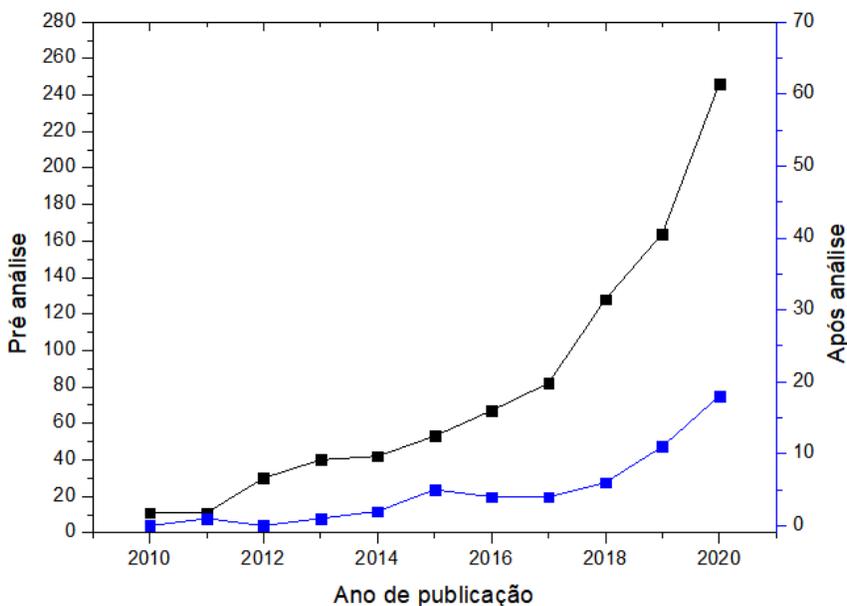


Gráfico 2: Evolução anual da publicação de artigos antes e depois dos critérios de inclusão.

Pela análise do Gráfico 3 é possível verificar que os países com o maior número de publicações, nos últimos 11 anos, em relação aos termos pesquisados foram Irã e China. Na segunda posição estão Índia e Brasil com 8 publicações. É importante salientar que o Brasil, mesmo com baixo investimento para o desenvolvimento da ciência e tecnologia, é reconhecido mundialmente por sua enorme biodiversidade, além de abrigar mais de 20% de todas as espécies vegetais do mundo, muitas com propriedades bioativas e de possível aplicação nas áreas de alimentos funcionais e farmacêutica (BATISTA *et al.*, 2016).

Os índices crescentes da China podem estar relacionados ao investimento em pesquisa, tecnologia e a busca pelo melhoramento das atividades dos OEs. Isso é

demonstrado por Liu e colaboradores (2020), ao realizar o encapsulamento de cinamaldeído para potencializar a atividade antimicrobiana com o intuito de comprovar o valor da aplicação das nanopartículas em alimentos. Essa tendência pelo melhoramento e aplicação dos óleos essenciais também são relatadas por Fang *et al.* (2020), que realizaram estudos com amido modificado para encapsular óleo de cravo, avaliar a eficiência de encapsulamento e seu efeito antimicrobiano.

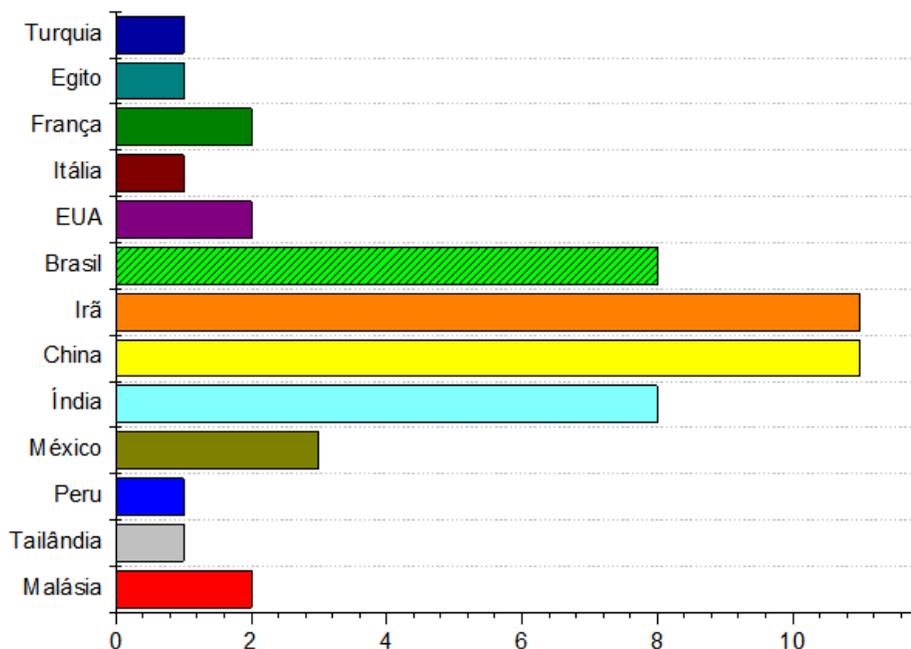


Gráfico 3: Publicação de artigos científicos em relação aos países.

3.2 FTIR como técnica qualitativa e quantitativa de informações

Durante o estudo dos artigos, foi constatado que o FTIR é uma técnica amplamente utilizada para demonstrar a formação das nanocápsulas seja por interações físicas ou químicas. Além do mais, pode ser aplicada para quantificar OE aprisionado na matriz polimérica e monitorar a taxa de liberação. No Quadro 1 estão organizados os principais resultados e evidências do FTIR nas publicações revisadas.

Autor (ano)	Óleo essencial	Nanopartículas	Principais resultados	Evidências do FTIR
Santos <i>et al.</i> , (2019)	Melaleuca (MEO) e Cravo (CEO)	Quitosana (CS)	A formulação de filmes de quitosana com EOs apresentaram boa transparência na luz visível, flexibilidade, resistência mecânica. Além disso, as propriedades de tração aumentaram com a incorporação de EOs e sua característica lubrificante. Assim, filmes produzidos podem apresentar enorme potencial para o tratamento de feridas.	Ao acrescentar 3% do CEO ao filme (CS/3CEO-F), novas bandas de absorção foram encontradas no espectro. As bandas observadas em 1512 cm ⁻¹ , 1266 cm ⁻¹ , 1232 cm ⁻¹ e 744 cm ⁻¹ , evidenciaram a incorporação do eugenol ao filme.
Rodriguez <i>et al.</i> , (2018)	Cravo (CEO) e Hortelã (HEO)	Amido (AM)	O método desenvolvido tem a possibilidade de mapear a liberação global de EO encapsulado sem perda valiosa de informações e monitorar mudanças no perfil de EOs. Outro resultado positivo é a vantagem de ser mais quimicamente sustentável, uma vez que não há necessidade de solventes orgânicos para extração.	O uso da técnica ATR-FTIR para determinar o conteúdo global de CEO e HEO aprisionados em uma matriz baseada em amido foi comparável ao método de referência, GC-FID. Deste modo, foi possível monitorar a liberação global de EO encapsulado sem perda valiosa de informações.
Bastos <i>et al.</i> , (2020)	Pimenta-do-reino (PEO)	Gelatina (GE) e Alginato de sódio (NaAlg)	As nanocápsulas carregadas com PEO apresentaram boa eficiência de encapsulação e suas propriedades foram preservadas. Portanto, GE e NaAlg demonstraram ter potencial sinérgico para uso como material de parede no processo de encapsulamento por técnica de coacervação complexa.	No espectro das nanocápsulas carregadas com PEO prevaleceram as bandas em 1536 cm ⁻¹ , 1024 cm ⁻¹ , 1446 cm ⁻¹ e 886 cm ⁻¹ . Este resultado sugere que o EO da pimenta-do-reino está encapsulado na nanocápsula GE / NaAlg por interações físicas.
Natrajan <i>et al.</i> , (2015)	Cúrcuma (CO) e capim-limão (CLO)	Alginato de sódio (NaAlg) e Quitosana (CS)	Nesta pesquisa, a eficiência de encapsulamento para CO e CLO foi de 71% e 86,9%, respectivamente. O perfil de liberação dos OEs mostrou uma liberação lenta e constante em pH neutro por 48 horas.	O pico em 1622 cm ⁻¹ de nanocápsulas CS-NaAlg vazias indica a associação do grupo carboxilato de alginato com quitosana. Outra informação é o pico em 1722 cm ⁻¹ , indicando a presença do citral, um composto terapêutico no óleo de capim-limão.
Tavares; Noreña, 2020	Gengibre (GO)	Isolado do soro do leite (WPI), Goma arábica (GA) e Quitosana (CS)	A combinação complexa entre GA/WPI e GA/CS permitiu conservar as propriedades e estabilidade do óleo essencial de gengibre. Pelas análises de TGA foi possível confirmar que o encapsulamento permite proteger os compostos sensíveis ao calor presentes no óleo essencial de gengibre.	os espectros de FTIR confirmam que nenhuma nova ligação química foi formada, indicando que compostos de GO podem ser encapsulados em coacervados por interações físicas.

Hadidi <i>et al.</i> , 2020	Cravo (CEO)	Quitosana (CS)	A atividade antioxidante das nanopartículas de quitosana carregadas com CEO foi maior do que a do CEO livre. Assim, essa combinação pode potencializar a eficiência do CEO em produtos alimentícios e um sistema de entrega para novas aplicações, como embalagens ativas.	A adição de CEO a CS-NPs levou a um aumento significativo na intensidade do pico de alongamento de CH em 2991 cm ⁻¹ , demonstrando um aumento no conteúdo de grupos éster decorrentes de compostos do cravo.
-----------------------------	-------------	----------------	--	---

Quadro 1: Principais resultados e evidências do FTIR nas publicações analisadas.

De acordo com os resultados expostos é notável que existe um direcionamento crescente no número de publicações com as palavras-chave selecionadas, pois existe uma preocupação mundial pela substituição de materiais sintéticos por produtos naturais (SÁ; ANDRADE; SOUSA, 2013). A combinação sinérgica de nanopartículas de polímeros naturais com óleos essenciais vem abrindo caminho para novas aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e outros (BASTOS *et al.*, 2020; QIU *et al.*, 2017). Também é importante enfatizar a técnica FTIR como uma das maneiras de obter informações a respeito do material encapsulado, assim como os tipos de interações (JIANG *et al.*, 2020).

4 | CONCLUSÕES

A análise sistemática da literatura proporcionou um mapeamento geral do número de publicações envolvendo o encapsulamento de óleos essenciais e a utilização da técnica FTIR de maneira qualitativa e quantitativa no auxílio de interpretações de informações. Os dados refletem que o número de artigos publicados é crescente, principalmente nos 3 últimos anos, demonstrando que a pesquisa é relevante e de interesse da comunidade científica, uma vez que a sociedade contemporânea está mais exigente por produtos naturais, menos tóxicos e com baixos efeitos colaterais.

REFERÊNCIAS

BARROSO, J.; GOLLOP, C. J.; SANDELOWSKI, M.; MEYNELL, PEARCE, P.F.; COLLINS, L. J. The challenges of searching for and retrieving qualitative studies. **Western Journal of Nursing Research**, v. 25, n. 2, p. 153-178, 2003.

BASTOS, L. P. H.; SANTOS, C. H. C.; CARVALHO, M. G.; GARCIA-ROJAS, E. E. Encapsulation of the black pepper (*Piper nigrum* L.) essential oil by lactoferrin-sodium alginate complex coacervates: Structural characterization and simulated gastrointestinal conditions. **Food Chemistry**, v. 316, 2020.

BASTOS, L. P. H.; VICENTE, J.; SANTOS, C. H. C.; CARVALHO, M. G.; GARCIA-ROJAS, E. E. Encapsulation of black pepper (*Piper nigrum* L.) essential oil with gelatin and sodium alginate by complex coacervation. **Food Hydrocolloids**, v. 102, 2020.

BATISTA, E. K. F.; TRINDADE, H. I.; LIRA, S. R. S.; MULLER, J. B.B.S.; SILVA, L. L. B; BATISTA, M. C. S. Atividades antinociceptiva e anti-inflamatória do extrato etanólico de *Luehea divaricata*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n. 2, p. 433-441, 2016.

CHEN, H.; ZHANG, C.; ZHONG, Q. Physical and antimicrobial properties of spray-dried zein–casein nanocapsules with co-encapsulated eugenol and thymol. **Journal of Food Engineering**, v. 144, p. 93-102, 2015.

ESMAEILI, A.; ASGARI, A. In vitro release and biological activities of *Carum copticum* essential oil (CEO) loaded chitosan nanoparticles. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 81, p. 283-290, 2015.

FANG, Y.; FU, J.; LIU, P.; CU, B. Morphology and characteristics of 3D nanonetwork porous starch-based nanomaterial via a simple sacrifice template approach for clove essential oil encapsulation. **Industrial Crops and Products**, v. 143, 2020.

FEYZIOGLU, G. C.; TORNUK, F. Development of chitosan nanoparticles loaded with summer savory (*Satureja hortensis* L.) essential oil for antimicrobial and antioxidant delivery applications. **LWT- Food Science and Technology**, v. 70, p. 104-110, 2016.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

GARCIA, L. P. Revisão sistemática da literatura e integridade na pesquisa. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 7-8, 2014.

GUPTA, S.; VARIYAR, P. S. Nanoencapsulation of essential oils for sustained release: application as therapeutics and antimicrobials. **Encapsulations**, v. 2, p. 641-672, 2016.

HADIDI, M.; POURAMIN, S.; ADINEPOUR, F.; HAGHANI, S.; JAFARI, S. M. Chitosan nanoparticles loaded with clove essential oil: Characterization, antioxidant and antibacterial activities. **Carbohydrate Polymers**, v. 236, 2020.

JIANG, Y.; LAN, W.; SAMEEN, D.; AHMED, S.; QIN, W.; ZHANG, Q.; CHEN, H.; DAI, J.; HE, L.; LIU, Y. Preparation and characterization of grass carp collagen-chitosan-lemon essential oil composite films for application as food packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 160, p. 340-351, 2020.

KATMUSI, A.; FIDE, S.; KARAISSMAILIOGLU, S.; DERMAN, S. Synthesis and characterization methods of polymeric nanoparticles. **Characterization and Application of Nanomaterials**, v. 1, 2018.

LIMA, D. S; LIMA, J. C; CALVACANTI, R. M. C. B.; SANTOS, B. H. C.; LIMA, I.O. Estudo da atividade antibacteriana dos monoterpênos timol e carvacrol contra cepas de *Escherichia coli* produtoras de β -lactamases de amplo espectro. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v.8, n. 1, p. 17-21, 2017.

LIU, Q.; CUI, H.; MUHOZA, B.; DUHORANIMANA, E.; XIA, D.; HAYAT, K.; HUSSAIN, S.; TAHIR, M. U.; ZHANG, X. Fabrication of low environment-sensitive nanoparticles for cinnamaldehyde encapsulation by heat-induced gelation method. **Food Hydrocolloids**, v.105, 2020.

MATOS, S. P.; LUCCA, L.G.; KOESTER, L. S. Essential oils in nanostructured systems: challenges in preparation and analytical methods. **Talanta**, v.195, p. 204-214, 2019.

NATRAJAN, D.; SRINIVASAN, S.; SUNDAR, K.; RAYINDRAN, A. Formulation of essential oil-loaded chitosan–alginate nanocapsules. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.23, p. 560-568, 2015.

PANDIT, J.; AQIL, M.; SULTANA, Y. Nanoencapsulation technology to control release and enhance bioactivity of essential oils. **Encapsulations**, v. 2, p. 597-640, 2016.

QIU, C.; CHANG, R.; YANG, J.; GE, S.; XIONG, L.; ZHAO, M.; LI, M.; SUN, Q. Preparation and characterization of essential oil-loaded starch nanoparticles formed by short glucan chains. **Food Chemistry**, v. 221, p.1426-1433, 2017.

RIBEIRO, J. C.; RIBEIRO, W. L. C.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F.; MACEDO, I. T. F.; SANTOS, J. M. L.; PAULA, H. C. B.; ARAUJO FILHO, J. V.; MAGALHAES, R. D.; BEVILAQUA, C. M. L. Efficacy of free and nanoencapsulated *Eucalyptus citriodora* essential oils on sheep gastrointestinal nematodes and toxicity for mice. **Veterinary Parasitology**, v.204, p. 243-248, 2014.

RODRIGUEZ, J. D. W.; PEYRON, S.; RIGOU, P.; CHALIER, P. Rapid quantification of clove (*Syzygium aromaticum*) and spearmint (*Mentha spicata*) essential oils encapsulated in a complex organic matrix using an ATR-FTIR spectroscopic method. **Journal Pone**, v.13, 2018.

SAIFULLAH, M.; SHISHIR, M.R.I.; FERDOWSI, R.; RAHMAN, M. R.T.; VUONG, Q.V. Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, p. 230-251, 2019.

SÁ, R. C. S.; ANDRADE, L. N.; SOUSA, D. P. A review on anti-inflammatory activity of monoterpenes. **Molecules**, v. 18, n. 1, p. 1227-1254, 2013.

SANTOS, E. P.; NICÁCIO, P. H. M.; BARBOSA, F. C.; SILVA, H. N.; ANDRADE, A. L. S.; FOOK, M. V. L.; SILVA, S. M. L.; LEITE, I. F. Chitosan/Essential oils formulations for potential use as wound dressing: physical and antimicrobial properties. **Materials**, v. 12, 2019.

SHAFFAZICK, S. R.; GUTERRES, S. S. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química Nova**, v. 26, p. 726-737, 2003.

TAVARES, L.; ZAPATA NOREÑA, C. P. Encapsulation of ginger essential oil using complex coacervation method: coacervate formation, rheological property, and physicochemical characterization. **Food and Bioprocess Technology**, v. 26, 2020.

VISHWAKARMA, G. S.; GAUTAM, N.; BABU, J. N.; MITTAL, S.; JAITAK, V. Polymeric encapsulates of essential oils and their constituents: a review of preparation techniques, characterization, and sustainable release mechanisms. **Polymer Reviews**, v. 56, p. 668-701, 2016.

UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES INTERATIVAS PHET NO ENSINO DE QUÍMICA EM NÍVEL SUPERIOR

Data de aceite: 01/11/2022

Data de submissão: 17/10/2022

Karina Akie Onoue Amaral

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil

Mírian da Silva Costa Pereira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1328127213991175>

RESUMO: O ensino de Química tradicional é pautado em um conjunto de conceitos e representações simbólicas que necessitam ser memorizados, não estimulando o aluno a aprender correlacionar estas informações com o cotidiano. Tendo em vista este cenário, o presente trabalho objetiva avaliar a eficiência do *software* PhET como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química Geral e Analítica (QGA) no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). A coleta de dados foi dividida em três questionários virtuais contendo questões objetivas sobre o tema ‘Concentração’, usando o Formulários Google: 1º questionário (grupo de controle/GC), 2º questionário (grupo experimental/GE) e 3º questionário (nível de satisfação com o uso do

software PhET). A partir da análise das respostas foi observado melhora no índice de acertos das questões após o uso do simulador, além do aumento do nível de satisfação dos alunos durante as aulas.

PALAVRAS-CHAVE: Simuladores virtuais. Graduação. Aprendizagem. Ensino. PhET.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, tanto as escolas de ensino médio quanto os cursos de graduação mostram que grande parte dos profissionais do ensino de química ainda utilizam abordagens tradicionais nas salas de aula (COSTA; TAVARES, 2019; DIONÍZIO *et al.*, 2019). Dessa forma, o ensino acaba sendo estruturado em privilegiar a teoria, memorização de fórmulas, nomes e cálculos (COSTA; TAVARES, 2019). Isso acaba limitando o aprendizado dos alunos e mostrando uma visão equivocada de que a química não está presente no cotidiano (DIONÍZIO *et al.*, 2019).

Essa realidade está presente tanto no ensino presencial, quanto no ensino remoto e na Educação a Distância (EaD). Portanto, o desinteresse do aluno, o grande número de reprovações e/ou evasões e as dificuldades de se ensinar química durante o ensino remoto na pandemia, a qual foi gerada pela Covid-19, fizeram com que os professores buscassem meios alternativos para os auxiliarem no ensino, principalmente através do uso de *softwares*.

De acordo com Amaral (1996), introduzir

atividades laboratoriais aos alunos para que possam relacionar com o cotidiano é de extrema importância para o seu aprendizado. Com a era digital, os professores podem começar a utilizar *softwares* para ter maior facilidade em demonstrar exemplos dos conteúdos abordados em sala de aula e com isso atraírem a atenção dos alunos, afinal de contas, os computadores e celulares estão no cotidiano de 99,5% dos brasileiros, segundo pesquisas realizadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2019.

Os *softwares* podem ser encontrados na internet tanto para celular quanto para computadores, sendo muitos deles gratuitos, como é o caso do simulador virtual PhET (*Physics Education Technology*), que foi desenvolvido pela Universidade do Colorado Boulder, nos Estados Unidos, que tem como objetivo auxiliar na educação por meio de simuladores virtuais e gratuitos (WIEMAN, s.d.).

Esse artigo tem como objetivo avaliar a eficiência das simulações virtuais PhET no processo de ensino e aprendizagem da disciplina Química Geral e Analítica nos cursos de graduação em Ciências Agrárias do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Além disso, uma das principais finalidades é diminuir o número de reprovações e evasões na disciplina e verificar a aceitação do software por parte dos alunos.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo do século XX o mundo começou a se conectar através de tecnologias usadas na “Guerra Fria”. Em 1991, surgiram os sites através do desenvolvimento da “*World Wide Web*” e com o avanço da tecnologia, no início dos anos 2000, Tim O’Reilly batizou o avanço da internet em “Web 2.0”. Esse termo foi escolhido para definir a grande interatividade, colaboração, produção e consumo de conteúdos pelos próprios usuários (MARTINO, 2015). Com a modernização desses sistemas, as mídias digitais e a internet passam a integrar o dia a dia da população, e com isso passam a ser essenciais e inevitáveis.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) vem modificando o jeito tradicional de se ensinar os alunos, o que acaba facilitando a interpretação do conteúdo dado em sala de aula e até trazendo novos significados (LEITE *et al.*, 2009). Portanto, há uma necessidade dos professores se adaptarem às mudanças tecnológicas, buscando sempre atualizar as suas práticas pedagógicas, com inclusão de ferramentas atualizadas. Entretanto, as salas de aula possuem uma formatação que muitas vezes não acabam permitindo a entrada de tecnologias, fazendo com que os docentes prezem por uma metodologia tradicional.

Devido a pandemia de COVID-19, a sociedade foi obrigada a se reinventar, onde pessoas, por exemplo, passaram a fazer compras no mercado *online*, trabalhos que eram feitos de forma presencial passaram a ser em “*home office*” e as escolas que acabaram

mudando as salas de aula para plataformas *online*. Essa distância acentuou o que já era observado nos alunos, que a falta de comunicação, de interesse nas aulas e a dificuldade em disciplinas que envolvem números. Dessa forma, os alunos se veem encurralados e tentados a decorar as fórmulas, nomes e cálculos, o que acaba não trazendo uma aprendizagem significativa e desvinculando a Química do cotidiano (DIONÍZIO *et al.*, 2019).

Segundo Nichele e Schlemmer (2014), os smartphones e tablets podem proporcionar uma forma de conectar informação e produção de conhecimento, podendo transformar a maneira de se ensinar e aprender, fazendo com que amplie as salas de aula. Devido à popularização das TDIC como um recurso que pode auxiliar nas aulas teóricas e práticas, vem aumentando o número de pesquisas que buscam entender se essas ferramentas são realmente positivas e facilitadoras na aprendizagem dos discentes (NEVES; SANTOS, 2021). Como alternativa de facilitar a aprendizagem no ensino em Química, foram criados aplicativos e sites que simulam laboratórios, o que acaba despertando o interesse do aluno pela aula e trazendo o conteúdo para o dia a dia.

Para Costa e Tavares (2019), esses chamados softwares podem melhorar o ensino em química, fazendo com que os professores tenham uma facilidade para demonstrar conteúdos que seriam ministrados em laboratório. Além disso, o fato de se utilizar computadores e celulares em salas de aula pode acabar despertando o interesse dos estudantes, fazendo com que aprendizagem e lazer estejam no mesmo ambiente, podendo levar a uma possível mudança na qualidade do ensino.

Contudo, por mais que sejam utilizados recursos tecnológicos para ajudar nas didáticas das aulas, nem sempre o uso delas vai trazer resultados satisfatórios se houver um desfalque no método tradicional de ensino. Assim, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação podem trazer novas formas de trabalhar, de se comunicar, e de aprender, porém a parte teórica dada em sala de aula deve ser considerada como um fator importante e não ser substituída.

3 | METODOLOGIA/MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Estudo de caso

A pesquisa foi realizada com alunos matriculados na disciplina Química Geral e Analítica dos cursos de graduação em Ciências Agrárias (Agronomia, Engenharia Agrícola e Ambiental, Medicina Veterinária e Zootecnia) da UFVJM no campus de Unaí/MG. Durante as aulas remotas da disciplina QGA foram usadas simulações interativas PhET como recurso facilitador da aprendizagem, em especial, dos conteúdos sobre ‘Construir um Átomo’, ‘Construir uma Molécula’, ‘Isótopos e Massa Atômica’, ‘Estados da Matéria’, ‘Propriedades dos Gases’, ‘Polaridade Molecular’, ‘Formas Moleculares’, ‘Balanceando Equações Químicas’, ‘Estequiometria’, ‘Escala de pH’, ‘Soluções ácido-base’, ‘Concentração’ e

‘Molaridade’.

As informações foram obtidas durante o 1º semestre letivo de 2021, o qual foi ofertado remotamente e finalizado em março/2022, devido atrasos gerados pela pandemia provocada pela Covid-19. A coleta de dados foi dividida em três questionários virtuais contendo questões objetivas sobre o tema ‘Concentração’, usando o Formulários Google: 1º questionário (grupo de controle/GC), 2º questionário (grupo experimental/GE) e 3º questionário (nível de satisfação com o uso do *software* PhET). Os questionários foram disponibilizados aos alunos através do Google Sala de Aula e eles tiveram 24 horas para respondê-los. Os dois primeiros questionários são iguais, diferenciando-se entre o grupo de controle, onde não se utilizava o *software* PhET, e o grupo experimental, com o uso do *software* PhET, para responder 6 (seis) questões objetivas propostas sobre o tema ‘Concentração’.

Os alunos foram orientados a responderem primeiramente o questionário referente ao grupo de controle, sem o uso das simulações, e posteriormente o questionário referente ao grupo experimental, com o uso das simulações. Além disso, foi ressaltado a importância de serem respondidos de forma autêntica, sem o auxílio de materiais extras e/ou colegas, uma vez que o objetivo era verificar se o uso do simulador PhET auxiliaria no entendimento das questões propostas, referentes ao tema ‘Concentração’.

No 3º e último questionário procurou-se avaliar o nível de satisfação dos alunos com o uso do simulador durante as aulas, o qual apresentou 7 (sete) questões objetivas, seguindo a Escala Likert (1932). Esta escala consiste em tomar um conceito e desenvolver um conjunto de afirmações/questões relacionado à um tema, onde os respondentes emitirão seu grau de concordância, geralmente em uma escala de 5 ou 7 pontos. As respostas esperadas para o 3º questionário apresentaram uma escala de cinco pontos, tendo como respostas variando de “sim, sempre” a “não, nunca”, ou “muito ruim” a “muito bom” ou “discordo totalmente” a “concordo totalmente”.

3.1.1 *Sujeitos da pesquisa*

Essa pesquisa foi realizada no 1º semestre letivo de 2021 com 61 alunos matriculados na disciplina Química Geral e Analítica da UFVJM/Campus de Unaí. Os estudantes pertencem aos quatro cursos de Ciências Agrárias que são ofertados no ICA: Agronomia, Engenharia Agrícola e Ambiental, Medicina Veterinária e Zootecnia. O 1º questionário foi respondido por 61 alunos, porém dois alunos deixaram de responder os outros formulários, fazendo com que os 2º e 3º questionários tivessem um total de 59 respostas.

4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente foi feita uma análise das 6 (seis) questões propostas sem o uso do simulador virtual (grupo de controle) e com o uso do simulador virtual (grupo experimental).

Todas as questões apresentadas continham uma imagem específica proveniente do software PhET. De acordo com a Tabela 1 é possível observar que ocorreu aumento no índice de acertos para 4 (questões) e em duas questões a porcentagem de acertos diminuiu. Para Mion (2015), a inserção de tecnologias pode auxiliar na aprendizagem dos acadêmicos, porém as instituições de ensino acabam não inserindo no mundo digital os professores e discentes, fazendo com que fique a critério de cada professor se vai utilizar ou não as tecnologias em sala de aula. Devido este fato, as vezes em que as tecnologias são utilizadas, podem por sua vez acabar dificultando a aprendizagem dos alunos, como foi observado na redução dos índices de acertos para as questões 2 e 3 da Tabela 1.

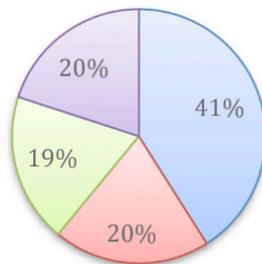
QUESTÕES	GC	GE
1) Qual/quais ação/ações aumentará a concentração da solução? (1) Adicionar mais $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$; (2) Evaporar água; (3) Drenar a solução.	78,7%	79,7%
2) Qual/quais ação/ações irá/irão alterar a quantidade de mols do soluto ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) no recipiente? (1) Adicionar água; (2) Evaporar água; (3) Drenar a solução.	23,0%	18,6%
3) O que acontecerá com a concentração e o número de mols quando água for adicionada?	41,0%	30,5%
4) Qual a quantidade de mols do soluto no recipiente?	23,0%	23,7%
5) Você recebe 200 mL de uma solução 0,400 M de KMnO_4 . Se você adicionar água até que o volume total seja 800 mL, qual será a concentração final da solução?	59,0%	62,7%
6) Você começa com 0,1 L de uma solução de 5,00 M de NiCl_2 e planeja diluí-lo (adicionando água) para fazer uma solução com concentração de 0,625 M. Até que ponto você deve encher o béquer?	50,8%	74,6%

TABELA 1 – Porcentagem de acertos para o 1º questionário (grupo de controle/GC) e o 2º questionário (grupo experimental/GE).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

De acordo com Moran, Masetto e Behrens (2013), o uso de tecnologia na educação ainda é um desafio, necessitando de um ensino participativo e adaptado, mantendo a proximidade do professor com o aluno, mesmo virtualmente. Este dado nos instiga a refletir sobre os impactos do desempenho acadêmico dos discentes durante o ensino remoto/virtual no período da pandemia de COVID-19.

Iniciando a análise do 3º questionário, referente ao nível de satisfação dos estudantes com o uso do *software* PhET durante as aulas remotas da disciplina Química Geral e Analítica do ICA, pôde-se perceber, de acordo com a Figura 1, que 41% dos alunos pertencem ao curso de Medicina Veterinária.



■ Medicina Veterinária ■ Zootecnia
■ Engenharia Agrícola e Ambiental ■ Agronomia

FIGURA 1 – Questão: Qual o seu curso no ICA/UFVJM?

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

De acordo com a Tabela 2, 64% dos alunos relataram que geralmente apresentam alguma dificuldade na área da química e 57% dos discentes que participaram desta pesquisa informaram que o ensino remoto foi um dos fatores que dificultou na aprendizagem dos conteúdos da disciplina. Os autores Amorim, Paixão e Silva (2017) relataram que grande parte dos alunos apresentam dificuldades na aprendizagem dos conteúdos relacionados com a química. Tal fato demonstra a necessidade de diversificar as atividades trabalhadas com os alunos, com o intuito de melhorar a aprendizagem. Este fato também foi observado por estudos realizados por Sanguinette e colaboradores (2021). Para Rodrigues e Nascimento (2020), essa dificuldade pode estar relacionada com o problema dos alunos em assimilar conteúdos mais complexos, levando a uma rejeição em aprender realmente os conteúdos. Rezende (2016) destaca que uma das barreiras que impedem compreender os assuntos referentes à química seria a incapacidade de assimilar algo que não se pode enxergar ou tocar.

No ensino de química, é necessário que o aluno tenha algum conhecimento com trabalhos experimentais em laboratórios, para que o aprendizado não fique somente na teoria e vídeos. Como a disciplina de química foi ministrada de forma on-line devido a pandemia gerada pela COVID-19, esse pode ter sido um dos motivos pelo qual houve diminuição no número de acertos nas questões 2 e 3 (Tabela 1). Para Rodrigues e Nascimento (2020), o ensino só é eficiente se a aprendizagem do aluno for no nível macroscópico, submicroscópico e nos níveis simbólicos.

Outro ponto que podemos considerar como o motivo da diminuição do número de acertos das questões citadas é que a maioria dos alunos da turma da disciplina Química Geral e Analítica são estudantes do curso de Medicina Veterinária, e os discentes associam o curso como uma formação sem qualquer tipo de conexão com disciplinas ligadas às

Ciências Exatas. Isso pode acabar criando uma resistência ao estudar conteúdos como química, cálculos, dentre outros, dificultando o entendimento dos conteúdos pelos alunos. Essa relutância pode levar a uma diminuição no número de acertos das questões por falta de interesse.

Questões	1 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾	3 ⁽³⁾	4 ⁽⁴⁾	5 ⁽⁵⁾
2) Você geralmente apresenta alguma dificuldade na disciplina Química Geral e Analítica?	20%	44%	20%	12%	4%
3) Você acha que as maiores dificuldades em aprender química estão relacionadas ao ensino remoto (virtual) neste período de pandemia gerada pela Covid-19?	20%	37%	12%	22%	9%
4) Você acha que o uso de simuladores virtuais (ex.: PhET) auxiliou na aprendizagem da disciplina Química Geral e Analítica durante o ensino remoto?	58%	37%	3%	0%	2%
5) Você acha que é interessante continuar usando simuladores virtuais (ex.: PhET) na disciplina Química Geral e Analítica mesmo se ocorrer o retorno presencial das aulas?	58%	34%	5%	3%	0%

⁽¹⁾Sim, sempre. ⁽²⁾Sim. ⁽³⁾Neutro. ⁽⁴⁾Não. ⁽⁵⁾Não, nunca.

TABELA 2 – Respostas obtidas para o 3º questionário (nível de satisfação com o uso do *software* PhET).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Ao serem questionados sobre a eficiência na aprendizagem durante as aulas com o uso do simulador PhET, 95,0% (Figura 2) responderam que o simulador auxiliou na aprendizagem dos conteúdos durante o ensino remoto, respondendo ‘Sim, sempre’ e ‘Sim’. O porquê dessa aceitação pode ser visto nas questões 1, 4, 5 e 6 da Tabela 1, onde, por exemplo, na 6ª questão há um aumento de 23,8% no índice de acertos após os alunos usarem as simulações virtuais interativas para responderem as 6 (seis) questões propostas sobre ‘Concentração’. Este dado comprova a importância de diversificar as metodologias empregadas no ensino de química. A importância da utilização de estratégias inovadoras tem sido reforçada tanto para a Educação Básica quanto para o Ensino Superior (SANTOS Jr. *et al.*, 2016; VALDERRAMA *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2021).

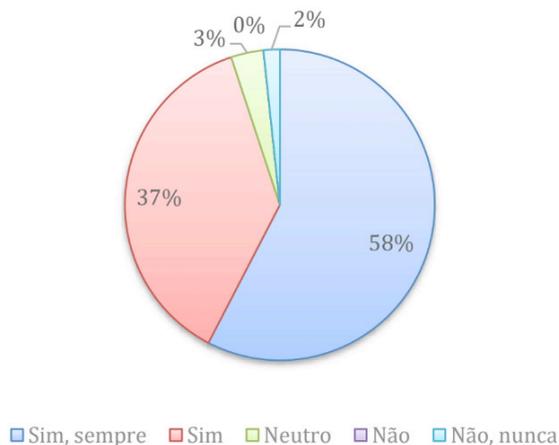


FIGURA 2 - O uso de simuladores virtuais (ex.: PhET) auxiliou na aprendizagem da disciplina Química Geral e Analítica durante o ensino remoto?

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Outra questão do 3º questionário foi referente ao interesse dos acadêmicos em aprender os conteúdos relacionados à química, com a seguinte pergunta: “Por que você estuda química?”. Para esta questão havia 12 (doze) opções de respostas, de acordo com a Tabela 3. Assim, de acordo com a Tabela 3 e a Figura 3, é possível verificar que 28 alunos (47%) declararam que estudam química para não reprovarem, ou seja, este fato é visto como certo desinteresse dos acadêmicos em aprender o conteúdo e entender que o conhecimento é uma ferramenta valiosa que temos para entender, apreender e compreender as coisas que nos cercam.

O desinteresse pela disciplina pode estar associado ao fato de os alunos apresentarem certa dificuldade em aprender o conteúdo, como pode ser visto na questão 2 da tabela 3. Para Hoehnke, Koch e Lutz (2005), nas salas de aulas os alunos repetem aquilo que lhes foi passado, conduzindo o discente a realizar uma metodologia mais de imitação do que de real compreensão, levando a um distanciamento do conteúdo estudado com a realidade. Esse distanciamento com a realidade acaba provocando certa resistência do aluno em aprender (CASTOLDI, POLINASRSKI, 2009).

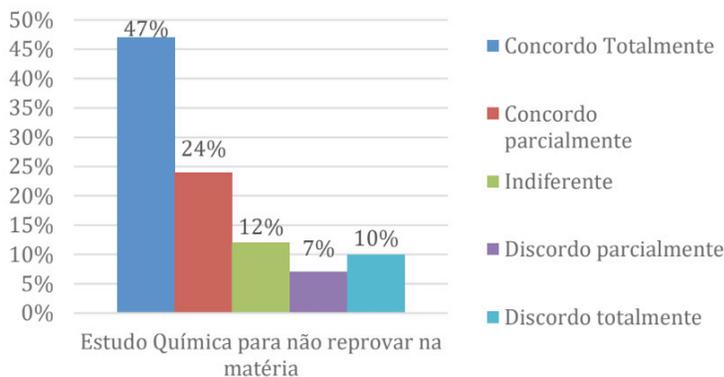


FIGURA 3 – Questão: Por que você estuda química?

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A falta de envolvimento e até o desinteresse de alguns professores em “modernizar” o ensino acaba afastando ainda mais os alunos, tornando a disciplina mais difícil de ser inserida no dia a dia dos estudantes. Com este trabalho observa-se que, mesmo inserindo simuladores virtuais no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados à química, os alunos ainda continuam com a mentalidade de, principalmente, serem ‘aprovados na disciplina’, deixando a aprendizagem em segundo plano. Para Ferreira (2016) o vínculo entre a instituição de ensino e o aluno quando criado desperta uma motivação para a aprendizagem, permitindo uma construção de conhecimento individual e coletivo.

Continuando a análise da Tabela 3, percebe-se que 95% dos estudantes afirmaram que estudam química para melhorarem o conhecimento na área do curso que estão matriculados e quase 90% relataram a importância de se graduarem para conseguirem um bom emprego. 83% declararam serem responsáveis e que se esforçam para cumprirem com as obrigações. São dados que refletem a maturidade dos graduandos com relação à importância de estarem matriculados em um curso superior e serem responsáveis pelas suas atitudes.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	1 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾	3 ⁽³⁾	4 ⁽⁴⁾	5 ⁽⁵⁾
1- Porque me sinto culpado (a) se não entrego as atividades.	19%	19%	3%	20%	39%
2- Porque as atividades valem nota.	27%	39%	14%	10%	10%
3- Porque preciso da disciplina para me formar no ensino superior.	61%	25%	3%	3%	7%
4- Porque o diploma do ensino superior poderá me ajudar a conseguir um bom emprego.	71%	17%	3%	5%	3%
5- Para melhorar meu conhecimento na área.	81%	14%	2%	2%	2%
6- Pela satisfação que sinto ao aprender coisas novas e/ou desafiadoras.	46%	39%	8%	5%	39%
7- Para testar minha inteligência.	34%	36%	20%	5%	5%
8- Para ir bem nas provas.	68%	19%	5%	7%	2%
9- Gostaria de não estudar química.	5%	8%	14%	12%	61%
10- Porque sou responsável e tenho que cumprir com minhas obrigações.	61%	22%	7%	8%	2%
11- Porque gosto das aulas de química e os assuntos discutidos me deixam curioso (a).	53%	31%	12%	3%	2%
12- Para não reprovar na matéria.	47%	24%	12%	7%	10%

(1) Concordo totalmente. (2)Concordo parcialmente. (3)Indiferente. (4)Discordo parcialmente. (5)Discordo totalmente.

TABELA 3 – Questão: Por que você estuda química?

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Assim, após este estudo, foi possível perceber que os softwares virtuais, em especial as simulações PhET, foram consideradas importantes ferramentas nos processos de ensino e de aprendizagem por integrarem hipertextos, animações, dentre outros elementos. Estes fatores devidamente articulados podem gerar condições para a produção do conhecimento em Química em um nível complexo e adequado para o ensino superior.

5 | CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa mostrou que a utilização de simuladores virtuais em aulas pode trazer resultados benéficos, pois além de despertar o interesse dos alunos, podem servir de auxílio nas aulas, trazendo a química mais perto do cotidiano dos discentes. Quando o *software* PhET foi utilizado, mostrou-se bom desenvolvimento dos alunos, fazendo com que fossem capazes de revelar o conhecimento construído em sala de aula. Assim, a disciplina torna-se menos monótona e o aprendizado mais espontâneo e prazeroso.

Mesmo alguns alunos apresentando dificuldades no conteúdo da disciplina Química Geral e Analítica, a fácil acessibilidade e diversidade dos simuladores virtuais vem auxiliando o entendimento e compreensão dos alunos acerca dos temas abordados. Porém, mesmo com toda essa aceitação pelos alunos, é essencial avaliar as ocasiões em que se vai utilizar este tipo de tecnologia, uma vez que é necessária a intermediação do docente.

Por mais que as tecnologias venham auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, é essencial designar e capacitar professores, instruindo-os na utilização dos recursos disponíveis. As tecnologias por si só não garantem melhoria nas atividades de ensino, visto que é necessário que o aluno tenha acesso a bons conteúdos em salas de aula, usando os simuladores como ferramentas para a obtenção do sucesso esperado.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. *Trabalhos práticos de química*. 12 ed. Livraria Nobel, 1996.

AMORIM, T. B.; PAIXÃO, Maria de F. M.; SILVA, A. G. C. *A Importância da Monitoria para o Aprendizado de Química*. Revista de Ensino de Engenharia, v. 36, n. 2, p. 27-34, 2017. DOI: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/527/781>.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C.A. *A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem*. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia.2009.

COSTA, M. T.; TAVARES, T. T. *O uso de simuladores de internet para o ensino de Química*. Revista Mediação, [S. l.], n. 9, p. 50–57, 2019. DOI: <https://revista.uemg.br/index.php/mediacao/article/view/4335>.

DIONÍZIO, T. P.; SILVA, F. P.; DIONÍZIO, D. P.; CARVALHO, D. M. *O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de Química*. Revista científica em Educação a Distância. v. 9, n.1, p. 5-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.809>.

FERREIRA, T. V. *Investigação sobre o uso dos dispositivos móveis por professores de Química nas escolas públicas de Foz do Iguaçu (PR): realidades e desafios*. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2016.

HOEHNKE, K.; KOCH, V.; LUTZ, U. *O Objectivismo na Filosofia e na Metodologia do Ensino*. Lisboa, 2005. Disponível em <http://www.fask.unimainz.de/user/kiraly/Portugues/gruppe1/grundlagen_objektivismus.html>

LEITE, L. S.; POCHO, C. L.; AGUIAR, M. M.; SAMPAIO, M. N. *Tecnologia educacional: descubra suas possibilidades na sala de aula*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

LIKERT, R. *A technique for the measurement of attitudes*. *Archives of Psychology*. v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

MARTINO, L. M. S. *Teorias das mídias digitais: linguagens, ambientes e redes*. 2 ed. Editora Vozes, 2015.

MION, M. *O uso dos Softwares educacionais no Ensino de ciências*. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tio Hugo, 2015.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. Campinas. Editora Papirus, 2013.

NEVES, N. N.; SANTOS, A. R. *O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação para a experimentação no ensino de química: uma proposta usando sequências didáticas*. Scientia Naturalis, Rio Branco, v. 3, n. 1, p. 194-206, 2021. DOI: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4711>.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. *Aplicativos para o Ensino e Aprendizagem de Química*. RENOTE, [S. l.]. V.12, n. 2, 2014. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.53497>

PEREIRA, M. S. C.; SANTOS, L. B.; FREITAS, O. P.; SILVA, D. A. O. *A química no ensino médio: videoaulas experimentais como ferramentas no ensino remoto*. EducEaD-Revista de Educação a Distância da UFVJM, v. 1, n. 1, p. 71-87, 2021. DOI: <http://revista.ead.ufvjm.edu.br/index.php/eduque/article/view/9>.

REZENDE, D. B. *Estudo investiga dificuldades de compreensão no ensino de química [Depoimento a Victória F. Del Pintor]*. AUN - Agência Universitária de Notícias [S.l.: s.n.], 2016. DOI: <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=7697&ed=1342&f=24>

RODRIGUES, G. C.; NASCIMENTO, E. Q. *Sequências didáticas como apoio ao ensino de densidade, polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais PhET*. Revista de Educação, Ciências e Matemática. v.10, n.1, p. 188-197, 2020. DOI: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/6191>.

SANGUINETTE, N. C. A.; BOTELHO, L. B.; FREITAS, O. P.; DEL'NERO, J.; PEREIRA, M. S. C. Tutoria universitária no ensino de Química geral e analítica. *Revista Debates em Ensino de Química*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 151–165, 2021. DOI: <http://www.journals.ufpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3747>.

SANTOS, J. B. Jr; BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; ANUNCIAÇÃO, E. A. *Um estudo comparativo entre a atividade experimental e a simulação por computador na aprendizagem de eletroquímica*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 15, n. 2, p. 312-330, 2016. DOI: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5493314>.

VALDERRAMA, L.; PAIVA, V. B.; MARÇO, P. H.; VALDERRAMA, P. *Proposta experimental didática para o ensino de análise de componentes principais*. Química Nova, v. 39, n. 2, p. 245-249, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150166>.

WIEMAN, C. *PhET interactive simulations*. s. d. Creative commons – Universidade do Colorado. Disponível em <http://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 10 de Abril de 2022.

IGI OPÈ – A QUÍMICA ADVINDA DA ÁFRICA: O ENSINO DA ETNOQUÍMICA PARA A DESCONSTRUÇÃO DO RACISMO EPISTÊMICO

Data de aceite: 01/11/2022

Data de submissão: 05/09/2022

Jakelini de Jesus Marques

UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/5368639111589119>

Jorge Henrique Vieira Lemes

UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/3027543825659384>

Gabriel Fernando Fuzzo

UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7290195106544845>

Nilva Fernanda dos Santos Magalhães

UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/4637760893252080>

Maria Fernanda do Carmo Gurgel

Prof^a Dr. do Curso de Química da Universidade
Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1245821448123612>

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo propor uma oficina prática para empregar a multidisciplinaridade envolvendo os conteúdos referentes às transformações físicas e químicas da matéria focando na cultura e nos costumes dos povos africanos. Esta proposta tem por intuito construir uma prática pedagógica envolvendo

os conhecimentos do senso comum, científico e tradicional dos povos africanos. A temática apoiou-se na Lei 10.639/03 no qual estabelece a obrigatoriedade do Ensino de História e Cultura Africana e Afro-Brasileira nas instituições de ensino, tanto públicas quanto privadas, no decorrer do ensino fundamental e médio. O trabalho apresenta a elaboração de uma proposta de intervenção pedagógica (IP) sob uma perspectiva histórico crítica no formato de oficina experimental, em concordância com um currículo comprometido com o desenvolvimento das potencialidades e habilidades dos estudantes na compreensão das transformações e propriedades da matéria compreendendo também a complexa realidade sociorracial. Os resultados demonstram as possibilidades de ensinar Química a partir de uma visão epistêmica afrocentrada. Conclui-se que, a incorporação dos valores sociais, históricos e culturais e conhecimentos provenientes da África é possível, plausível e executável em conteúdos de Química em todos os níveis de ensino possibilitando a incorporação nos currículos e projetos político pedagógicos, permitindo a abordagem dos conceitos químicos vinculados a uma educação étnico-racial, desenvolvendo nos alunos atitudes e valores comprometidos com a cidadania.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química, Relações Étnico-Raciais, Lei 10.639/03.

IGI OPÈ – CHEMISTRY FROM AFRICA: ETHNOCHEMISTRY TEACHING CONTRIBUTIONS TO THE DECONSTRUCTION OF EPISTEMIC RACISM

ABSTRACT: The present work aims to propose a practical workshop to employ multidisciplinary involving the contents related to the physical and chemical transformations of matter focusing on the culture and customs of african peoples. The theme was based on Law 10.639/03, which establishes the mandatory teaching of African and Afro-Brazilian History and Culture in educational institutions, both public and private, during elementary and high school. The paper presents the elaboration of a proposal for pedagogical intervention (IP) from a critical historical perspective in the experimental workshop format, in agreement with a curriculum committed to the development of the potentialities and abilities of students in understanding the transformations and properties of matter also comprising the complex socioracial reality. The results show the possibilities of teaching Chemistry from an afrocentered epistemic view. It is concluded that the incorporation of social, historical and cultural values and knowledge from Africa is possible, plausible and executable in chemistry contents at all levels of education enabling the incorporation into curricula and pedagogical political projects, allowing the approach of chemical concepts linked to an ethnic-racial education, developing in the students attitudes and values committed to citizenship.

KEYWORDS: Teaching Chemistry, Ethnic-Racial Relations, Law 10.639/03.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o fato de ter uma população miscigenada não suprimiu as desigualdades, contrariamente, há uma supervalorização de uma cultura em detrimento de outras, o que gera uma visão pitoresca e folclorizada dos demais povos, como os indígenas e os africanos. (DIAS, 2006).

Diante da multiplicidade étnica brasileira, o ensino é dirigido para um grupo culturalmente plural, contudo, ele só se tornará multicultural no instante em que a escola suspender a reprodução da discriminação social, transformando-se em um instrumento de equalização social. (FORQUIN, 2000)

A escola institui padrões de currículo, de conhecimento, de comportamentos e até de estética, desta forma, é na escola que aprendemos e compartilhamos não só conceitos e saberes escolares, mas também valores, crenças, hábitos e preconceitos raciais, podendo assim atuar tanto na manutenção de estereótipos sobre o negro como para sua superação. (GOMES, 2002) Perante o exposto, a escola é um espaço pertinente para a discussão étnico racial, dado que as relações existentes na sociedade se correspondem dentro do ambiente escolar. (GOMES, 2006)

Pensando-se no exposto, a implementação da Lei 10.639/03 visa a inclusão no currículo educacional brasileiro, público e privado, a obrigatoriedade do Ensino da História e da Cultura Afro-brasileira, construindo uma política curricular de combate ao racismo e as discriminações, constituindo-se como uma ação afirmativa tanto na esfera educacional quanto social. A implementação desta ação na esfera educacional requer o reconhecimento

da diversidade étnica e racial presentes na população brasileira. (SILVÉRIO, 2008)

A lei 10.639/03 implementa o ensino da História da África e dos Africanos, sendo o conteúdo instituído por essa lei, abrangente e vasto, expandindo-se para o ensino do legado científico do povo africano, podendo ser abordado em diversas disciplinas como Biologia, Física, Química, Ciências, Geografia, Português e Matemática, dessa forma, não é um tema exclusivo das disciplinas de História, Artes ou Sociologia. (FONTANA e GOMES, 2018)

Assim, a lei 10.639 enfatiza que os conteúdos de História e Cultura Afro-Brasileira sejam ministrados em todo o currículo escolar, incluindo o Ensino de Química, que deve trazer à luz uma perspectiva da Ciência marginalizada e negada, desconstruindo o epistemicídio e a colonização do conhecimento. (GOMES, 2011)

Consequentemente, abre-se uma nova demanda no campo educacional brasileiro visando reinterpretar e ressignificar a História e as relações étnico-raciais, trazendo repercussões para a formação docente. Essas demandas possuem implicações políticas, sociais e epistemológicas e que, possibilitam o reconhecimento da influência científica, tecnológica e política da cultura africana para a sociedade brasileira. (OLIVEIRA, 2014)

Entretanto, mesmo após 19 anos da lei, ainda há carência de iniciativas que contemplem a temática no ensino de Química, o que demonstra a urgência da inclusão e discussão da temática na formação inicial e continuada de professores, de forma, que o docente se torne habilitado a implementar a lei 10.639/03 na educação básica. Para preencher essa lacuna dos professores com relação a educação étnico-racial, deve-se abordar este tema de forma interdisciplinar, com cada área atuando para a desconstrução da discriminação epistêmica dos povos não europeus. (CARDOSO, 2019)

Após análise de materiais e pesquisa bibliográfica, o presente trabalho consiste na elaboração de uma proposta de intervenção pedagógica (IP) em formato de oficina, na qual a temática escolhida foi as transformações químicas e físicas. O tema visa a implementação da Lei nº 10.639/03 e o ensino de Química.

O conteúdo e a proposta de intervenção pedagógica contêm um caráter interdisciplinar, voltada principalmente para a área de Química e História. Dessa forma, o ideal para a aplicação desses conteúdos é a formação de uma equipe composta por professores de ambas as áreas.

Neste trabalho, a proposta foi elaborada em formato de oficinas, ministrada em parte flexível do currículo escolar, ou seja, os itinerários formativos ou eletivas do ensino médio, dentro do núcleo “Química e Sociedade”. A abordagem didática será apoiada metodologicamente nos pressupostos da Pedagogia Histórico- Crítica (PHC).

2 | METODOLOGIA

A temática escolhida para a execução da oficina é o “Ogi-Opè”, ou seja, o dendezeiro.

Assim, serão apresentados o processo de extração do azeite de dendê (óleo de palma) e a produção de biodiesel a partir deste óleo, além de demonstrar a importância dos saberes populares.

Recomenda-se para a execução deste primeiro módulo, um total de 3 horas/aula de 50 minutos, totalizando 150 minutos. Essas aulas serão ministradas em duas etapas, conforme o fluxograma a seguir.

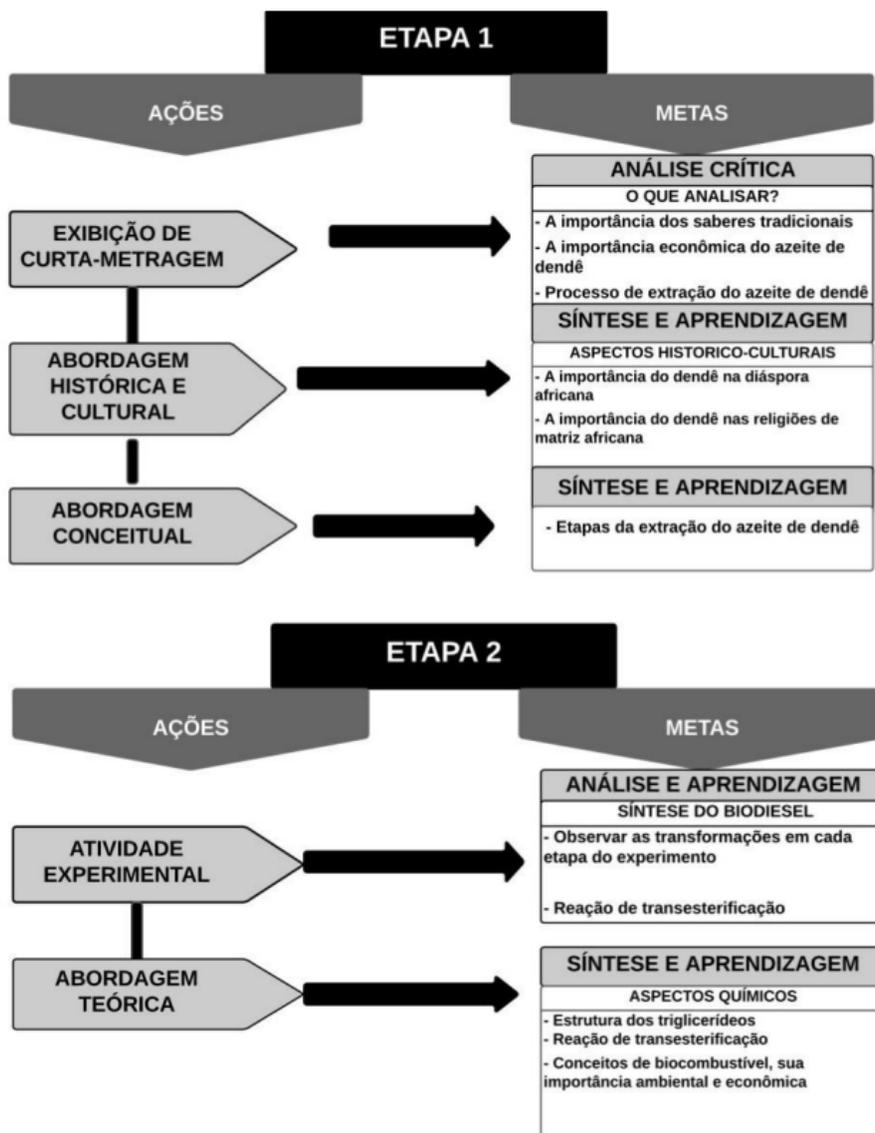


Figura 1: Fluxograma da Metodologia aplicada na oficina

Fonte: Os autores (2022)

3 | RESULTADOS

3.1 Primeira etapa: Processo de extração do azeite de dendê

Essa primeira etapa tem a duração prevista de 50 minutos e baseia-se na apresentação de vídeos, discussões e abordagem teórica do conteúdo.

Inicia-se a aula com a apresentação de um vídeo intitulado “O Babado de Toinha”, um curta-metragem com duração de 13 minutos e 44 segundos, produzido pela ABBAS filmes e disponível em <https://youtu.be/jmONg1G-2Z4>.

No vídeo, Toinha demonstra todo o processo de produção do azeite de dendê, no qual ela participa do início ao fim e de forma artesanal e quilombola. No fim, usa-o para fritar seus acarajés que vende na praça da cidade.

O curta-metragem exibiu todo o processo de extração do azeite de dendê (Figura 2) e, divulga além dos aspectos procedimentais que a população negra criou para a extração do azeite de dendê, os aspectos religiosos e culturais desse processo.



Figura 2: Cenas do processo de obtenção do azeite de dendê

Fonte: O Babado de Toinha/Reprodução

Após a apresentação do vídeo abordar com os alunos o processo de extração do azeite de dendê, explicando as etapas e execução. O processo de extração do azeite de dendê ocorre através de processo físico (calor e por pressão), não sendo empregados solventes químicos, apenas a água como solvente (CURVELO, 2010).

A forma artesanal de extração do azeite de dendê ou óleo de palma consiste na retirada manual do fruto do cacho, geralmente com o auxílio de ferramentas perfuro cortantes, pois são muito difíceis de serem separados do cacho. Logo após, os frutos são cozidos e macerados, amassados, pilados ou prensados no rodão. Os frutos esmagados são lavados e levados ao fogo para a extração do azeite de dendê. Quando frio o óleo é

então envazado e armazenado para o consumo (MESQUITA, 2002). Estes processos estão apresentados conforme a Figura 3.



Figura 3: Etapas da Extração do azeite de dendê

Fonte: Os autores (2022)

Após a explicação sobre o processo de obtenção do azeite de dendê, abordar a origem do dendê, sua importância cultural e religiosa.

O dendezeiro (*Elaeis guineenses*) é originário do Golfo da Guiné (costa ocidental da África) sendo trazido ao Brasil pelos escravos no século XVI. Seu uso remonta a antiguidade, os faraós egípcios há quase 5000 anos já utilizavam o dendê. O óleo chegou ao Egito vindo da África Ocidental. (CANUDO, 1998).

No Brasil, herdou-se dos africanos a utilização do azeite de dendê na alimentação, tornando-se símbolo da culinária baiana e ingrediente indispensável em pratos como: moquecas, vatapá, xinxim, caruru e acarajé. (MESQUITA, 2002).

O Igi Òpe (dendezeiro) tem diversas representações e significados nas religiões de matriz africana. Os frutos do dendezeiro são utilizados nos rituais litúrgicos. As taliscas das árvores são usadas na confecção do Ibirí, ferramenta característica do Orixá Nanã; o azeite de dendê é utilizado em rituais litúrgicos dos santos quentes, tais como Ogum. (ALVINO, 2017).

3.2 Segunda etapa: Síntese do biodiesel

Para a realização desta etapa, serão necessárias 2 aulas de 50 minutos. Uma aula para a síntese do biodiesel e outra aula para discussões e abordagem teórica. A aula inicia-se com a proposta experimental de síntese do biodiesel. Caso a escola não disponha de recursos como materiais e/ou laboratório, uma sugestão é apresentar o experimento para

os alunos através de vídeos. O roteiro do experimento está descrito na Figura 4.

Reagentes	Azeite de dendê, hidróxido de sódio, etanol
Materiais	Béqueres de 100 mL, bastão de vidro, fonte de calor, suporte universal, funil de separação, proveta de 60 mL, balança
Procedimento Experimental	Em um béquer, pese 0,4 g de hidróxido de sódio e dissolva em 12 mL de etanol. Em seguida, adicione 60 mL do azeite de dendê previamente aquecido (60 – 70°C). Agite a mistura. Coloque a mistura em funil de separação e agite, aguardar alguns minutos até a separação das fases. A fase superior é o Biodiesel e a inferior é a glicerina

Figura 4: Roteiro Experimental da Síntese do biodiesel

Fonte: Adaptado de ALVINO, 2021

O procedimento descrito pela Figura 4, por utilizar hidróxido de sódio é necessário cuidados como uso de óculos, luvas e avental ou jaleco, sendo realizado pelo professor para evitar qualquer tipo de acidentes.

A segunda aula dessa etapa, trata dos conteúdos teóricos associados, como: conceitos de biocombustíveis, biodegradação e a reação para a obtenção do biodiesel.

O biodiesel é uma fonte alternativa que apresenta um potencial poluidor menor em relação aos demais combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel, sendo sintetizado a partir de triglicerídeos (óleos vegetais e gordura animal). Os biocombustíveis são produzidos a partir da biomassa (matéria orgânica), ou seja, de fontes renováveis (produtos vegetais ou compostos de origem animal) e, dessas fontes é possível produzir etanol (álcool) e biodiesel. (BRASIL, 2007)

Atualmente, devido as mudanças climáticas associadas à liberação de gases decorrente da queima de combustíveis fósseis, a preocupação com o desenvolvimento sustentável e o alto preço do petróleo, uma atenção especial é voltada ao biodiesel, que é geralmente sintetizado a partir de óleos vegetais. (RINALDI et al., 2007)

Predominantemente, os óleos vegetais são constituídos de triglicerídeos, que são ácidos graxos (ésteres formados a partir de ácidos carboxílicos) de cadeia longa mais o glicerol. O biodiesel é obtido por transesterificação (reação orgânica de transformação de um éster através da troca dos grupos alcóxido) dos triglicerídeos de óleos vegetais com

um mono-álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) produzindo uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos e glicerol. (RINALDI et al., 2007). A reação de transesterificação é apresentada abaixo conforme a Figura 5.

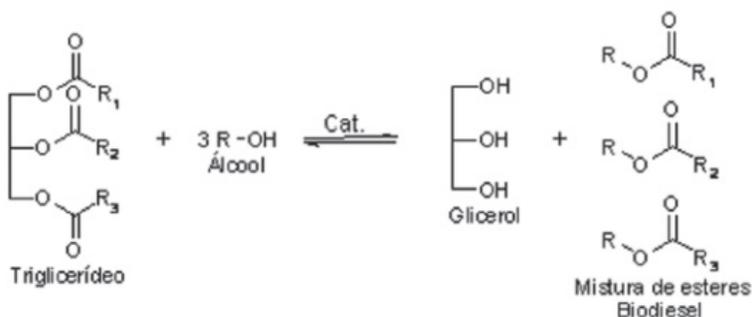


Figura 5: Reação de transesterificação para a obtenção do biodiesel

Fonte: SANTOS; PINTO, 2009.

Como resultado desta oficina, foi possível verificar como a Química relaciona-se com os conhecimentos tradicionais, apresentando as etapas de extração artesanal do azeite de dendê.

O curta-metragem apresentado (O babado de Toinha) é uma possibilidade ao ensino de Química abordando os aspectos procedimentais criados pela população negra sem apartar das questões culturais e religiosas envolvidas na sua produção.

Interrelacionando-se os saberes tradicionais e científicos, apresentou-se a proposta experimental de síntese do biodiesel utilizando como matéria-prima o azeite de dendê, possibilitando a abordagem de conteúdos relacionados à transformação da matéria, reação de transesterificação e ainda conteúdos relacionados à Química ambiental. Desta forma, conclui-se que os saberes dos povos tradicionais são interligados aos conhecimentos químicos, possibilitando apresentar sob a ótica cultural os conteúdos de Química, valorizando os saberes populares como patrimônio científico, cultural e social.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o planejamento das atividades considerou-se a contextualização dos saberes tradicionais, interação dialógica e atividades práticas experimentais. As estratégias metodológicas foram planejadas de modo que os alunos participem ativamente no processo de ensino-aprendizagem, envolvendo-os na temática, possibilitando a construção do conhecimento com base nos saberes próprios e na experiência vivida, promovendo um novo olhar para si e para o outro, especialmente acerca das relações sociais.

As atividades experimentais devem ultrapassar as paredes do laboratório e, baseado

nos fenômenos do cotidiano dos alunos, possibilitar a aproximação da Química de sua atividade social, dando sentido ao conhecimento químico. As práticas envolvendo o azeite de dendê e a produção de biodiesel, mostraram-se alternativas viáveis para o resgate da epistemologia africana no ensino de Química, desconstruindo a ideia de que os africanos trazidos ao Brasil na diáspora eram destituídos de conhecimentos técnicos e científicos. A prática planejada incentiva a motivação, observação e curiosidade dos alunos, pois, busca a compreensão dos processos químicos e conceitos associados aos conteúdos trabalhados.

A metodologia aplicada para a abordagem dos conteúdos, além da perspectiva teórico-científica abrange as dimensões sócio-históricas e culturais, promovendo um Ensino de Química voltado para o desenvolvimento pleno do aluno e para o exercício da cidadania. Incorporado em qualquer metodologia de ensino, sendo parte fundamental, está a avaliação do processo de ensino-aprendizagem.

Para a implementação da Lei 10.639/03 centrada ao Ensino de Química, é fundamental o desenvolvimento de estratégias metodológicas afrocentradas, viabilizando os conhecimentos dos povos africanos apontando-os como possuidores de saberes e de conhecimento científico. Por intermédio de apontamentos suscitados foi possível a implementação de um ensino de Química que abrange a diversidade do conhecimento e saber. Para isso, é indispensável repensar a relação entre o conhecimento químico e a diversidade étnico-racial.

O desenvolvimento da oficina pedagógica propiciou questionar discursos que reforçam a discriminação, a desconstrução dos estereótipos, planejar conteúdos, instaurar um processo de formação docente voltada a diversidade cultural, recriando metodologias alternativas que articulem o conhecimento químico sob a ótica da africanidade, respeitando diversas culturas e compreendendo a complexidade e a especificidade da educação para as relações étnico-raciais e o ensino de Química.

REFERÊNCIAS

ALVINO, Antônio César Batista. **Estudos sobre a educação para as relações étnico-raciais e a descolonização do currículo de química**. 2017. 103 f. Tese (Mestrado em Química) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

_____. **Ensino de química afrocentrado: a contribuição africana para o desenvolvimento tecnológico do país**. 2021 117 f. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

BRASIL, **Biocombustíveis 50 perguntas e respostas sobre este novo mercado**. Ministério de Minas e Energia, 2007.

CANUDO, M. H. Dendê. **Revista Globo Rural**, São Paulo, n. 153, Editora Globo, jul., 1998.

CARDOSO, Silná Maria Batinga. **Indícios de uma Perspectiva (De)colonial no Discurso de Professores (as) de Química: Desafios e Contribuições na Educação para as Relações Étnico-Raciais**. 2019. 105 f. Tese (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

CURVELO, Fabiana Martins. **Uma imersão no tabuleiro da baiana: o estudo do óleo de palma bruto (*Elaeis guinensis*)**. 2010. 105 f. Tese (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

DIAS, L. O. Ação Afirmativa: superando desigualdades raciais no Brasil. In: SILVA, M.; GOMES, U. J. (org.). **África, Afrodescendência e Educação**. Goiânia: UCG, 2006, v. 1, p. 1-142.

FONTANA, F.; GOMES, A. P. Cultura negra e legado científico africano para um ensino mais dinâmico das Ciências Naturais. **Revista Sociologia, Política e Cidadania**, v. 1, n. 1, p. 1–15, jan./jun., 2018.

FORQUIN, J. C. Curriculum: between relativism and universalism. **Educação & Sociedade**, v. 21, n. 73, p. 47-70, 2000.

GOMES, N. L. Trajetórias escolares, corpo negro e cabelo crespo: reprodução de estereótipos ou ressignificação cultural? **Revista Brasileira de Educação**, Belo Horizonte, n. 21, p. 40-51, 2002.

_____. Diversidade étnico-racial, inclusão e equidade na educação brasileira: desafios, políticas e práticas. **RBPAE**, v. 27, n. 1, p. 109 – 121, 2011.

GOMES, U. J. África, afrodescendência e prática pedagógica na escola – aplicabilidade das leis: 7 207/93; 10 639/03 – uma leitura política sobre a realidade educacional diante das legislações. In: SILVA, M.; GOMES, U. j. (org.). **África, Afrodescendência e Educação**. Goiânia: UCG, 2006, v. 1, p. 1-142.

MESQUITA, A. S. Do azeite de dendê de ogum ao palm oil commodity: uma oportunidade que a Bahia não pode perder. **Bahia Agric**, 2002, v. 5, p. 22-27.

OLIVEIRA, L. F. Educação Antirracista: tensões e desafios para o ensino de Sociologia. **Educação & Realidade**. Porto Alegre, v. 39, n. 1, p. 81-98, jan./mar., 2014.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A. V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, n. 30, v. 5, p.1374-1380, 2007.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. Biodiesel: Uma alternativa de combustível limpo. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 58-62, fev. 2009

SILVÉRIO, V.R. Ações Afirmativas e Diversidade Étnico-Racial. In: DUARTE, E. C. P.; BERTÚLIO, D. L. L.; SILVA, P. V. B. (coords.). **Cotas no Ensino Superior**. Curitiba: Juruá Editora, 2008, p. 141-154.

QUALIDADE DA ÁGUA E QUALIDADE DE VIDA: O ESTUDO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS EM ITURAMA-MG COMO CAMINHO PARA O EMPODERAMENTO DA COMUNIDADE

Data de aceite: 01/11/2022

Data de submissão: 12/10/2022

James Rogado

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Campus Iturama
Iturama - MG
<http://lattes.cnpq.br/7162526941927803>

Igor Rodrigues Lapa

Universidade Federal de Alfenas
Alfenas - MG
<https://lattes.cnpq.br/1582335170227572>

Guilherme Henrique Silva Oliveira

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Campus Iturama
Iturama - MG
<https://lattes.cnpq.br/1582335170227572>

Yasmin Sthefane Marques

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Campus Iturama
Iturama - MG
<http://lattes.cnpq.br/2063248770051911>

Yuri Falcão Callegaris

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Campus Iturama
Iturama - MG
<http://lattes.cnpq.br/2063248770051911>

Asprílio José da Silva

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Campus Iturama
Iturama - MG
<http://lattes.cnpq.br/3242612407199949>

RESUMO: Considerando a realidade regional, a investigação da qualidade da água x qualidade de vida nas microbacias dos principais córregos, em Iturama-MG, buscou a promoção de ações voltadas ao desenvolvimento da responsabilidade e ética na sociedade e no ambiente, contribuindo à formação científica e ao esclarecimento quanto ao papel transformador da Ciência para o bem estar da sociedade, estabelecendo um vínculo perceptível Universidade-Escola-Comunidade. O diagnóstico da qualidade da água foi relacionado à qualidade de vida na microbacia, evidenciando a responsabilidade e o papel social de cada um diante da necessidade de preservação da água no ambiente, promoção da Educação Ambiental e sua contribuição à formação científica e cidadã. A determinação da qualidade da água foi realizada em pontos demarcados nos mananciais utilizando-se parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme estudos dos parâmetros de qualidade de água de Tundisi (2003) e trabalhos descritos por Castellano, Matheus e Chaundhry (2014).

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água, qualidade de vida, empoderamento.

WATER QUALITY AND QUALITY OF LIFE: THE STUDY OF HYDROGRAPHIC MICROBASICS IN ITURAMA-MG AS A PATH TO COMMUNITY EMPOWERMENT

ABSTRACT: Considering the regional reality, the investigation of water quality x quality of life in the microbasins of the main streams, in Iturama-MG, sought to promote actions aimed at the development of responsibility and ethics in society and in the environment, contributing to

scientific training and clarification on the transforming role of Science for the well-being of society, establishing a perceptible link between University-School-Community. The diagnosis of water quality was related to the quality of life in the watershed, highlighting the responsibility and social role of each one in the face of the need to preserve water in the environment, promotion Environmental Education and its contribution to scientific and citizen training. The determination of water quality was carried out at demarcated points in the springs using physical-chemical and microbiological parameters according to studies of water quality parameters by Tundisi (2003) and works described by Castellano, Matheus and Chaundhry (2014).

KEYWORDS: Water quality; quality of life; empowerment.

1 | INTRODUÇÃO

A qualidade de água sempre foi uma das maiores preocupações da sociedade. Em um mundo no qual a expansão humana sobre as áreas naturais ocorre de maneira acelerada e muitas vezes até de modo descontrolado, a disponibilidade de água de qualidade torna-se extremamente importante para a manutenção da vida e das atividades em nossa sociedade.

Em Iturama, Minas Gerais, chamada de Pérola do Pontal devido a sua localização no Triângulo Mineiro, essa questão não é diferente do restante do mundo: dentre os pequenos municípios da região do Pontal do Triângulo Mineiro, este é o de maior potencial econômico, tanto por sua economia, como pela numerosidade populacional, a maior da região, gerando consumo, grande oferta de mão de obra e áreas para estabelecimento de novos empreendimentos.

O município exhibe acanhadas paisagens da Mata Atlântica e predominantes do Cerrado, marcadas pela presença da indústria canavieira e de processamento de carne bovina. Seus cerca de 40.000 habitantes são abastecidos pela água bruta do Córrego Tronqueiras, tornada potável na Estação de Tratamento de Água – ETA: os efluentes são bombeados e tratados na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE e posteriormente liberados no Córrego Santa Rosa, o qual recebe as águas degradadas de seu afluente, o Córrego Quati, ambos ainda com fauna e flora privilegiadas, apesar da crescente influência antrópica.

As microbacias da região são ameaçadas pela produção industrial canavieira e agropecuária e invasão urbana, geradoras de riscos de contaminação e degradação ambiental. No Cerrado onde a estação de chuvas é restrita, garantir o abastecimento de água potável e conviver com a indústria canavieira e agropecuária é necessário – o desafio na região é manter córregos, riachos e outros recursos d’água preservados, limpos e disponíveis, evitando sua degradação (SANTOS; MARQUES; OLIVEIRA; CALLEGARIS; CASTELLO BRANCO JR; ROGADO, 2020).

O ser humano vem retirando cada vez mais recursos naturais para suprir suas crescentes necessidades de consumo, desconsiderando o limite desses recursos e o

tempo para a regeneração de alguns deles, gerando diversas crises ambientais: é preciso uma mudança na forma de agir e pensar. Até que ponto faz-se necessário a exploração dos recursos naturais no limite de devastação? É preciso essa destruição toda para garantir a qualidade de vida das pessoas, gerando resíduos e obsolescência de produtos? Necessário refletir e fazer pensar nossa responsabilidade sobre esse panorama.

Considerando a realidade regional, o estudo da qualidade da água nas microbacias, em Iturama, busca o conhecimento e a sensibilização sobre o uso racional da água, alertando de que sem água de qualidade compromete-se não só o desenvolvimento econômico-social, mas também a qualidade de vida da população. Assim, objetivou-se o desenvolvimento de uma investigação da qualidade da água x qualidade de vida nas microbacias hidrográficas dos córregos em Iturama-MG, esclarecida quanto ao papel transformador da Ciência para o bem-estar da sociedade, tendo em vista relacionar a qualidade da água – monitorada em seus parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade – à qualidade de vida nessas microbacias hidrográficas, enfatizando questões imbricadas à sustentabilidade, responsabilidade e ética na sociedade e no ambiente, evidenciando a importância da água no ambiente e a promoção da Educação Ambiental face à formação científica e cidadã.

2 | JUSTIFICATIVA

Apesar de todos os aspectos benéficos proporcionados pela água, o homem tem modificado drasticamente a qualidade desse recurso hídrico natural (Cerqueira; Francisco, 2013). Hoje em dia a poluição da água é questão a ser tratada em um contexto global, constituindo-se na maior causadora de mortes e doenças pelo mundo. Conhecer como e porque isso vem ocorrendo, e tomar medidas para superar esse quadro, verificando a melhor maneira de preservar e tratar a água é fundamental (BOREL, 2012).

O ambiente natural e o construído são sistemas complexos, fornecedores de tópicos muito propícios para o processo de formação educacional, principalmente quando são utilizados exemplos de relevância local. A inclusão de temas e questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais no programa da Educação Básica colabora para o desenvolvimento de conceitos químicos, pedagógicos e habilidades concernentes à cidadania (ZUIN; IORIATTI; MATHEUS, 2009).

As microbacias dos córregos Tronqueira, Santa Rosa, Quati e Retirinho são muito importantes para o município de Iturama: o primeiro é o manancial que fornece toda a água bruta para o tratamento no município; o segundo atravessa boa parte do município e recebe enorme carga de resíduos gerados pela ocupação urbana; o terceiro é afluente do Santa Rosa, nascendo e entregando suas águas em zona urbana do município muito povoada; o último se constitui em curso d'água que nasce na zona urbana e distribui suas águas pela zona rural. Essas microbacias hidrográficas abrigam a quase totalidade dos 40.000 habitantes, o que gera problemas. O sistema de coleta de lixo não dispunha de

um sistema com aterro sanitário para destinação dos resíduos, somente após em 2020 esse sistema foi implantado. O tratamento de esgoto do município, por meio de lagoas de estabilização, parece não atender adequadamente a demanda, carecendo há algum tempo de recuperação: com o crescimento acelerado do município e a influência da urbanização, há possibilidade de geração de danos irreversíveis ao meio ambiente e consequentes prejuízos econômicos e sociais (LEAL; BARBOSA; FACINCANI; FREITAS; FREITAS; GONÇALVES; LEAL; MORAIS; OLIVEIRA; PAMPLONA; SILVA; SILVA; ROGADO, 2015).

O conhecimento sobre a qualidade hídrica dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica é de extrema importância, pois nos possibilita inferir sobre as condições da bacia hidrográfica como um todo. Os monitoramentos atuam como uma excelente ferramenta para diagnóstico da qualidade da água na microbacia, pois já é possível identificar as fontes pontuais de poluição (VALLE JUNIOR; ABDALA; GUIDOLINI; SIQUEIRA; CÂNDIDO, 2013; RASERA; CABRAL; CAMARGO; CALCENONI, 2010).

Segundo Zuin, Ioriatti e Matheus (2009), citados por Costa, Nascimento e Rogado (2014), atividades desse porte possibilitam a compreensão do significado dos parâmetros estudados e sua adequada utilização, relacionando os conceitos científicos em situações que demandem seu emprego, gerando consistência argumentativa em discussões relacionadas, por exemplo, à influência do regime de chuvas na região, estação do ano das amostragens, os efeitos da ocupação desordenada das margens do curso d'água e os impactos decorrentes – desmatamento, grande quantidade de esgoto doméstico, assoreamento do corpo d'água, etc – e o contexto sociocultural, as concepções de progresso e modelos de desenvolvimento econômico, bem como o seu papel na sociedade.

A Educação Ambiental possibilita o desenvolvimento da compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos, estimulando a conscientização crítica sobre a problemática ambiental e social, e incentivando a participação individual e coletiva na preservação do equilíbrio ambiental, promovendo a defesa da qualidade ambiental imbricada ao exercício da cidadania (BERGMANN; PEDROZA, 2008).

Ao contrário dos países europeus, no Brasil, ainda, a Educação Ambiental (EA) é vista como um meio de preservação ambiental, aparecendo de diversas formas nas produções acadêmicas; no âmbito escolar ainda é desenvolvida de maneira dificultosa. Ainda são raras as instituições de ensino que a tem caracterizada pela construção de valores por seus estudantes para que percebam como as ações humanas podem afetar o ambiente em que estão inseridos, muitas vezes, a contextualização se dá em plano mundial sem abordar problemas locais e regionais que poderiam mediar a ação do discente, conforme Andrade (2000, p. 6):

[...] fatores como o tamanho da escola, número de alunos e de professores, predisposição destes professores em passar por um processo de treinamento, vontade da diretoria de realmente implementar um projeto ambiental que vá

alterar a rotina na escola, etc., além de fatores resultantes da integração dos acima citados e ainda outros, podem servir como obstáculos à implementação da EA.

Importante a articulação da Educação Ambiental nos diversos níveis de ensino, permeando a realidade do estudante, tornando-o um agente positivo modificador do meio em que vive, desenvolvendo sua autonomia e senso crítico para avaliar e buscar soluções para os problemas em sua região.

3 | METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho envolveu estudantes do Ensino Médio integrados em projetos de Iniciação Científica Junior, e estudantes de graduação e professores universitários vinculados à disciplina Práticas de Educação Ambiental do curso de Química-licenciatura e à projetos de Iniciação Científica, tendo em vista explorar, estudar e conhecer as microbacias hidrográficas da região e a comunidade envolvida, entre 2019 e 2021. A capacitação dos envolvidos ocorreu por meio de seleção, leitura, discussões e fichamentos de textos relacionados às temáticas da investigação – Educação Ambiental e Microbacias Hidrográficas – concomitante à orientação para procedimentos de análise e investigação. A integração da equipe enfatizou o desenvolvimento do espírito de equipe e de comprometimento profissional, capacidade de dominar conceitos e procedimentos para a pesquisa e análise e investigação criteriosa.

Atividades prévias no Laboratório de Química do Campus Iturama/UFTM possibilitaram a capacitação em Procedimentos de Segurança, Boas Práticas em Laboratório, compreensão da dinâmica das atividades e construção dos dados, habilitando o grupo ao uso e compreensão do kit de análise de água Alfakit® Senior Água Doce e Salgada com Microbiológico para a determinação dos parâmetros de qualidade da água.

Os trabalhos de campo envolveram coleta, análise e monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, considerando os métodos de investigação e determinação. Foi percorrida toda a extensão da microbacia do Córrego Quati, a parte urbana do Córrego Retirinho e do Córrego Santa Rosa e algumas nascentes, afluentes e região de captação de água bruta para tratamento no Córrego Tronqueiras, descrevendo-as e localizando os pontos de coleta por meio de imagens e GPS. Referenciais recentes e visitas a órgãos responsáveis pelo monitoramento da qualidade da água na região possibilitaram confronto de informações sobre a qualidade da água. Diálogos com moradores foram realizados. A principal referência foram os parâmetros de qualidade de água descritos por Tundisi (2003) e Castellano, Matheus e Chaundhry (2014), gerando responsabilidade diante da necessidade de preservação da água no ambiente por meio da promoção da Educação Ambiental e sua contribuição à formação científica e cidadã, bem como a sensibilização das pessoas face à limitação dos recursos hídricos.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A barragem e reservatório da Usina Hidrelétrica da Água Vermelha, no Rio Grande, localizam-se na divisa do Estado de Minas Gerais (Iturama) e o Estado de São Paulo (Ouroeste). A construção dessa Usina, iniciada em 1974 e concluída em 1979, trouxe famílias de outras localidades à região, construindo várias casas, transformando o espaço em um núcleo residencial para alojar os trabalhadores que estavam na construção da usina, contribuindo e acelerando muito o processo de crescimento e desenvolvimento de Iturama/MG. A dinâmica do processo de reocupação e redefinição do espaço agrícola do município pelas Políticas de Desenvolvimento do Cerrado, nos anos 1970, transformou o espaço: outrora oásis da pecuária de corte e leite, grande parte dessa área foi substituída pela lavoura canavieira. A instalação de usinas na região transformou a dinâmica regional e local, tornando-se setor hegemônico e controlador da entrada de capital, infraestrutura rodoviária, logística de transporte, arrendamento de terras e geração de empregos: o arrendamento de terras foi sedutor aos proprietários da terra que não conseguiam mais sobreviver no campo e procuravam a comodidade da cidade e a renda sem ter que trabalhar (Inácio, 2014). Aos que não detém posse, a empregabilidade é restrita ao setor canavieiro, pecuário e pequenos comércios e serviços, gerando escassez de empregos e labor na informalidade. O emprego público comissionado é o caminho que resta, privilegiando relações patrimonialistas, processos de desumanização e violência simbólica, traços culturais e características de um moderno coronelismo.

A produção industrial canavieira e agropecuária e a invasão urbana revelam-se geradoras de riscos de contaminação e degradação ambiental das microbacias da região. Dentre os corpos d'água, os córregos são os mais difíceis de preservar por conta da negligência, segundo Taniwaki (2017):

Apesar de ser o ambiente aquático mais extenso, são muitas vezes os mais deteriorados. Essa deterioração ocorre porque são muitas vezes vistos como desnecessários por algumas pessoas devido ao seu tamanho.

A preservação dos córregos relaciona-se diretamente com a conservação das matas ciliares, vegetação presente ao longo do curso d'água e que o protege contra o assoreamento, funcionando como um filtro que impede que a água seja contaminada por poluentes lixiviados do solo, protegendo nascentes, fauna, flora e biodiversidade. Apesar de resguardadas legalmente como Áreas de Preservação Permanente (APP), a ação antrópica as vem destruindo, principalmente pela população dos arredores, agricultores e pecuaristas que, raras exceções, desmatam e ocupam a APP.

Localização dos principais córregos urbanos e rurais ameaçados, em Iturama-MG: Quati, Retirinho, Santa Rosa, Tronqueiras, Figura 1.



Figura 1 - Principais córregos em Iturama-MG.

Fonte: GoogleMaps (2020).

O mau cheiro prolifera no Córrego Santa Rosa desde o início da zona urbana, intensificando-se paulatinamente, conforme aumenta a ação antrópica, até a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, no bairro São Miguel. Nessa região, apesar da utilização de produtos químicos nas lagoas de estabilização da ETE para diminuir a liberação de gases odorosos, o mau cheiro ainda é intenso e o fedor é percebido a quilômetros, tornando desconfortável a moradia nos bairros próximos. Antes da liberação do esgoto tratado no Córrego Santa Rosa, ainda na saída dos efluentes, outro reagente é utilizado para diminuir a carga microbiológica. Em sua investigação, Tomaz e Silva (2017) descrevem que os padrões determinados pela norma ambiental, mesmo antes da “saída do efluente da ETE”, não estavam sendo respeitados, os quais “indicam poluição”: apontaram o despejo irregular de esgoto “diretamente no Córrego Santa Rosa, antes de chegar à ETE” – as águas estariam poluídas antes do ponto de lançamento do efluente tratado (ETE). Os parâmetros de qualidade da água alcançados por meio do Alkakit® neste trabalho, 2019-2021, colaboram os resultados obtidos por Tomaz e Silva, em 2017.

Muito preocupante a situação do manancial que tem grande parte de sua extensão na zona urbana: boa parte da população vive próxima ao Santa Rosa e não tem conhecimento profundo da realidade do córrego, identificando apenas o fedor exacerbado originado de suas águas e da ETE. A qualidade da água do Córrego Santa Rosa vem piorando nos últimos anos em decorrência de uma expansão urbana mal planejada que não prioriza a preservação do meio natural, concomitante ao acréscimo da produção e lançamento de esgoto sanitário submetido ao tratamento. O aumento da ação antrópica é diretamente proporcional ao crescimento do fedor e a carga microbiológica tornando a água imprópria para uso. Ausência de preservação das margens, erosão e assoreamento,

despejo de resíduos de diversas naturezas, resultam em uma paisagem na qual fauna e flora remanescentes competem com lixo, detritos e esgoto irregular. A necessidade de esclarecer e empoderar a comunidade pela via do conhecimento científico e da Educação Ambiental é clara.

Em relação ao Córrego Quati, sua nascente principal está/estava ilhada no interior de um condomínio residencial. Até 2020, a nascente supria uma represa que originava o Córrego Quati, afluente do Córrego Santa Rosa, alimentando com suas águas o leito original do Quati, dezenas de metros abaixo. Atualmente a nascente não é suficiente para suprir a represa e despejar suas águas, Figura 2. Assim, a parte inicial do leito, à montante, é tomada pelo mato, lixo e restos de animais. Nas margens a paisagem é de devastação da mata ciliar, restando um quadro de vazão de esgoto clandestino, erosão e assoreamento intensos. A maior parte da perturbação antrópica no córrego, da nascente à foz, resulta de ação dos próprios moradores, pouca ação do poder público e apropriação de áreas de preservação permanente (APP) por outros, transformando-as em moradia, estúbulos, hortas, pocilgas, dentre outros. Ainda assim, o córrego exibe remanescentes de flora e fauna ameaçados pelo avanço urbano desmedido, contaminando e degradando o meio natural em uma crescente “urbanização”.



Figura 2 – À esquerda, a represa em 2021; à direita, em 2019.

Fonte: Autores.

No Córrego Retirinho a ação antrópica é grande, comprometendo a qualidade da água já em sua nascente urbana. Os moradores da região causam a maior parte dos danos despejando lixo, detritos e esgoto diretamente na nascente, além de invadir e degradar a nascente e suas margens, destruindo a mata ciliar para ocupação com moradias, plantações de subsistência e/ou fins comerciais, depósito de entulho e lixo, queimada de lixo e detritos orgânicos, descarte de animais mortos, dentre outros. A poucos metros, logo abaixo da nascente, uma estação elevatória de esgoto vinha apresentando, por vezes, vazamento diretamente no córrego, poluindo-o e causando fedor nos arredores. A erosão

das margens e assoreamento do leito é bastante perceptível, bem como o fedor de suas águas, percebido desde a nascente. O odor diminui à medida que o Retirinho avança à área rural.

Por sua vez, a microbacia hidrográfica do Córrego Tronqueiras encontra-se aproximadamente a 2 km a oeste de Iturama pela BR-497. Esse córrego é o curso d'água principal da microbacia, tendo como afluentes os córregos da Estiva, na margem direita, e Baixada Formosa e Baixada da Égua, na margem esquerda. Em suas faixas marginais, especialmente nos córregos Baixada Formosa e Baixada da Égua, ainda resistem várzeas e veredas com agrupamentos de buritis.

Ao redor da maior parte das nascentes há presença de gado, atividades agrícolas muito próximas, destacando a cultura canvieira, além do lixo próximo, largado às margens das estradas e caminhos que cortam as nascentes e afluentes. A erosão próxima às nascentes e afluentes é percebida, bem como a diminuição do volume de água das nascentes. A fauna e flora nativas vêm resistindo, apesar de contínua destruição ocasionada pelas ações antrópicas. A microbacia do Tronqueiras encontra-se em melhor estado de preservação frente ao Quati, Retirinho e Santa Rosa, contudo ações urgentes para a preservação e recuperação dessa e das outras microbacias são necessárias. O manancial tem apresentado melhora na qualidade da água, todavia, por se tratar da principal fonte de água potável do município, requer cuidados maiores e constantes. A maior ameaça ao Tronqueiras refere-se à não preservação de suas nascentes que tem perdido vazão e correm risco de secar se não houver cautela.

Não basta ouvir o relato geral da população e se sensibilizar quanto ao desconforto causado pelas más condições de preservação dos mananciais, gerando mau cheiro, doenças, acidentes com animais nocivos, dentre outros, percebendo-se tão somente como “vítimas da ação de ‘outros’ e não como corresponsáveis” (Santos; Marques; Oliveira; Callegaris; Castello Branco Jr; Rogado, 2020), olhar constatado no desenvolvimento deste trabalho.

No tocante ao conhecimento químico-biológico, relacionado às necessidades básicas dos seres humanos, há necessidade de buscar maior compreensão: o conhecimento restrito, superficial ou desvirtuado torna muito difícil que um indivíduo consiga posicionar-se em relação ao seu meio, comprometendo o exercício de sua cidadania. O conhecimento científico permite ao cidadão condições para exigir os benefícios da aplicação desse conhecimento para toda a sociedade, contribuindo ao desenvolvimento social e econômico da comunidade.

Nesse sentido, imbricada à Química, às Ciências Biológicas e aos Direitos Humanos, a Educação Ambiental dissemina mais que conhecimento sobre o meio ambiente que possibilita sua preservação e utilização sustentável dos recursos: é uma educação política, muito mais que uma metodologia de análise que surge a partir do crescente interesse do homem em assuntos como o ambiente (DUARTE, MENDONÇA, PEREIRA RAMOS,

MENDONÇA, 2012).

Conforme Effting (2007) a Educação Ambiental (EA) se insere no planejamento ao desenvolvimento sustentável, promovendo “a articulação das ações educativas voltadas às atividades de proteção, recuperação e melhoria sócia ambiental, e de potencializar a função da educação para as mudanças culturais e sociais”. No âmbito educacional, a EA possibilita a formação de cidadãos críticos e pensantes que, permanentemente, continuem agindo positivamente sobre o ambiente em que vivem e atuam.

Na escola, eventos significativos ocorrem com palestras ou “aulas diferentes” envolvendo aspectos da natureza imbricados às práticas sustentáveis, relacionando com a ação, pois assim o educando é estimulado a avaliar e relacionar todos os aspectos aprendidos em sala de aula. Nessa perspectiva que pesquisadores da área vêm propondo projetos para um impacto maior na vida dos estudantes, sensibilizando-os para que venham a agir positivamente em seu meio, integrando-o a sua realidade, evidenciando, criticamente, o papel e ações do ser humano em sua relação com a natureza.

Ações integradas envolvendo projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade, Escola Pública e Comunidade são mister à promoção da formação científica, cultural, humanística e profissional, incitando a divulgação de conhecimento e integração da comunidade com as questões da qualidade da água, condições dos mananciais e qualidade de vida da população, tendo em vista sua participação ativa e empoderamento.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há necessidade de ampliação de horizontes para o desenvolvimento sustentável do município e região, garantindo a preservação de seus mananciais. Os córregos estudados apresentam elevada perturbação antrópica, diminuindo a qualidade da água e da vida em suas microbacias. A própria população vem causando a maior parte dos danos, todavia o Poder Público precisa atuar mais firmemente para a preservação desses mananciais.

A Educação Ambiental, importante disseminador de conhecimento científico-ambiental-social com vistas à sensibilização da comunidade sobre o uso racional da água e preservação dos recursos naturais, é fundamental ao alertar que sem água de qualidade compromete-se o desenvolvimento econômico-social e a qualidade de vida. Refletindo Boff (1999), na ausência de sensibilização, conscientização e empoderamento da comunidade ituramense, continuando a promover o trabalho entendido como dominação e exploração da natureza e da força do trabalhador, continuaremos a ser uma espécie que oprime, massacra, degenera e destrói os recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. F. Implementação da Educação Ambiental em Escolas: uma reflexão. **Revista do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 4, outubro/2000, p. 1-9.

BERGMANN, M.; PEDROZA, C. S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: Contribuições à educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-553, 2008.

BOFF, L. **Saber cuidar: Ética do humano, compaixão pela Terra**. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

BOREL, C. R. F. **Poluição das Águas**. Monografia de Especialização. Rio de Janeiro-RJ: Universidade Cândido Mendes, 2012.

CASTELLANO, E. G.; MATHEUS, C. E.; CHAUDHRY, F. H. (Orgs). **Educação Ambiental: formação continuada de multiplicadores, bacia hidrográfica e a qualidade da água como tema geradores - o resgate histórico**. São Carlos-SP: Rima, 2014.

CERQUEIRA E FRANCISCO, W. **Poluição da Água**. 2013. Disponível em <www.escolakids.com/poluicao-da-agua.htm> Acesso: 01/03/2020.

COSTA, R. F. S. B; NASCIMENTO, I. A. R.; ROGADO, J. Um Estudo Sobre Qualidade da Água e Qualidade de Vida Junto a Ribeirões e Lagoas de Piracicaba. **Anais da 12ª. Mostra Acadêmica da UNIMEP (1º Congresso de Iniciação Científica Júnior)**. Piracicaba-SP: UNIMEP, 2014.

DUARTE, M. S. B; MENDONÇA, A. M. G. D.; PEREIRA, D. L.; RAMOS, A. M. C.; MENDONÇA, J. J. Estudo da Qualidade da Água como Referência para Educação Ambiental do Ensino de Química. **Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia**. João Pessoa-PB: UEPB, 2012.

EFFTING, T. R. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas: realidade e desafios**. Monografia de Especialização em Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Marechal Cândido Rondon, 2007.

GOOGLE EARTH. **Iturama**. 2020. Principais Córregos do Município. Disponível em: <www.google.com.br/maps/@-19.7246299,-50.1971046,6235m/data=!3m1!1e3> Acesso: 14/04/2020.

INÁCIO, J. B. **Contradições e Tensões no Processo de Expansão do Setor Sucreenergético em Iturama-MG**. Dissertação de Mestrado. PPGG/UFU. Uberlândia: 2014.

LEAL, V. G.; BARBOSA, H. C. L.; FACINCANI, M. C. S.; FREITAS, W. P.; FREITAS, W. F.; GONÇALVES, L. K. S.; LEAL, L. C. A.; MORAIS, N. A.; OLIVEIRA, P. B.; PAMPLONA, A. A. A.; SILVA, J. G.; SILVA, R. P.; ROGADO, J. Lançamento de Esgoto Doméstico e sua Influência na Qualidade de Vida da População de Iturama-MG: um estudo exploratório. **Resumos da I JIEPE**. Uberaba-MG: UFTM, 2015.

SANTOS, J. F.; MARQUES, Y. S.; OLIVEIRA, G. H. S.; CALLEGARIS, Y. F.; CASTELLO BRANCO JR., A.; ROGADO, J. Qualidade da Água x Qualidade de Vida: o Caso das Microbacias de Córregos e Ribeirões em Iturama-MG. 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Recife-PE: UFRPE/UFPE. 13 a 16 de julho de 2020. Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ. 2020.

SANTOS, J. G.; NASCIMENTO, N. M. S.; SILVA, S. S. F.; RAMALHO, A. M. C. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade: um estudo com alunos do Ensino Fundamental. **Educação Ambiental em Ação**, n. 38. Disponível em: <www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1125&class=02> Acesso: 05/07/2014.

TANIWAKI, R. **A importância dos pequenos córregos**. Disponível em: <<https://br.blastingnews.com/ambiente/2017/06/a-importancia-dos-pequenos-corregos001789305.html>> Acesso: 04/12/2019.

TOMAZ, R. O.; SILVA, R. S. **Estudo do Processo de Tratamento de Esgoto de Iturama, MG**: análise de melhor sistema de esgotamento. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade Aldete Maria Alves de Iturama, Minas Gerais. p. 31-32.

TUNDISI, J. G. A bacia hidrográfica como laboratório experimental para o ensino de ciências, geografia e educação ambiental. In: SCHIEL, D. et al. (Orgs.). **O estudo de bacias hidrográficas**: uma estratégia para educação ambiental. 2. Ed. São Carlos: Rima, 2003. p. 3-8.

VALLE JUNIOR, R. F.; ABDALA, V. L.; GUIDOLINI, J. F.; SIQUEIRA, H. E.; CÂNDIDO, H. G. Diagnóstico Temporal e Espacial da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Uberaba-MG. **Caminhos de Geografia**, 14(45), p. 01–11, 2013.

ZUIN, V. G.; IORIATTI M. C. S.; MATHEUS C. E. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: uma proposta para a Educação Química e Ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola**, 31(1), p. 3-8, 2009.

CAPÍTULO 6

ALMACENAMIENTO DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS POR INCOMPATIBILIDADES, CON INFORMACIÓN DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEL SISTEMA GLOBAL ARMONIZADO

Data de aceite: 01/11/2022

Mirna Rosa Estrada Yáñez

Instituto de Investigaciones en Materiales.
Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN: El almacenamiento de sustancias químicas es una actividad que a todos nos atañe. Hacerlo incorrectamente ha conducido a accidentes y siniestros en el pasado. Un aspecto de vital importancia para la prevención de éstos es tomar en cuenta las incompatibilidades químicas. Se han generado diversos listados de sustancias químicas que orientan a los profesionales de la química para un correcto almacenamiento, pero son confusos para personas de otras profesiones u otras especialidades. En este trabajo se utiliza la información de comunicación de peligros proveniente de las normas oficiales mexicanas (secretaría de trabajo y previsión social (STPS) y secretaría de comunicaciones y transporte (SCT)) para separar en 9 grupos las sustancias químicas y de manera sencilla sea seguro su resguardo en el primer nivel de almacenamiento.

INTRODUCCIÓN

Cuando uno revisa las Hojas de Datos de Seguridad (HDS o Fichas de Datos de Seguridad) (de 16 secciones de acuerdo al Sistema Global Armonizado (SGA)¹) para saber cómo almacenar correctamente los reactivos, la información se encuentra en dos secciones. En

la sección 7 *Manipulación y Almacenamiento* se brinda la información básica general tal como que se resguarde en un lugar fresco y seco, lejos de fuentes de ignición si son inflamables, que la sustancia se guarde bajo atmósfera inerte si se descompone con los componentes ambientales, se mantenga bien cerrada, en posición vertical, etc. En la sección 10 *Estabilidad y Reactividad* se encuentra normalmente un listado de sustancias incompatibles para **cada** sustancia buscada. Si en el almacén se tienen cincuenta sustancias al final se tiene un rompecabezas para armar. Cuando uno busca en la WEB se encuentran listados propuestos para el correcto almacenamiento que deben estudiarse antes de poder ser utilizados. En las universidades y centros de investigación es común tener muchas sustancias y disolventes en cada laboratorio. Organizarlos y almacenarlos de manera segura constituye un verdadero reto sobre todo si no se es profesional de la química. ¿Cómo tener un instructivo sencillo que cualquiera pueda seguir? Primero debemos tener en cuenta que el almacenamiento lo podemos dividir en dos niveles. El primero separará los peligros más importantes en general. El segundo nivel requiere conocer los peligros específicos: tanto lo que viene en las HDS de cada sustancia que se encuentran en un almacén determinado (el proveniente de la sección 10) como lo que en la información química se sabe sobre la misma.

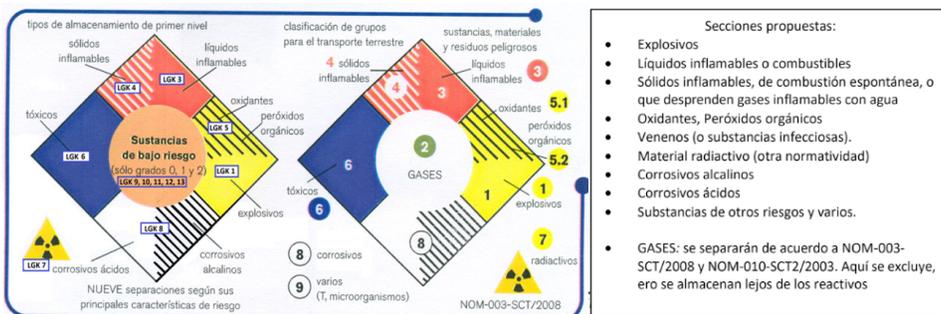


Figura 1 izq.) Nueve Grupos;

Figura 1 der.) Grupos transporte.

En el sistema que presentamos en este trabajo se tienen nueve divisiones (se considera que los de riesgo bajo (sin incompatibilidades) forman un grupo) para el **primer nivel** de almacenamiento. Se ilustra en *Figura 1der.*

Los reactivos químicos peligrosos además de presentar riesgos por sí mismos, son capaces de provocar situaciones peligrosas al reaccionar. Cuando hacemos una síntesis en el laboratorio, si se sabe que se genera una reacción exotérmica, se enfría el matraz de reacción y se gotea lentamente el reactivo. Si conocemos que se producen gases tóxicos o inflamables, colocamos trampas adecuadas o lo conducimos con una manguera hacia la campana de extracción, etc. Pero cuando los almacenamos y éstos se llegan a juntar accidentalmente no tenemos ningún control sobre las consecuencias de la reacción: producción de explosiones, desprendimiento de calor (reacciones exotérmicas), fuego, gases tóxicos, gases corrosivos, gases inflamables, o una combinación de lo anterior. Cuando dos reactivos al entrar en contacto presentan las condiciones de reacción mencionadas decimos que son incompatibles para su almacenamiento.

Tomamos como base para ilustrar el sistema de almacenamiento el rombo que nos proporcionó la norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2000² sobre *Comunicación de peligros de las sustancias químicas*. Este consiste en un rombo dividido a su vez en cuatro rombos de colores azul, rojo, amarillo y blanco, y tiene asociados los riesgos a la salud en azul (tóxicos agudos o crónicos o alérgicos, etc.), riesgo a arder en rojo (inflamables o combustibles), riesgo de reactividad en amarillo (entalpías exotérmicas altas), y riesgos especiales en blanco (le asignaremos corrosividad). De acuerdo a la norma los números 3 y 4 están asociados a un riesgo “alto” y los números 0, 1, y 2 a un riesgo “bajo”. Aunque cualitativo, esto comienza a darnos la pauta para distinguir a aquellos reactivos con los que debemos tener más cuidado cuando los guardamos: los de riesgo alto, con números 3 o 4 en cualquiera de los rombos interiores. En la norma que la está sustituyendo, alineada con el SGA, en lugar de los números 3 o 4 veremos el (los) pictograma(s) de los peligros de la sustancia a considerar junto con la descripción de las frases de peligro que expresan su magnitud y tipo de efecto). Se ilustra en la *Figura 2*. Hasta aquí tendríamos 4 grupos de

almacenamiento: venenos, inflamables, altamente reactivos (altas entalpías de reacción), y corrosivos. Por otra parte, como puede observarse en el párrafo anterior, una de las posibles consecuencias de la incompatibilidad es la generación de fuego. Para generar fuego se requieren tres componentes: un comburente, un combustible y una fuente de ignición.

Inflamable o combustible	Comburentes/Oxidantes	Fuentes de ignición
		
Madera, papel	Percloratos metálicos	Flamas, Chispas,
plásticos	Peróxidos metálicos	Calor, superficies calientes
polvos	Nitrato y nitrito de amonio	Equipo eléctrico, calentadores
Metales pirofóricos	Peróxido de hidrógeno	Substancias pirofóricas
Acetona, alcohol, hexano, éter	Ácido nítrico, ácido perclórico, bromo	Cigarros, focos incandescentes láseres, reacciones exotérmicas
Acetileno, hidrógeno	oxígeno	descarga eléctrica
Óxido de etileno, gas LP	Óxido nitroso, ozono	electricidad estática

Tabla 1. Componentes para generar fuego con ejemplos de reactivos químicos.

En la Tabla 1, al observar los comburentes, podemos reconocer que son sustancias cuyas reacciones generalmente son exotérmicas, por lo que contribuyen con dos factores necesarios para el fuego, el oxígeno y la fuente de ignición, sólo falta añadir el combustible para poder generar fuego. Esta es la base para mantener los comburentes separados de cualquier material combustible o inflamable. El pictograma para comburente es un círculo con fuego en la parte superior (o el oxígeno con su corona de fuego). Si observamos este símbolo sabemos que debe evitarse a toda costa almacenarlo junto a combustibles e inflamables (imagen de flama). Por supuesto que las sustancias pirofóricas (que arden en contacto con el aire), también deben mantenerse lejos de otros inflamables (líquidos) ya que constituyen una fuente de ignición. Los reductores fuertes como los metales alcalinos y los hidruros metálicos, son sustancias sólidas clasificadas como inflamables sólidos porque al reaccionar con agua generan hidrógeno, el cual es un gas inflamable. Dividiendo el rombo de inflamables en dos triángulos, tenemos un espacio para líquidos inflamables y otro para sólidos inflamables.

El rombo amarillo lo podemos asociar con los comburentes tanto oxidantes, como peróxidos orgánicos. Dividiendo el rombo amarillo en dos triángulos, indicamos un lugar para explosivos (amarillo liso) y otro para comburentes (amarillo rallado). Queda entonces claro que en este sistema los comburentes (oxígeno con su corona de fuego) se mantendrán separados de los explosivos (bomba explotando) y también separados de los inflamables sólidos y de inflamables líquidos (llama). El rombo blanco podemos asociarlo a materiales corrosivos, dividiendo este rombo en dos triángulos tenemos uno para álcalis (blanco

rallado) y otro para ácidos (blanco liso). El rombo azul está asociado a sustancias que afectan la salud. Para almacenamiento y transporte es relevante la toxicidad aguda. Los tóxicos (cráneo con dos tibias cruzadas) conviene tenerlos separados de los inflamables porque en caso de incendio pasarían a la fase gaseosa donde podrían provocar mayores daños a la población. Es difícil separar completamente éstos porque normalmente el daño a la salud es un peligro adicional a los otros ya mencionados (inflamabilidad, corrosivos o comburentes). Los disolventes halogenados al quemarse producen daño ambiental, destruyen la capa de ozono, son tóxicos y se almacenan separados de los inflamables. Entonces disolventes halogenados y tóxicos inorgánicos sólidos forman otro grupo.

El material radioactivo tiene su propia legislación y criterios de almacenamiento, por eso está excluido del rombo propuesto como nemotecnia pero constituye un grupo. El último grupo, es el de riesgo bajo. En la norma que entró en vigor en octubre del 2018, no portarán pictogramas, en la norma saliente (del 2000) presentaban sólo los números 0, 1, 2 en todos los rombos.

La norma 003 de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (NOM-003-SCT/2008³ *Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos*) están en función de la clasificación que se establece en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos en México⁴, en el cual se divide en nueve clases a las **sustancias, materiales y residuos peligrosos**: 1 corresponde a explosivos, 2 a gases, 3 a líquidos inflamables, 4 a sólidos inflamables, 5 a oxidantes y peróxidos orgánicos, 6 a tóxicos agudos, 7 a materiales radiactivos, 8 a líquidos corrosivos y 9 varios (algunas sustancias químicas no descritas en las clases anteriores, temperaturas altas o bajas y microorganismos). Esta clasificación coincide con 7 de los grupos propuestos. La gran ventaja de esto es que en la sección 14, relativa al transporte de las HDS de todas las sustancias químicas se brinda la clase en la que está clasificada la sustancia para ser transportada. Si no tiene asociada una clase, la sustancia se considera de bajo riesgo. En la *Figura 1 izq)* el segundo rombo muestra la equivalencia de esta separación de primer nivel, con esto quedan excluidas la mayoría de las incompatibilidades que vienen mencionadas en las HDS de los reactivos químicos peligrosos.

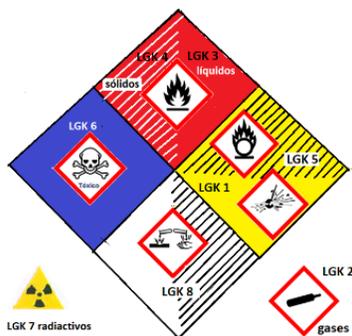


Figura 2. Rombo con pictogramas del SGA incluidos.

Asimismo, en la NOM-018-STPS-2015⁵, la presentación de los grupos coincide en gran medida con esta separación (tiene más divisiones). En la **Tabla 2** se muestran 23 clases de sustancias peligrosas del Sistema Global Armonizado (SGA). Hemos añadido los colores del rombo de la *Figura 1izq* a la Tabla 2.

Los números que corresponden a esta norma (primera columna de la tabla) indican el tipo de material y están incluidos en la *Figura 1 izq*) e indicados como LGK (por sus siglas en alemán Lagerklassen der Gefahrstoffe).

Clases de almacenamiento (LGK)	Designación
1	Sustancias explosivas (2ª Acta alemana sobre explosivos: grupos de almacenamiento 1.1 - 1.4)
2 A	Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión
2 B	Gases envasados a presión (aerosoles)
3 A	Líquidos inflamables (punto de inflamación por debajo de los 55 °C)
3 B	Líquidos combustibles (Ordenanza sobre líquidos inflamables, clase de peligro A III)
4.1 A	Sólidos inflamables (2ª Acta alemana sobre explosivos: grupos de almacenamiento I-III)
4.1 B	Sólidos inflamables (Método A 10 de la CE)
4.2	Sustancias inflamables de combustión espontánea
4.3	Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables
5.1 A	Agentes oxidantes (TRGS 515 grupo 1)
5.1 B	Agentes oxidantes (TRGS 515 grupos 2+3)
5.1 C	Agentes oxidantes (TRGS 511 grupos A-C)
5.2	Peróxidos orgánicos
6.1 A	Compuestos tóxicos inflamables
6.1 B	Compuestos tóxicos no inflamables
6.2	Sustancias infecciosas
7	Material radiactivo
8 A	Compuestos corrosivos inflamables
8 B	Compuestos corrosivos no inflamables
10	Líquidos inflamables si no pertenecen a las clases de almacenamiento LGK 3A o 3B
11	Sólidos inflamables
12	Líquidos no inflamables en envases no inflamables
13	Sólidos no inflamables en envases no inflamables

Tabla 2. Se ilustran los grupos de almacenamiento del sistema alemán (LGK)^{6,7}.

El segundo nivel de almacenamiento consiste en separar los incompatibles dentro de la misma clase y no es parte de este trabajo. Para las sustancias de un almacén dado, se requiere tomar en cuenta la *Sección 10 Estabilidad y Reactividad* de las HDS de todos los reactivos presentes en el almacén. Las clases con LGK del 10 a 13 son sustancias que hemos denominado de riesgo bajo y se pudieran usar para separar las sustancias

peligrosas en un almacén.

REFERENCIAS

1. Naciones Unidas. *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)*. (Naciones Unidas, 2021).
2. Secretaría de Trabajo y Previsión Social. NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo
3. NOM-003-SCT/2008 Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. (2008)
4. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. artículos del 7 al 16, del Capítulo I, del Título Primero. México. DOF 28-11-2006
5. Secretaría de Trabajo y Previsión Social. NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. (2015).
6. Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 510. Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern. GMBI 2021 S. 178-216 [Nr. 9-10] (v. 16.2.2021)

DISEÑO DE UNA FUENTE PULSADA ELEVADORA DE VOLTAJE, APLICADA AL TRATAMIENTO DE POLÍMEROS EMPLEADOS EN LA REMOCIÓN DE COLORANTES EN SOLUCIONES ACUOSAS

Data de aceite: 01/11/2022

Balderas Gutiérrez Juan Nabor

PhD in Environmental Sciences
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
México

Ibañez Olvera Mario

PhD in Electronics
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
México

Jaramillo Sierra Bethsabet

PhD in Electronics
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
México

Villanueva Castañeda Miguel

PhD in Environmental Sciences
Tecnológico de Toluca
México

RESUMEN: El presente trabajo describe el diseño de una fuente pulsada de alto voltaje en configuración flyback, capaz de operar en un rango de frecuencia de 500 Hz – 50 kHz, y voltaje superior a 1.5 kilo voltios. La fuente se diseñó a partir del circuito de control SG3524 capaz de operar a alta frecuencia y generar el pulso de control deseado, el cual se acopla al circuito reforzador de corriente TC4422 para evitar deflexiones de voltaje y corrientes inversas. Cabe mencionar que, el incremento del voltaje

se lleva a cabo mediante un transformador elevador con relación 1:20, implementado en un núcleo de ferrita para evitar corrientes parasitas y la saturación del núcleo al trabajar a altas frecuencias. La fuente fue empleada en la generación de plasma de descarga luminiscente a presión atmosférica. El sistema se utilizó en el tratamiento de material polimérico (esferas y películas) de quitosano, material empleado en la remoción de colorantes azoicos de soluciones acuosas, con altas expectativas. Pudo observarse que el material tratado bajo plasma incrementa su capacidad de adsorción en comparación al material sin modificar a pH cercanos al neutro entre 4-6. Así mismo, la fuente fue aplicada directamente a la degradación de algunos colorantes azoicos los cuales son altamente perjudiciales al organismo de los seres vivos, mostrando una gran capacidad de degradación.

PALABRAS CLAVE: Fuente pulsada, plasma luminiscente, tratamiento de polímeros, degradación de colorantes.

1 | INTRODUCCIÓN

Los convertidores estáticos de semiconductores permiten transformar una señal eléctrica de corriente directa a una señal eléctrica de corriente alterna o pulsada con magnitud y frecuencia controlable mediante la conmutación adecuada de los transistores que lo conforman. Por otra parte, los convertidores eléctricos son ampliamente empleados en aplicaciones tales como: equipos de tratamiento térmico por autoinducción, excitadores de

lámparas de gas para iluminación, sistemas para ablación, tratamientos superficiales, degradación de colorantes contaminantes, entre otros, sin embargo este tipo de sistemas presentan pérdidas por conmutación, debido a que los pulsos de conmutación durante la transición ON-OFF de los transistores no son controlados de manera apropiada, lo que provoca que los pulsos se traslapen existiendo pérdidas por conmutación en el sistema.

Las fuentes tradicionalmente más utilizadas para descargas eléctricas pulsadas de alta energía se encuentran generalmente constituidas por transformadores elevadores de gran tamaño y peso, circuitos de control, rectificadores y bancos de capacitores. Debido a esto, las fuentes resultan ser voluminosas, no portátiles y se requiere de gran cuidado y precauciones para su manejo [1, 2]. Dichos sistemas, por lo general no incluyen circuitos de retroalimentación ni amplificador de error, lo cual no permite que el sistema sea capaz de autoajustarse para corregir el voltaje de salida al nivel deseado. Cuando se presentan picos transitorios en la red de alimentación el voltaje de carga en los capacitores se eleva haciendo que se produzcan descargas espontáneas no deseables lo que se debe al sobre almacenamiento de energía en estos [2, 3].

Las fuentes conmutadas son capaces de producir voltajes de salida inferiores o superiores al voltaje suministrado, haciéndolos versátiles y mejor adaptables a voltajes de entrada variable. La eficiencia de este tipo de sistemas se debe principalmente al control adecuado del ciclo de trabajo (ancho de pulso) del pulso de disparo, con el cual puede regularse la energía requerida demandada por la carga. A partir de dicha característica las fuentes conmutadas alcanzan eficiencias de más del 90 % y el calor disipado se debe a las características no ideales de los componentes pasivos. Algunas desventajas de este tipo de fuente son su complejidad y la generación de ruido eléctrico al trabajar a alta frecuencia el cual debe ser minimizado para evitar interferencia a equipos próximos a estos, por lo que se implementan circuitos pasivos supresores de picos [2, 3, 4]. La técnica por modulación de ancho de pulso garantiza el buen funcionamiento de este tipo de convertidores, con lo cual puede garantizarse una mayor eficiencia y mejor transferencia de potencia entregada hacia la carga a través de la variación del ancho de pulso. Por otra parte, las fuentes conmutadas empleadas en convertidores de voltaje consiguen elevado rendimiento al trabajar a altas frecuencias, mediante el estudio apropiado del transformador elevador y su comportamiento al ser implementado en núcleo de ferrita para evitar la saturación de este al trabajar a alta frecuencia.

Las fuentes pulsadas de alto voltaje generadoras plasma a presión atmosférica tipo jet (APPJ), así como las fuentes de descarga de barrera dieléctrica (DBD), son empleadas en distintas aplicaciones, tales como: investigación sobre el mecanismo de degradación de piridina en agua potable por DBD [5], el análisis estructural y funcional de la lisozima después del tratamiento con DBD y APPJ [6], en la degradación colorantes azoicos utilizando DBD [7, 8, 9], el mejoramiento de las propiedades del coque por DBD empleado en el tratamiento de aguas residuales [10], Aplicación DBD para el almacenamiento de

alimentos [11], en estudio espectral de gases nobles ionizados [12], en desinfección del aire [13], en la inactivación de microorganismos en alimentos [14], entre otras aplicaciones.

Recientemente, el campo de la física de plasmas se ha expandido significativamente a un sinnúmero de aplicaciones. La polimerización por plasma, es un procedimiento útil para producir películas poliméricas, nanopartículas, que se forman por reacciones en fase gaseosa dentro del reactor [15-22]. La modificación de superficies con plasma es una técnica de tratamiento efectiva y económica para muchos biomateriales, así como la aplicación al área de la medicina. La ventaja de la modificación por plasma es que las propiedades de la superficie y la biocompatibilidad pueden aumentar selectivamente mientras que los materiales permanecen sin cambios [24-26]. Por otra parte, los sistemas generadores de plasma de descarga luminiscente han sido aplicados a otras áreas tales como la medicina en el tratamiento de material quirúrgico, el tratamiento de lesiones y diferentes enfermedades de la piel, como cicatrización de heridas, ingeniería de tejidos o tratamiento de tumores, la regeneración tisular guiada y en una multitud de patologías, siendo un área extremadamente prometedora [27-29]. La base científica de la medicina de plasma se basa fundamentalmente en los mecanismos de interacción del plasma con células y tejidos vivos [30]. Para lograr efectos eficientes y evitar riesgos potenciales al trabajar con voltajes elevados es necesario controlar la composición y la densidad de los componentes del plasma mediante parámetros de funcionamiento externo. Sin embargo, deben realizarse pruebas preliminares para minimizar el riesgo y proporcionar un fundamento científico para las terapias médicas [31,32].

2 | PARTE EXPERIMENTAL

La presente investigación describe el diseño y puesta en funcionamiento de una fuente pulsada elevadora de voltaje en configuración Flyback trabajando en modo discontinuo. El control apropiado del voltaje de salida se logró a través del ajuste del ciclo de trabajo para mayor seguridad del operario. Mediante el diseño apropiado del circuito de control se generan pulsos cuadrados complementarios de frecuencia controlable, los cuales son acoplados adecuadamente proporcionando un tren de pulsos con ciclo de trabajo ajustable para el control adecuado de la fuente elevadora de voltaje. El tren de pulsos es aplicado directamente a uno de los extremos del devanado primario del transformador elevador con la ayuda de un transistor MOSFET IRFP 640, mientras que, el otro extremo se conecta directamente al suministra voltaje de corriente continua, lo que hace posible el control de voltaje en el devanado secundario del transformador, que depende del ajuste del ciclo de trabajo (ancho de pulso). La fuente generadora de plasma es utilizada en la obtención de películas delgadas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo, y primordialmente en el tratamiento de esferas y películas de quitosano, utilizadas en procesos de adsorción de colorantes azoicos. El sistema es capaz de trabajar con diferentes geometrías de reactor,

en sistemas al vacío y descargas de plasma en medios acuosos a presión atmosférica. La siguiente figura 1, muestra un diagrama de bloques del sistema implementado para el tratamiento.

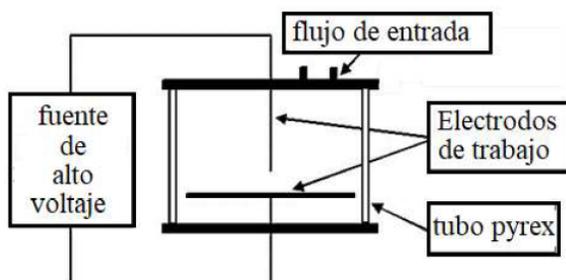


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema de tratamiento.

3 I RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El funcionamiento adecuado de la fuente se logró mediante la técnica de modulación por ancho de pulso, logrando así el control adecuado del suministro de voltaje de la fuente hacia la carga (Reactor), por lo que no se requiere de circuitos externos como la red snubber que ayuda a la conmutación del transistor evitando transitorios eléctricos indeseables. La técnica por modulación de ancho de pulso ayuda a la disipación de potencia debido a que permite el control adecuado de los pulsos de disparo del transistor a través del ciclo de trabajo adecuado y al cruce por voltaje cero.

La implementación del circuito de control se logró mediante el circuito integrado SG3524 capaz de generar un tren de pulsos ajustables de alta frecuencia. Por otra parte, el dispositivo primordial de la etapa de potencia de la fuente elevadora de voltaje en configuración flyback en la cual se omitió el filtro de salida, es un transformador elevador de voltaje con relación 1:20, que fue diseñado e implementado tomando en cuenta los parámetros requeridos como, frecuencia de trabajo y demanda de potencia de la carga (reactor).

La fuente, es aplicada principalmente al tratamiento de materiales poliméricos (esferas y películas de quitosano) figura 2, que son utilizados en la remoción de colorantes azoicos de medios acuosos, logrando obtener mejores resultados en la remoción de este tipo de contaminantes a pH cercanos al neutro entre 4-7, con el material tratado en comparación al material sin tratamiento. Cabe mencionar que, la fuente ha sido utilizada en la generación de películas delgadas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo las cuales han sido probadas como celdas solares orgánicas.

Se eligió la topología en configuración flyback debido al requerimiento de potencia para realizar descargas de plasma luminiscente a presión atmosférica en medios acuosos.

La técnica de control por modulación de ancho de pulso se seleccionó con el fin de controlar adecuadamente la variación de potencia suministrada hacia la carga (reactor) disminuyendo así pérdidas de disipación de potencia, con lo que se propusieron los siguientes puntos.

1) A partir del circuito integrado SG3524 se genera un tren de pulsos ajustables a partir del ciclo de trajo al que se desee trabajar, con el fin de garantizar el control adecuado de la compuerta del transistor MOSFET IRFP640 que está acoplado al devanado primario del transformador elevador de voltaje en configuración de conmutación inferior.

2) El tren de pulsos obtenido del circuito de control es acoplado de manera apropiada al circuito reforzador de corriente TC4422 que posee la capacidad de soportar un pico inverso de corriente de hasta 9 Amperios al encendido de la fuente evitando así corrientes y/o voltajes inversos hacia el circuito de control para evitando su destrucción.

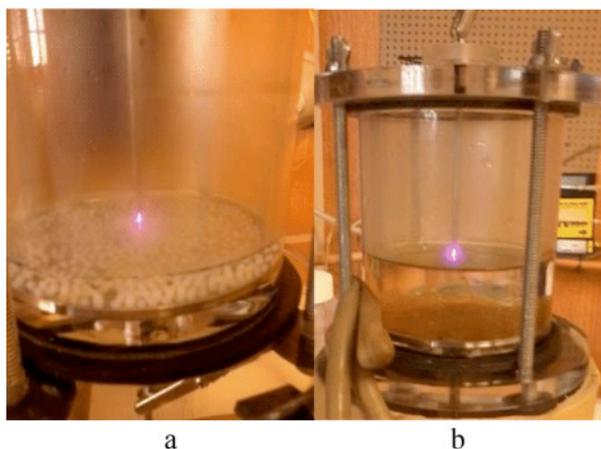


Figura 2. Tratamiento de polímeros a) esferas y b) películas de quitosano en medio acuoso

Las películas y esferas de quitosano fueron expuestas a diferentes tiempos de tratamiento bajo plasma de descarga luminiscente con la finalidad de corroborar el efecto de la descarga en el material al ser utilizado en procesos de adsorción de colorantes azoicos. Para el tratamiento de las esferas de quitosano se utilizó una solución de sulfato de sodio 1 Molar como medio de conducción y los tiempos de tratamiento fueron 20, 40, 60 y 90 minutos, mientras que para las películas se utilizaron dos soluciones, una de sulfato de sodio 1 Molar y otra de sulfato de sodio-pirrol 1 Molar, sobre la cual se hizo incidir la descarga de plasma luminiscente con tres tiempos diferentes de tratamiento que fueron 20, 40 y 60 min. Las películas, así como las esferas tratadas en solución acuosa de sulfato de sodio, presentan mejor capacidad de adsorción al aumentar el tiempo de exposición al plasma. Este efecto se atribuye a que existe un proceso de ablación en la matriz polimérica

del material que causa un incremento de su porosidad como se muestra en la figura 3, y al mismo tiempo se logra un incremento de los grupos amino que son los encargados principalmente del proceso de adsorción.

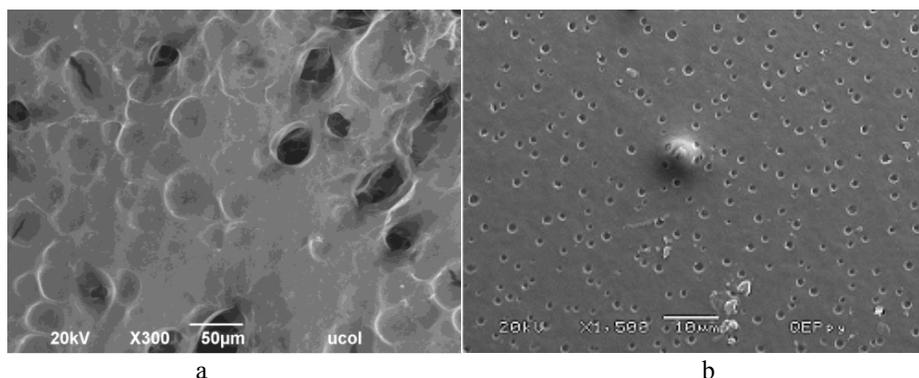


Figura 3. Incremento de la Porosidad de las esferas (a) y películas de quitosano (b).

Con la finalidad de corroborar el funcionamiento apropiado del sistema en la generación de plasma se realizó una prueba de barrido de frecuencia a tensión de entrada fija " $V_{cd}=30V$ ", con lo que se logró mantener una descarga estable de plasma a presión atmosférica en el intervalo de frecuencia de 500-15 kHz, manteniendo una demanda de corriente de 800 mA durante la descarga. Por otra parte, para el tratamiento de los materiales se utilizó un voltaje de entrada de 25 Vcd y una corriente de 700 mA en corriente directa en la entrada del sistema, mientras que la descarga en el reactor durante el tratamiento se mantuvo a un voltaje de 1.3 kV y una corriente de 1.7 Amperios. El tratamiento del material polimérico se realiza haciendo incidir la descarga de plasma sobre la superficie de la solución acuosa en la cual se encuentran inmersas las muestras del material polimérico.

Las películas tratadas en solución acuosa de sulfato de sodio-pirrol presentan mejor capacidad de adsorción a un tiempo de tratamiento de 20 min, lo que puede atribuirse principalmente a que en un principio las moléculas de pirrol son aceleradas con mayor velocidad por el campo eléctrico e impactadas en las películas generando poros en la superficie de las mismas. Por otra parte, al aumentar el tiempo de tratamiento utilizando esta solución, la matriz polimérica aumenta ligeramente su peso molecular, lo que se atribuye a que el pirrol es polimerizado con mayor proporción dentro de la matriz polimérica de quitosano, lo que hace que el material disminuya ligeramente su capacidad de adsorción.

Por otra parte, cabe mencionar que el sistema se utilizó en la obtención de películas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo, lo cual se logró dentro de un reactor de geometría cilíndrica con un volumen igual a 3375 cm³, que se acoplo a una bomba mecánica rotatoria para la generación de vacío. En el interior del reactor se encuentran dos electrodos de acero

inoxidable con diámetro de 6.5 cm, que varían la capacitancia del reactor al ser ajustados a la distancia requerida para la obtención de las películas. Cabe señalar que, cada uno de los electrodos está eléctricamente conectado a las terminales del transformador elevador de voltaje con relación 1:20, los cuales soportan la misma diferencia de potencial suministrada por la fuente, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Descarga luminiscente en el reactor (a) y películas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo (b).

El sistema fue utilizado en descargas de plasma luminiscente con diferentes topologías de reactores como puede observarse en la figura 5.

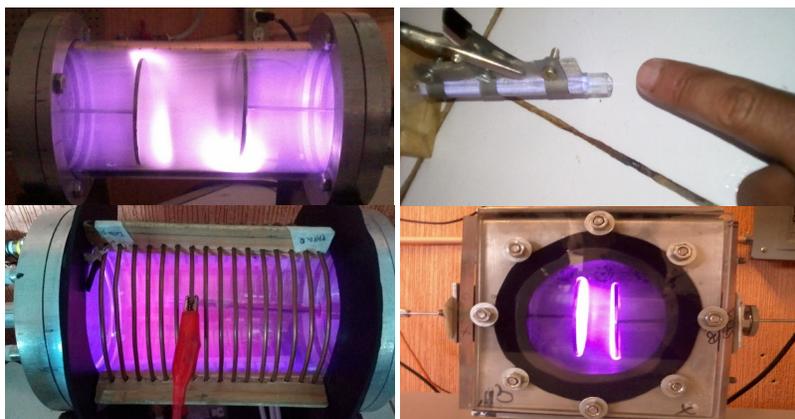


Figura 5. Descargas de plasma luminiscente en diferente topología de reactor.

4 | CONCLUSIONES

Se diseñó una fuente de alto voltaje capaz de generar plasma de descarga luminiscente en diferentes geometrías de reactor. El sistema generador de plasma es controlado a partir del circuito integrado MC34067A generador de los pulsos de disparo que garantiza la conmutación del transistor a cero voltajes logrando así disminuir pérdidas

de potencia por conmutación.

Se logro la estabilidad del pulso de disparo al ser acoplado al circuito integrado TC 4422 reforzador de corriente, que posee la capacidad de soportar un pico de corriente de hasta 9 A al encendido de los transistores y mantener una corriente continua de 2 A en operación. El sistema opera de manera adecuada en un rango de frecuencia de 500 Hz – 50 kHz, con diferentes geometrías de reactor.

Las películas obtenidas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo se les realizaron estudios de biocompatibilidad con la finalidad de ser aplicados a músculos artificiales, así como pruebas preliminares para su aplicación a celdas solares. El incremento del tamaño y grosor de las películas depende de la cantidad de reactivo suministrado al reactor, la velocidad de flujo de los monómeros, el tiempo de exposición, la frecuencia de operación, así como del voltaje y la corriente de trabajo.

El modelo capacitivo del reactor conectado en paralelo al devanado secundario del transformador permitió ajustar la distancia entre los electrodos de trabajo, lo cual permite variar la capacitancia del sistema al trabajar en diversos rangos de frecuencia.

REFERENCIAS

[1] N. Mohan, T.M. Undeland y W.P. Robbins, (1995), *Power Electronics. Converters, Applications and Design*, 2da ed., John Wiley & Sons, Inc.

[2] J.G. Kassakian, M.F. Schlecht y G.C. Verghese, “Principles of Power Electronics”, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1992.

[3]. Muhammad H. Rashid. (1995). *Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones*. 2da, ed, Prentice Hall.

[4] R.W. Erikson, “Fundamentals of Power Electronics”, Kluwer Academic Publishers KAP, 1997.

[5] Y. Li, R. Yi, C. Yi, B. Zhou, and H. Wang, “Research on the degradation mechanism of pyridine in drinking water by dielectric barrier discharge,” *J. Environ. Sci. (China)*, vol. 53, pp. 238–247, 2017.

[6] S. Choi et al., “Structural and functional analysis of lysozyme after treatment with dielectric barrier discharge plasma and atmospheric pressure plasma jet,” *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, p. 1027, 2017.

[7] B. Wang, B. Dong, M. Xu, C. Chi, and C. Wang, “Degradation of methylene blue using double-chamber dielectric barrier discharge reactor under different carrier gases,” *Chem. Eng. Sci.*, vol. 168, pp. 90–100, 2017.

[8] “03 2017 Degradation of methylene blue using double-chamber dielectric barrier.pdf.”

[9] P. Attri et al., “Mechanism and comparison of needle-type non-thermal direct and indirect atmospheric pressure plasma jets on the degradation of dyes,” *Sci. Rep.*, vol. 6, no. August, pp. 1–14, 2016.

- [10] L. Duan, J. Li, K. Shang, L. Na, and Y. Wu, Enhanced biodegradability of coking wastewater by gas phase dielectric barrier discharge plasma, vol. 154. 2015.
- [11] Y. Bellebna, R. Ouiddir, S. Nemnich, A. Tilmatine, "Application of dielectric surface barrier discharge for food storage" Leonardo Journal of Sciences, p. 17-28, 2015.
- [12] J. C. Alvarez and U. Atlántico, "Diseño y construcción de una fuente de descargas pulsadas de alto voltaje para estudio espectral de gases nobles ionizados," no. July 2014, 2006.
- [13] Y. Bellebna and A. Tilmatine, "Application of Dielectric Surface Barrier Discharge for Air Disinfection," vol. 13, no. 3, pp. 22–26, 2013.
- [14] D. Butscher, H. Van Loon, A. Waskow, P. Rudolf von Rohr, and M. Schuppler, "Plasma inactivation of microorganisms on sprout seeds in a dielectric barrier discharge," Int. J. Food Microbiol., vol. 238, pp. 222–232, 2016.
- [15] F. G. INCE, S. ŞEN, Z. ÖZBEK, H. GÖKTAŞ, M. E. ÖZE, R. ÇAPAN. Fabrication of plasma polymerized polythiophene and polypyrrole thin films as chloroform vapor sensors. Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 11, No. 9, 1182 – 1185, 2009.
- [16] G.J. Cruz, J. Morales, R. Olayo. Films obtained by plasma polymerization of pyrrole. Thin Solid Films 342, 119-126. 1999.
- [17] B. Paosawatyanong, K. Tapaneeyakorn, W. Bhanthumnavin, AC plasma polymerization of pyrrole, Surface & Coatings Technology 204, 3069–3072, 2010.
- [18] Boonchoat Paosawatyanong, KanyaTapaneeyakorn, Worawan Bhanthumnavin, "AC plasma polymerization of pyrrole", Surface and Coatings Technology, Volume 204, Issues 18–19, 3069-3072, 2010.
- [19] S. Yakut, K. Ulutas, and D. Deger, "Plasma discharge power dependent AC conductivity of plasma poly (ethylene oxide) thin films", Thin Solid Films, vol. 645, no. October 2017, pp. 269–277, 2018.
- [20] S. Yakut, H. K. Ulutas, I. Melnichuk, A. Choukourov, H. Biederman, and D. Deger, "Dielectric properties of plasma polymerized poly (ethylene oxide) thin films", Thin Solid Films, vol. 616, pp. 279–286, 2016.
- [21] G.J. Cruz, J. Morales, R. Olayo. "Films obtained by plasma polymerization of pyrrole", Thin Solid Films 342, 119-126, 1999.
- [22] B. Paosawatyanong, K. Tapaneeyakorn, W. Bhanthumnavin, "AC plasma polymerization of pyrrole", Surface & Coatings Technology, 204, 3069–3072, 2010.
- [23] Chu PK, Chen JY, Wang LP, et al. Plasma-surface modification of biomaterials. Mat Sci Engng R Reports; 36:143 e 206. 2002.
- [24] Weltmann DK, Von Woedtke T. Basic requirements for plasma sources in medicine. Eur Phys J Appl Phys; 55:13807. 2011.
- [25] P. K. Chu, J. Y. Chen, L. P. Wang, and N. Huang, "Plasma surface modification of biomaterials", Mat. Sci. Eng. R, vol. 36, no. 5, pp. 143–206, 2002.

- [26] M. Laroussi, “Low-Temperature Plasmas for Medicine”, *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 37, no. 6, pp. 714–725, 2009.
- [27] G. Fridman, G. Friedman, A. Gutsol, A. B. Shekhter, V. N. Vasilets, and A. Fridman, “Applied plasma medicine”, *Plasma Process. Polymer*, vol. 5, no. 6, pp. 503–533, 2008.
- [28] G. E. Morfill, M. G. Kong, and J. L. Zimmermann, “Focus on plasma medicine”, *New J. Phys.*, vol. 11, 2009.
- [29] K. D. Weltmann, E. Kindel, T. von Woedtke, M. Hähnel, M. Stieber, and R. Brandenburg, “Atmospheric-pressure plasma sources: Prospective tools for plasma medicine”, *Pure Appl. Chem.*, vol. 82, no. 6, pp. 1223–1237, 2010.
- [30] M. Kuchenbecker, N. Bibinov, A. Kaemling, D. Wandke, P. Awakowicz, and W. Viöl, “Characterization of DBD plasma source for biomedical applications”, *J. Phys. D. Appl. Phys.*, vol. 42, no. 4, 2009.
- [31] K. Weltmann, T. Von Woedtke, K. Weltmann, and T. Von Woedtke, “Basic requirements for plasma sources in medicine”, HAL Id: hal-00719809, vol. 55, no. 1, 2012.
- [32] K. D. Weltmann and T. von Woedtke, “Basic requirements for plasma sources in medicine,” *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, vol. 55, no. 1, p. 13807, 2011.

SOBRE A ORGANIZADORA

ÉRICA DE MELO AZEVEDO - Possui Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019), Graduação em Química com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2012) e complementação pedagógica para exercício da docência na Faculdade Souza Marques (2015). É docente efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Duque de Caxias (IFRJ CDuC) e ministra aulas de Química Geral e Inorgânica para turmas da Graduação e Ensino Médio/Técnico e aulas de análise térmica aplicada à alimentos para turmas da Pós-Graduação. Atualmente é vice-coordenadora de Extensão do IFRJ CDuC. Coordena e colabora com projetos de pesquisa desenvolvidos no IFRJ e colabora em projetos de pesquisa financiados pelo CNPq e desenvolvidos na Escola de Química da UFRJ na área de Tecnologia Química, análise térmica e tratamento térmico de resíduos. Orientou e participou de bancas de trabalhos de conclusão de curso nos temas citados. Têm atuado como membro de comissões julgadoras de editais de fomento à pesquisa e bolsas de iniciação científica do CNPq no âmbito do IFRJ. Publicou artigos em revistas nacionais e internacionais na área de Análise Térmica e na área de Ensino a Distância. Atuou como organizadora de e-books e autora de capítulos de livros publicados na área de Química e Engenharia Química pela Atena Editora.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfabetização científica 1, 2, 5, 6, 7, 8

Armazenamento de substâncias químicas 54

Amazônia Oriental 1, 3, 4, 5, 6, 7

Aprendizagem 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 39, 40

B

Bacias hidrográficas 53

D

Degradación de colorantes 60, 61

E

Educação ambiental 42, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53

Empoderamento 42, 51

Encapsulamento 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17

Ensino-aprendizagem de química 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Ensino de Química 1, 6, 20, 25, 26, 30, 31, 32, 34, 40, 52

Espectroscopia no infravermelho 9, 11

Etnoquímica 32

F

Fuente pulsada 60, 62

G

Graduação em Química 1, 70

I

Incompatibilidades químicas 54

L

Lei 10.639/03 32, 33, 34, 40

N

Nanopartículas 9, 11, 13, 15, 16, 17, 62

Normas Oficiais Mexicanas 54

O

Óleo essencial 9, 13, 16

P

Parâmetros físico-químicos 42, 44

PhET 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 31

Professor reflexivo 1, 2, 7, 8

Q

Qualidade de água 42, 43, 46

R

Relações étnico-raciais 32, 34, 40, 41

S

Simuladores virtuais 20, 21, 26, 27, 28, 29, 31

Sistema Global Armonizado 54, 58

T

Tratamiento de polímeros 60, 64

Atena
Editora

Ano 2022

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2