

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(ORGANIZADOR)

QUÍMICA E TECNOLOGIA

AVANÇOS QUE MOLDAM O
MUNDO CONTEMPORÂNEO

2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(ORGANIZADOR)

QUÍMICA E TÉCNOLOGIA

AVANÇOS QUE MOLDAM O
MUNDO CONTEMPORÂNEO

2

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências 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

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

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

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Química e tecnologia: avanços que moldam o mundo contemporâneo 2

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
Q6	<p>Química e tecnologia: avanços que moldam o mundo contemporâneo 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2342-3 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.423240703</p> <p>1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 540</p>
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.

O e-book: “Química e tecnologia: avanços que moldam o mundo contemporâneo 2” é composto por quatro capítulos de livros que investigaram: *i)* os desafios enfrentados, no ensino de ciências, na educação infantil durante a pandemia do COVID-19; *ii)* análise da dificuldade de instrumentalização teórico-prática por parte de licenciandos em química; *iii)* desenvolvimento e otimização do método de aminação de feniletenilaminas e; *iv)* biossorção de cromo (VI) por casca de mandarina.

O primeiro capítulo avaliou os inúmeros desafios enfrentados por professores da educação infantil em relação ao ensino de ciências durante o período de pandemia do Covid-19 no município de Beberibe/CE. Os pesquisadores concluíram que os docentes conseguiram dar continuidade ao processo de ensino-aprendizagem por meio da utilização de mídias digitais. O capítulo 2 apresentou um relato de experiência a partir do componente curricular de instrumentalização do Ensino de Química para discentes matriculados no curso de licenciatura em química da Universidade Estadual da Bahia. Os autores concluíram que a utilização de diferentes recursos didáticos-pedagógicos favoreceu o processo de instrumentalização dos discentes do curso, auxiliando-os no processo de planejamento para o exercício da docência.

O terceiro capítulo estudou a utilização de cinamaldeído e morfolina para sintetizar a feniletenilaminas, a partir do processo de aminação redutiva. Obteve-se uma fase orgânica que foi submetida a análise por Cromatografia Gasosa acoplado ao detector FID. Os resultados apontaram uma taxa de conversão de 50% a uma temperatura de 100 °C após 10 min de aquecimento sem a geração de subprodutos, contribuindo com os princípios da Química Verde. Por fim, o capítulo 4 avaliou a capacidade de adsorção de Cromo (VI) a partir da utilização da casca de Toranja. A partir de uma solução de 1,0 g/L em contato de 180 min com o biossorvente aquecido a 60 °C, apresentou uma eficiência de remoção abaixo do limite de detecção, indicando que o adsorvente apresenta viabilidade para ser utilizado em larga escala na remoção do analito em águas residuárias.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países, a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

CAPÍTULO 1	1
OS DESAFIOS DOS PROFESSORES EM MINISTRAR AULA NO COMPONENTE CURRICULAR CIÊNCIAS PARA EDUCAÇÃO INFANTIL NA MODALIDADE DO ENSINO REMOTO NO MUNICÍPIO DE BEBERIBE-CE	
Cleucia dos Santos Leite Airton Marques da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4232407031	
CAPÍTULO 2	13
INSTRUMENTALIZAÇÃO DE LICENCIANDOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
Abraão Felix da Penha Renata Rosa Dotto Bellas	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4232407032	
CAPÍTULO 3	26
DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO DE AMINAÇÃO REDUTIVA PROMOVIDA POR MICRO-ONDAS PARA SÍNTESE DE FENILETENILAMINAS	
Lucas Ornelas Oliveira Queiroz Idália Helena Santos Estevam	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4232407033	
CAPÍTULO 4	34
REMOCIÓN DE CROMO (VI) EN SOLUCIÓN ACUOSA POR LA BIOMASA DE LA CÁSCARA DE MANDARINA (<i>CITRUS PARADISE</i>)	
Adriana Rodríguez Pérez Juan Fernando Cárdenas González Claudia M. Martínez Rodríguez María Eugenia Torre Bouscoulet Jose Ismael Acosta Rodríguez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4232407034	
SOBRE O ORGANIZADOR	44
ÍNDICE REMISSIVO	45

OS DESAFIOS DOS PROFESSORES EM MINISTRAR AULA NO COMPONENTE CURRICULAR CIÊNCIAS PARA EDUCAÇÃO INFANTIL NA MODALIDADE DO ENSINO REMOTO NO MUNICÍPIO DE BEBERIBE-CE

Data de aceite: 01/03/2024

Cleucia dos Santos Leite

Universidade Estadual do Ceará - UECE
Universidade Aberta do Brasil - UAB
Centro de Ciências e Tecnologia – CCT
Secretaria de Apoio às Tecnologias
Educativas - SATE
<https://lattes.cnpq.br/1829965942835230>

Airton Marques da Silva

Universidade Estadual do Ceará - UECE
Universidade Aberta do Brasil - UAB
Centro de Ciências e Tecnologia – CCT
Secretaria de Apoio às Tecnologias
Educativas - SATE
<http://lattes.cnpq.br/9040954447178550>

RESUMO: O ensino remoto foi um plano emergencial necessário para todas as modalidades da educação, no entanto, a modalidade da educação infantil foi a mais afetada, por causa da faixa etária, pois os pais são quem devem fazer o papel de mediador em todo o processo de aprendizagem, e nem sempre estão em casa, nem sempre têm dois aparelhos celulares para dois filhos ou mais, e nem sempre dispõem de internet em casa ou tem dinheiro pra colocar créditos, e nem sempre quem fica com eles sabe lê para

acompanhar as atividades enviadas pelos professores. A perspectiva deste trabalho foi de avaliar os desafios dos professores do ensino infantil das escolas do município de Beberibe-CE, na adaptação do ensino remoto, visando compreender como está sendo o processo e entender as principais dificuldades que esses professores do ensino infantil estão enfrentando e analisar suas perspectivas em relação aos pontos positivos e negativos a respeito do ensino remoto. Foi utilizado como estudo um questionário através do google forms, repassado aos professores por meio do whatsapp, e a coleta dos dados através dos e-mails, contudo diante das respostas obtidas e expostas nas figuras, percebeu-se que os educadores tiveram que voltar a estudar para continuar ministrando suas aulas por meio das mídias digitais. Felizmente a forma que usaram chegava a todos os alunos, mas nem sempre conseguiam acompanhar a aprendizagem de todos os alunos de maneira satisfatória, tiveram que adaptar os conteúdos para o ensino remoto. No percurso o ensino de ciências melhorou com as aulas online, assim como a comunicação entre família/escola. Nesse sentido considera-se que os professores foram verdadeiros guerreiros

onde mesmo vivendo situações totalmente fora do comum, conseguiram dar continuidade ao seu trabalho com maestria.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Infantil. Ensino remoto. Professores.

THE CHALLENGES OF TEACHERS IN TEACHING CLASS IN THE SCIENCE CURRICULAR COMPONENT FOR EARLY EARLY EDUCATION IN THE REMOTE EDUCATION MODE IN THE MUNICIPALITY OF BEBERIBE-CE

ABSTRACT: Remote learning was a necessary emergency plan for all types of education, however early childhood education was the most affected, due to the age group, as parents are the ones who must play the role of mediator throughout the learning process. , and they are not always at home, they do not always have two cell phones for two or more children, and they do not always have internet at home or have money to put credit, and those who keep them do not always know how to read to keep up with the activities sent by their parents. teachers. The perspective of this work was to evaluate the challenges of early childhood education teachers in schools in the city of Beberibe-CE in adapting to remote teaching, aiming to understand how the process of adapting teachers to remote teaching is going, understanding the main difficulties that these teachers of early childhood education are facing and analyzing their perspectives in relation to the positive and negative points regarding remote teaching. A questionnaire was used as a study through Google Forms, passed on to teachers through WhatsApp, and data collection through emails, however, given the responses obtained and displayed in the graphs, it was realized that the educators had to return to study to continue teaching classes through digital media. Fortunately, the method they used reached all students, but they were not always able to monitor all students' learning in a satisfactory manner, they had to adapt the content for remote teaching. Along the way, science teaching improved with online classes, as did communication between family/school. In this sense, it is considered that the teachers were true warriors who, despite experiencing situations that were completely out of the ordinary, managed to continue their work with mastery.

KEYWORDS: Child education. Remote teaching. Teachers.

INTRODUÇÃO

Devido a situação momentânea que o município de Beberibe-CE e todo o mundo está vivendo mediante a pandemia COVID-19, foi adotado de imediato o sistema de ensino remoto onde as aulas que antes eram presenciais foram disponibilizadas à distância, através dos meios de comunicação e redes sociais. No dia 17 de março de 2020, por meio da Portaria nº 343, o Ministério da Educação (MEC) se manifestou sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia da COVID-19 (BRASIL, 2020).

O objetivo desta pesquisa é compreender as dificuldades e desafios enfrentados pelos professores durante a pandemia e como se saíram com suas metodologias voltadas para crianças, sendo mediadas pelas famílias o desafio trazido, como se deu a adaptação à nova modalidade de ensino, as principais dificuldades município de Beberibe-CE.

enfrentadas, e os pontos positivos e negativos a partir do ensino remoto em tempos de pandemia para os professores do ensino infantil.

A partir dos estudos pela internet e entrevistas realizadas com os professores, de forma online, observou-se que os educadores se adaptaram rápido a nova forma de ensino, no entanto tiveram que reorganizar a maneira de ensinar, adaptando ao ensino à distância.

Verificou-se que, esse ensino não chegava a todas as crianças, o acompanhamento da aprendizagem ficou a desejar, os professores adaptaram os conteúdos que seriam repassados de forma presencial para a forma remota, a maioria dos professores tiveram dificuldades por não saber manusear as mídias digitais.

Segundo os educadores, o componente curricular ciências melhorou com o ensino remoto, mas em suas impressões deixadas, relataram que ficou difícil a realização de experimentos, e quanto a relação família/escola melhorou pois havia um contato direto com os familiares dos alunos para repasse das aulas. A frequência não era 100% na entrega das devolutivas das atividades, e a Secretaria de Educação esteve oferecendo suporte aos educadores através de formações online, para a continuidade de seus trabalhos durante a quarentena causada pela COVID-19.

É inegável que o ensino remoto é crucial para minimizar os prejuízos da ausência das aulas presenciais, entretanto, ao mesmo tempo em que a proposta de ensino digital e a tecnologia apresentam-se como propulsoras de novos fazeres pedagógicos (SAMPAIO, 2020).

EDUCAÇÃO INFANTIL

No Brasil a educação em creches e pré-escolas só foi reconhecida à partir da Constituição de 1988 e pelo Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei nº 8.069/90 (BRASIL, 1990), que alinhado um ao outro e a outros documentos diz que: Art. 4º: é dever da família, da comunidade, da sociedade em geral e do poder público assegurar, com absoluta prioridade, a efetivação dos direitos referentes, à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao esporte, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária (BRASIL, 1990).

Atualmente, de acordo com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), a Educação Infantil está como a primeira etapa da educação Básica, sendo assim o início da educação da criança pequena a primeira separação do vínculo afetivo familiar para inserção na sociedade. As instituições têm a missão de acolher as vivências e os conhecimentos construídos pelas crianças no ambiente familiar e no contexto de sua comunidade articulando-os em sua proposta pedagógica, com o objetivo de ampliar o universo de experiências, conhecimentos e habilidades, diversificando e consolidando novas aprendizagens, complementando a educação familiar.

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

A educação é definida por duas modalidades: presencial e a distância, onde a primeira é o ensino convencional, em que professores e alunos se encontram no mesmo local físico chamado de sala de aula, e ao mesmo tempo, já a distância acontece quando professores e alunos estão separados fisicamente no espaço e/ou no tempo, caracterizada pelo intenso uso das tecnologias de informação e comunicação, podendo ter encontros presenciais ou não (ALVES, 2020).

Dos diversos segmentos que orientam a EaD o decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017, que regulamenta o Art. 80 da LDB de 1996 diz no Art. 1º (...) caracteriza-se a educação à distância como modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos (BRASIL, 2017).

ENSINO REMOTO

O ensino remoto emergencial foi uma estratégia regulamentada pelo MEC (Ministério da Educação) para cumprir as medidas de distanciamento social no período da pandemia. O objetivo maior do ensino remoto atualmente é que o aluno da educação presencial não tenha perdas muito grandes na educação (ALVES, 2020)

No ensino remoto é preciso levar em consideração que tarefas escolares precisam ser ministradas pelos familiares. É uma situação difícil, já que a maioria dos pais trabalham em suas atividades específicas e não possuem a formação e o preparo docente (GAROGALO, 2020).

METODOLOGIAS E FERRAMENTAS DIGITAIS

As ferramentas digitais assim como as metodologias ativas se tornaram indissociáveis no processo de ensino e aprendizagem nesse momento em que se enfrentasse a pandemia do novo coronavírus (COVID-19). São recursos eficazes para a mediação remota em uma sociedade em que mais de 5 bilhões de pessoas usam um aparelho celular e, portanto, as informações se tornam cada vez mais rápida. Nesse sentido é essencial repensar sobre a utilização das TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) em sala de aula como instrumento de mediação para a aprendizagem (DOS SANTOS JUNIOR e DA SILVA MONTEIRO, 2020).

METODOLOGIA

Para atender ao objetivo deste estudo, foi realizado uma análise das tendências e perspectivas do desafio dos professores em ministrar aula no ensino de ciências para a educação infantil na modalidade do ensino remoto no município de Beberibe-CE. Foi feito um levantamento das produções bibliográficas na área da educação infantil fazendo uma retrospectiva, na modalidade EaD e na modalidade do ensino remoto.

Após o levantamento das matérias foram feitos estudos para elencar a pesquisa, e a partir daí fazer a formulação das perguntas que iriam ser realizadas com os professores do município, e como não existiu a possibilidade de contato pessoal as perguntas foram feitas no Google Forms e enviadas aos professores do município através do whatsapp, por onde os mesmos foram convidados a participar da pesquisa. Ainda no ano de 2020, precisamente de novembro a dezembro foi aplicado o questionário, enviado via whatsapp para os professores da educação infantil, e a devolutiva por meio dos e-mails que os participantes cadastraram na hora de responder o questionário.

As respostas foram coletadas em tempo real e calculadas pelo sistema, facilitando o levantamento dos dados coletados, auxiliando na comodidade dos participantes que puderam de alguma forma contribuir e refletir sobre o momento vivenciado pelos mesmos diante da COVID-19.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensino remoto foi uma tacada de mestre, uma forma de ensino que colaborou para que a educação não parasse durante a COVID-19, e que teve um papel insubstituível no momento da pandemia, pois através dessa modalidade a educação não parou, só ganhou mais espaço e a educação infantil alavancou, pois apesar de tudo não ser sempre perfeito ela ganhou mais visibilidade, os professores buscaram e conseguiram mostrar no dia a dia seu trabalho junto das famílias através de vários meios de comunicação.

Análise do questionário aplicado aos professores

O questionário compôs de 10 questões acerca da nova realidade vivida pelo professor da Educação Infantil, devido ao isolamento social imposto pela COVID-19. Foi enviado o link de acesso ao Google Formulário para os professores da rede pública do município de Beberibe-CE. Usou-se também o sistema de mensagens pelo whatsapp. Nas perguntas foram solicitados aos professores da educação infantil, sua atuação e dificuldades diante do ensino remoto. As respostas foram coletadas por e-mail durante 2 meses (novembro e dezembro de 2020), onde para cada resposta recebida foi registrada e calculadas de imediato pelo aplicativo google formulário, os gráficos mesmo obtidos no google formulário foram feitos no Excel para melhor exportação para o trabalho aqui descrito. No total foram recebidas 13 respostas.

Os resultados observados foram:

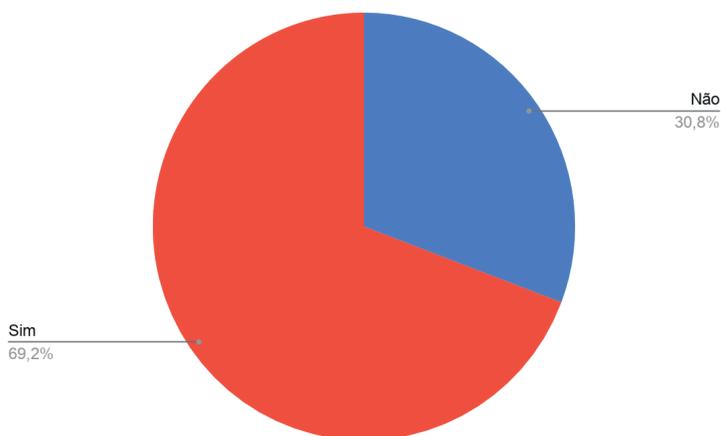


Figura 1 – Adaptação do professor ao ensino remoto

Fonte: elaborada pelos autores.

Como pode ser observado na figura 1, a adaptação do professor ao Ensino remoto foi rápida sem muitos problemas, podendo concluir que os professores do Município de Beberibe-CE estavam bem atualizados quanto aos meios de tecnologia ou teve apoio da instituição onde trabalha.

Professor você teve que voltar a estudar por conta do ensino remoto?

Diante da pergunta a resposta foi 100%, deixando bem claro que todos os professores sentiram a necessidade de se atualizarem para poder continuar ministrando suas aulas a distância no ensino remoto.

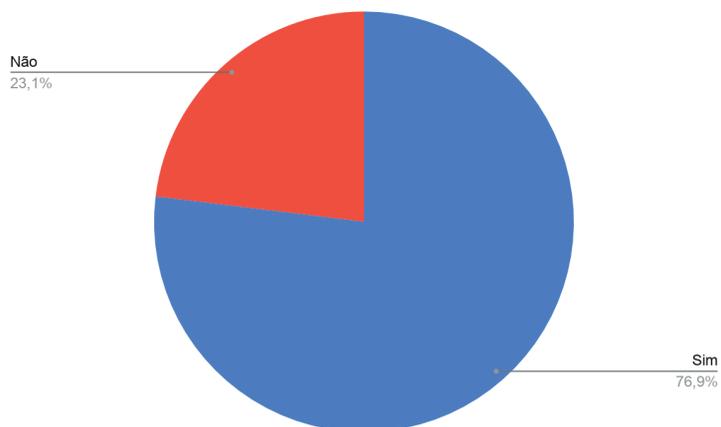


Figura 2 - A forma de ensinar às aulas chega a todos os alunos de sua turma?

Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 2, pode ser entendido as aulas ministradas pelos professores em sua maioria chega a todos os alunos, pois a metodologia utilizada consegue atingir a grande maioria.

No caso da Educação Infantil, é importante considerar, que houve necessidade de estabelecer vínculo às famílias, que são o elo entre educadores e crianças (BERNARDO, 2020)

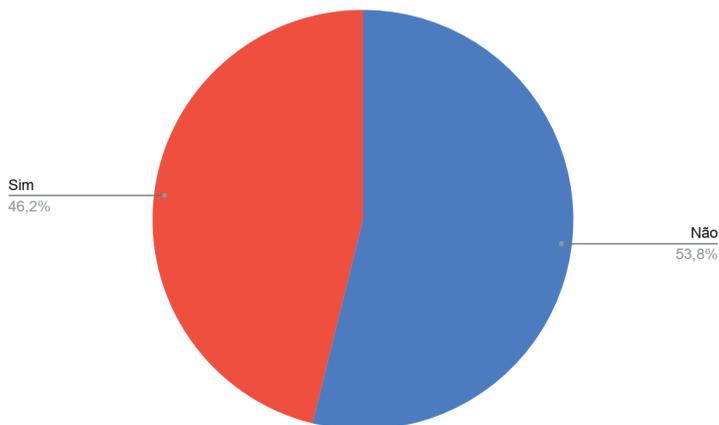


Figura 3 - Consegue acompanhar a aprendizagem do aluno de forma satisfatória?

Fonte: elaborada pelos autores.

Observando a figura 3, pode-se considerar que a maioria dos professores não considera que a forma do ensino remoto proporciona um acompanhamento de maneira satisfatória da aprendizagem, considerando que os mesmos não presencia os avanços e dificuldades das crianças e apenas observa fotos e atividades prontas.

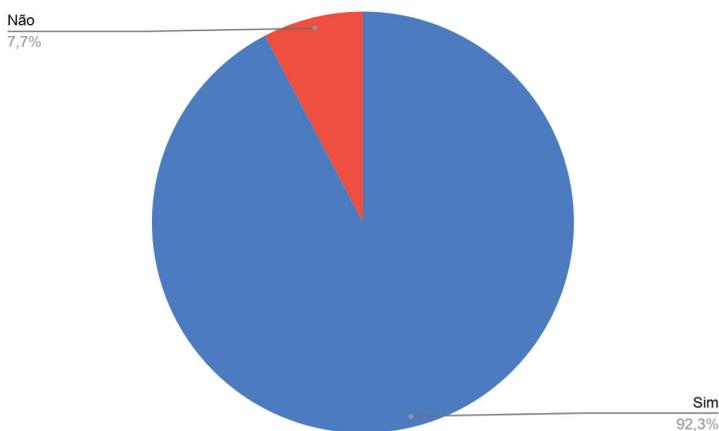


Figura 4 - Conseguiu adaptar os conteúdos para o Ensino Remoto?

Fonte: elaborada pelos autores.

Fazendo a leitura da figura 4, pode-se dizer que quase 100% dos professores adaptaram conteúdos propostos do ensino presencial para o ensino remoto, com intuito de facilitar a compreensão dos mediadores que faram o trabalho do professor em casa para com as crianças.

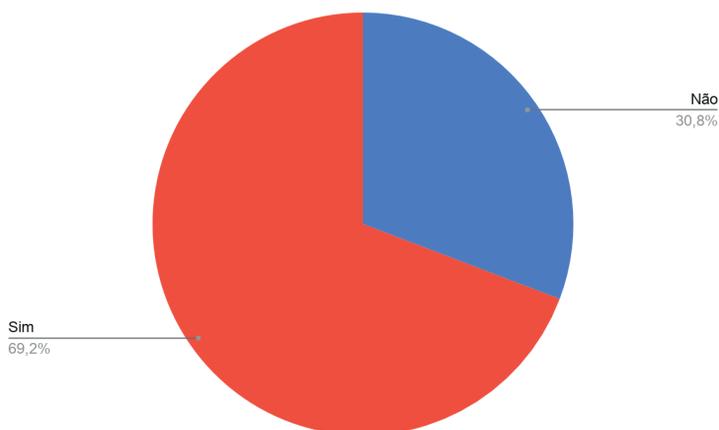


Figura 5 - Teve dificuldades na forma do Ensino Remoto?

Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 5, o professor teve dificuldades na forma do ensino remoto, em sua maioria sim com 69,2% e para 30,8% não, pois lhe dar com o convívio de sua família para poder assim ministrar suas aulas de longe, as vezes com casa barulhenta para gravar vídeos, chega a ser até estressante e ainda não ter memória suficiente no celular móvel para guardar seu material produzido/pesquisado para suas aulas, ou até o fato da internet não ser muito boa, pode ter sido algumas dessas causas.

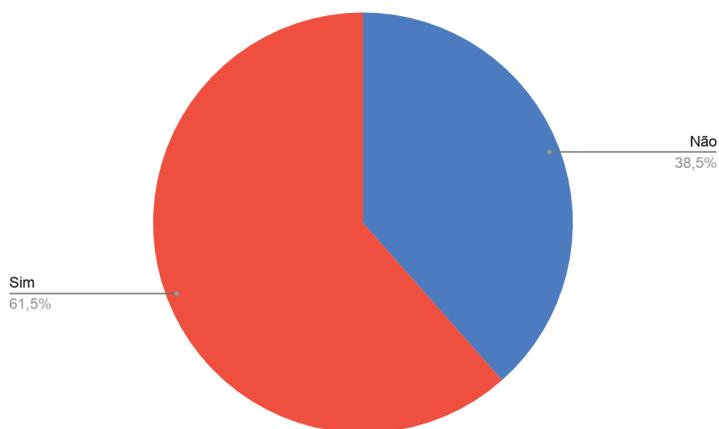


Figura 6 - O Ensino de Ciências melhorou com o Ensino remoto?

Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 6, o ensino de ciências melhorou com o ensino remoto com 61,5% contra 38,5% de acordo com as respostas. A orientação para creche e pré-escola é que os gestores busquem uma aproximação virtual dos professores com as famílias, de modo a estreitar vínculos e fazer sugestões de atividades às crianças, aos pais e responsáveis.

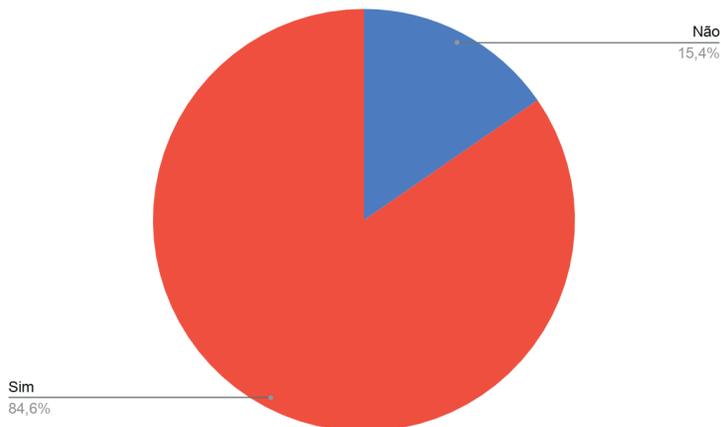


Figura 7 - A comunicação entre a família/escola melhorou com o Ensino remoto?

Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 7, fica bem evidente que a comunicação entre família e escola melhorou com o ensino remoto em 84,6% contra 15,4%. Com o fechamento das escolas, dinâmicas tradicionais do ambiente escolar mudaram radicalmente: se antes bastava o aluno erguer o braço para tirar dúvidas depois uma explicação, ou se os principais informes escolares eram divulgados aos pais e responsáveis por meio de reuniões presenciais, agora essas dinâmicas se dão mediadas por telas, com o uso de ferramentas e aplicativos diariamente pois são as famílias que mediam o ensino das crianças (SANTOS, 2020).

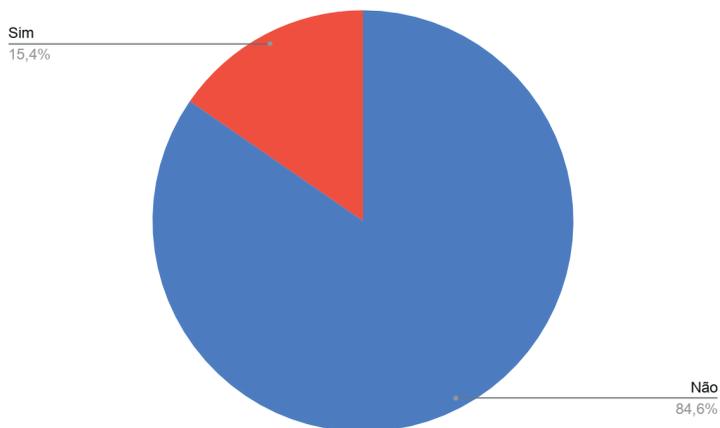


Figura 8 - A frequência com relação a devolutiva das atividades, considera 100%?

Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 8, em sua maioria as respostas foram não com 84,6% contra 15,4% e, deste modo, os professores não veem uma boa frequência das devolutivas (nome dado às atividades enviadas para serem feitas pelos alunos e devolvido ao professor para correção e outros registros) dos alunos.

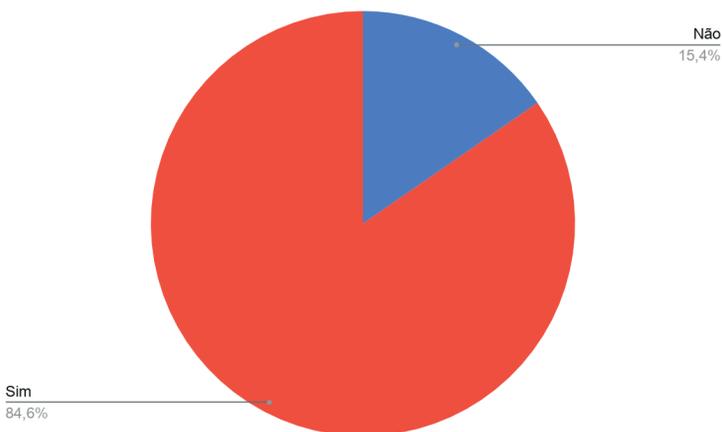


Figura 9 - A Secretaria disponibilizou Formação para Auxiliar no Ensino remoto

Fonte: elaborada pelos autores.

A figura 9, mostra que a Secretaria do Município de Beberibe-CE disponibilizou formação para auxiliar os professores no ensino remoto, colaborando significativamente com seus trabalhos no ensino remoto em 84,6% contra 15,4% que talvez não tenham ficado satisfeitos com a formação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o objetivo foi alcançado e que a adaptação a essa nova modalidade do ensino para a maioria dos professores foi bastante desafiador tanto para os que já tinham habilidade com os meios eletrônicos como para os que não tinham nenhuma, todos de forma geral tiveram que voltar a estudar e fazer cursos. Os professores enfrentaram o desafio de frente e buscaram com seus familiares, amigos e colegas de profissão maneira de se reinventar além do apoio da secretaria de educação formas de continuar atendendo as famílias e as crianças de forma remota com os meios que tinham em casa ou seja seus próprios equipamentos atendendo ao direito das crianças a educação.

AGRADECIMENTOS

a) UAB/UECE; b) SATE/UECE; c) CAPES; d) Licenciatura em Química em EaD da UECE; e) Professores das Escolas do Município de Beberibe-CE; f) Secretaria de Educação do Município de Beberibe-CE; g) Polo de Beberibe-CE.

REFERÊNCIAS

ALVES, Walline. **Aula remota**: uma estratégia educacional necessária. Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. 31/07/2020. Disponível em: <https://www.uema.br/2020/07/aula-remota-uma-estrategia-educacional-necessaria/>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BERNARDO, Nairim. Organizando o retorno com foco nas crianças que tiveram pouco acesso ao ensino remoto. **Nova Escola**, publicado em 27 de jul. de 2020. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/19558/organizando-o-retorno-com-foco-nas-criancas-e-familias-mais-vulneraveis>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências, 1990.

_____. Presidência da República. Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017, publicado no Diário Oficial da União, que regulamenta o Art. 80º da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 2017.

_____. Ministério da Educação/ Conselho Nacional de Educação/ Secretaria Executiva. Parecer CNE/ CP Nº 5/2020. Dispõe sobre a reorganização Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. 2020.

DOS SANTOS JUNIOR, Verissimo Barros; DA SILVA MONTEIRO, Jean Carlos. Educação e covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, p. 01-15, 2020.

GAROFALO, Débora. **Educação Infantil**: o cuidado com as atividades no período da pandemia. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/colunas/debora-garofalo/2020/05/06/educacao-infantil-o-cuidado-com-as-atividades-no-periodo-da-pandemia.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SAMPAIO, Renata Maurício. Práticas de ensino e letramentos em tempos de pandemia da COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e519974430-e519974430, 2020.

SANTOS, Victor. Comunicação escolar: as melhores ferramentas e estratégias para se comunicar bem com alunos e famílias. **Revista Nova escola**. Publicado em 06 de julho de 2020. Disponível: <https://novaescola.org.br/conteudo/19464/comunicacao-escolar-as-melhores-ferramentas-e-estrategias-para-se-comunicar-bem-com-alunos-e-familias#:~:text=Com%20o%20fechamento%20das%20escolas,agora%20essas%20din%C3%A2micas%20se%20d%C3%A3o>. Acesso em: 12 jan. 2024.

INSTRUMENTALIZAÇÃO DE LICENCIANDOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Data de aceite: 01/03/2024

Abraão Felix da Penha

Universidade do Estado da Bahia,
Departamento de Ciências Exatas e da
Terra, Campus

Renata Rosa Dotto Bellas

Universidade do Estado da Bahia,
Departamento de Ciências Exatas e da
Terra, Campus I

RESUMO: A falta de acesso a instrumentos/recursos didático-pedagógicos na graduação ou o acesso limitado/pouco consciente (sem olhar crítico sobre como usá-los), dificulta a instrumentalização teórico-prática para o Ensino de Química e, conseqüentemente, influencia negativamente nos processos de ensino e de aprendizagem. Neste trabalho, trazemos um relato da experiência desenvolvida ao longo do semestre 2019.2 na componente Instrumentalização para o Ensino de Química, que visa o planejamento e a execução de projetos de ação e interferências pedagógicas por meio do uso de instrumentos pedagógicos. Adotamos como referencial teórico-metodológico a Psicologia Histórico-Cultural, cujos pressupostos fundamentam-se no materialismo histórico-dialético. Durante o

processo, foram trabalhados os seguintes instrumentos: quadro, experimentação, jogos, modelos, livro didático, vídeo, objetos educacionais digitais, simuladores, etc. Com os resultados alcançados podemos afirmar que foi possível favorecer a instrumentalização dos licenciandos de Química quanto ao planejamento e uso das ferramentas de trabalho, preparando-os, assim, para o exercício da docência.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química, instrumentos didático-pedagógicos, Psicologia Histórico-Cultural.

INTRODUÇÃO

A caracterização dos conceitos científicos, em especial, dos conceitos químicos, como algo que apresenta alto nível de abstração (MACEDO, ano?; PENHA, 2014; NASCIMENTO; SANTOS, 2019), reflete a complexidade e as dificuldades apresentadas pelos estudantes na assimilação dos conceitos. Neste sentido, despertar o interesse do estudante pelo ensino de Química e favorecer a aprendizagem dos conteúdos são alguns dos grandes desafios enfrentados pelos professores em sala de aula.

A desmotivação dos discentes pode estar relacionada à forma estanque e descontextualizada como o conhecimento químico costuma ser abordado nas escolas (CHASSOT, 2003) e à carência de recursos pedagógicos. Portanto, é necessário refletir sobre as estratégias pedagógicas e os instrumentos didáticos utilizados a fim de motivar o estudante a participar do processo de ensino e, desta forma, favorecer a construção dos conceitos químicos.

A falta de acesso a instrumentos didático-pedagógicos na graduação ou o acesso limitado/pouco consciente (sem olhar crítico sobre como usá-los), dificulta a instrumentalização teórico-prática para o Ensino de Química e, conseqüentemente, influencia negativamente nos processos de ensino e de aprendizagem. A fim de superar tais dificuldades, o curso de Licenciatura em Química da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) oferece aos discentes o componente curricular obrigatório Instrumentalização para o Ensino de Química, que visa o planejamento e a execução de projetos de ação e interferências pedagógicas para o ensino de Química por meio do uso de instrumentos/recursos¹ pedagógicos, ou seja, o objetivo é instrumentalizar os licenciandos no que tange às ferramentas de trabalho, preparando-os para o exercício da docência. Neste trabalho, trazemos um relato da experiência desenvolvida ao longo do semestre 2019.2 no componente Instrumentalização para o Ensino de Química, tendo como referencial teórico-metodológico da prática docente a Psicologia Histórico-Cultural. Com os resultados apresentados, esperamos contribuir para a reflexão sobre a formação acadêmica no sentido de preparar os futuros professores para o processo de planejamento, utilização e avaliação dos instrumentos de trabalho.

REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

A Psicologia Histórico-Cultural: contribuições de Vigotski²

Mergulhado em um contexto marcado por transformações políticas, econômicas e uma crise no campo da psicologia, Lev Semyonovitch Vigotski e seus colaboradores pretendiam fundar uma corrente psicológica que constituísse uma teoria marxista do funcionamento humano, originando assim, a **Psicologia Histórico-Cultural**, cujos pressupostos filosóficos, epistemológicos e metodológicos fundamentam-se no materialismo histórico-dialético de Marx e Engels.

Na perspectiva do materialismo histórico-dialético, o trabalho aparece como atividade fundante do ser social por conter elementos que fazem dele a mediação responsável pelo salto ontológico do ser natural para o ser social (TONET, 2007).

¹ Ao longo do texto utilizaremos o termo instrumento pedagógico como sinônimo de recurso pedagógico.

² As diferentes transliterações da grafia cirílica original no nome do autor bielorusso, *Выготский*, geraram diversas grafias, como Vigotski, Vigotsky e Vygotksy. Como observado, optamos por Vigotski ao longo do texto.

A complexidade resultante do próprio trabalho fez com que a reprodução do ser social exigisse o surgimento de esferas de atividades com especificidades próprias, dentre estas, a educação, apresentada como um dos complexos dentro de uma totalidade maior, a realidade social (TONET, 2007). Neste sentido, é possível afirmar que a transformação da sociedade não vem da escola, apesar da educação ser um instrumento que prepara o indivíduo para atuar no meio social, ou seja, se a sociedade é um complexo de complexos, não temos como transformá-la exclusivamente pela via educacional, embora reconheça a função social da escola e sua contribuição para tais transformações.

Para Vigotski, o desenvolvimento humano se dá por meio da apropriação de um legado histórico e cultural, partindo da premissa de que o homem constitui-se como tal através de suas interações sociais. Embora reconheça a influência do aspecto biológico no desenvolvimento do indivíduo, para este autor, o homem se forma e se transforma através das relações sócio-históricas. Desta maneira, afirma que as características humanas não estão presentes desde o nascimento do indivíduo, são oriundas da interação dialética do homem e seu meio sociocultural e, neste processo, ao transformar a natureza para atender às suas necessidades básicas, o homem transforma a si mesmo (VIGOTSKI, 1991; REGO, 1995).

De acordo com a Psicologia Histórico-Cultural, o desenvolvimento humano depende do aprendizado que se realiza por meio da interação social, que leva à apropriação da cultura. Para Vigotski (2009), o aprendizado não só possibilita como orienta e estimula o desenvolvimento³.

No que tange ao processo de ensino, os conteúdos escolares/acadêmicos são os meios pelos quais se concretiza a influência da aprendizagem escolar sobre o desenvolvimento humano, cabendo à escola/instituição de ensino potencializá-lo por meio da aprendizagem do desconhecido, particularmente, do conhecimento científico.

Os pressupostos da Psicologia Histórico-Cultural nos faz repensar o papel da escola, do professor, os conteúdos necessários para a formação dos estudantes, as formas de abordagem, quem é o aprendiz, como este se desenvolve e a relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual. Essas e outras reflexões apontam para a complexidade do ato educativo e a necessidade de se buscar fundamentos pedagógicos e psicológicos para dar conta dos processos de ensino e de aprendizagem.

Sobre os níveis de desenvolvimento humano, Vigotski referiu-se ao desenvolvimento atual do indivíduo como a zona de desenvolvimento real (ZDR), que corresponde ao conhecimento já consolidado e permite ao indivíduo agir e solucionar problemas sem a ajuda de alguém mais experiente (PRESTES, 2012; REGO 1995; VIGOTSKI, 2009).

3 Apesar de Vigotski (2009) se referir à aprendizagem e ao desenvolvimento em diversos momentos ao longo de sua obra, percebemos que não há uma definição bem sistematizada (ou explícita) acerca destes termos, que ora parecem distintos, ora semelhantes. A partir da leitura e interpretação da obra deste autor, entendemos o *desenvolvimento* como um *processo* caracterizado por estados de aprendizagem, ou seja, enquanto a aprendizagem é algo momentâneo, o desenvolvimento é processual.

Se para Vigotski a partir da interação com o outro é **possível** aprender algo novo e conseqüentemente desenvolver-se, tendo em vista os processos internos e externos que envolvem esse percurso, assim como Prestes, consideramos a expressão *zona de desenvolvimento iminente (ZDI)* a mais adequada às concepções vigotskianas, pois, enquanto imediato conduz à ideia de algo que acontece numa sequência sem intermediários, de forma instantânea, a palavra iminente nos faz pensar em algo que está para acontecer, um processo não necessariamente instantâneo que pode ser mediado.

A experiência de ensino e de aprendizagem relatada a seguir baseou-se no princípio da interação social como ponto de partida para a socialização e apropriação dos novos conhecimentos e nas características das zonas de desenvolvimento real e iminente apresentados acima.

Sobre o processo de ensino e aprendizagem em Instrumentalização para o ensino de Química

A disciplina Instrumentalização para o ensino de Química é uma disciplina de quinto semestre e possui uma carga horária de sessenta horas. No semestre de 2019.2, as aulas ocorreram nos dias de quinta-feira, das 13:30 às 17:05, onde contamos com a participação de sete estudantes ao longo do processo.

Ao planejarmos a componente, visamos abordar os seguintes instrumentos para o ensino de Química: quadro, experimentação, jogos, teatro, dinâmica, modelos, livro didático e recursos tecnológicos digitais, como vídeo-aula, objetos educacionais digitais, simuladores, etc.

A primeira aula contou com a apresentação dos professores, da disciplina, com o levantamento do perfil da turma e uma dinâmica intitulada *Conteúdo versus instrumento*. Neste momento, buscamos conhecer nossos estudantes, convidá-los para mergulhar conosco no processo de ensino e perceber quais instrumentos didáticos eram familiares para eles. Desde o primeiro contato, a turma mostrou-se bastante participativa, o que facilitou a interação ao longo do semestre.

As aulas posteriores foram direcionadas da seguinte forma: inicialmente, levantávamos as concepções dos estudantes acerca do instrumento didático que seria trabalhado a fim de compreender a zona de desenvolvimento real apresentada por eles quanto ao assunto abordado. Em seguida, partindo do conhecimento prévio socializado, discutíamos o assunto e disponibilizávamos textos que permitiam a reflexão acerca do instrumento abordado e fomentavam as discussões. Após trabalhar o conteúdo, visando favorecer a instrumentalização teórico-prática para o Ensino de Química (objetivo principal da disciplina), propomos a elaboração de microaulas onde os estudantes deveriam fazer uso do instrumento estudado.

De modo geral, foram realizadas seis atividades durante o semestre: Atividade 01 – Aula quadro + experimento, Atividade 02 – Apresentação do Projeto⁴ Um Cientista na Cozinha para a Comunidade durante a 18ª Semana de Química da UNEB, Atividade 03 – Aula ludicidade, Atividade 04 – Aula livro didático + modelos, Atividade 05 – Aula Recursos tecnológicos digitais, Atividade 06 – Avaliação dos processos de ensino e aprendizagem/ autoavaliação.

Na realização da primeira atividade proposta, em que os estudantes tiveram que ministrar uma microaula utilizando o quadro e um experimento, delegamos o conteúdo que deveria ser contemplado. Nas demais microaulas, os deixamos à vontade quanto à escolha do conteúdo, uma vez que, tão importante quanto refletir sobre a natureza do conteúdo e escolher os recursos adequados para favorecer o ensino e a aprendizagem, algo que norteia a prática docente, foi escolher conteúdos que seriam contemplados de acordo com a natureza dos instrumentos adotados.

A estratégia utilizada durante a realização das microaulas era a seguinte: o estudante ministrava um conteúdo fazendo uso do(s) instrumento(s) indicado(s) e em seguida, iniciávamos o momento da discussão. Deixávamos que o próprio estudante avaliasse sua aula, que os colegas fizessem os comentários/críticas e posteriormente, nós, docentes da componente, avaliávamos e fomentávamos ainda mais as discussões.

Na avaliação de cada aula, analisávamos o plano de aula elaborado, o domínio do conteúdo, o tempo e o uso do instrumento. Tais critérios de avaliação eram previamente estabelecidos e disponibilizados aos estudantes.

ANALISANDO O PROCESSO DE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO

A primeira aula foi importante para conhecer as expectativas dos estudantes em relação à componente e perceber quais instrumentos eram familiares para eles no início do processo. Sobre as expectativas quanto à disciplina Instrumentalização para o Ensino de Química, quatro dos sete estudantes explicitaram que esperavam que a componente os ajudasse a ensinar os conteúdos de Química por meio dos instrumentos abordados, uma das estudantes afirmou que acreditava que a componente exploraria suas competências e habilidades “frente a ministração de uma aula”, outra estudante informou que esperava que a componente minimizasse sua insegurança quanto ao trabalho docente e outra estudante afirmou que gostaria de aprender novas formas de trabalhar os conteúdos. Para nós, todas as expectativas relacionavam-se direta ou indiretamente aos nossos objetivos e foram atendidas, uma vez que, ao concluirmos o processo, todos os estudantes informaram que as mesmas foram alcançadas e até, superadas. Trabalhamos diversos instrumentos pedagógicos, exploramos as competências e habilidades dos estudantes e possibilitamos o

⁴ Neste trabalho não descreveremos a atividade 02, pois tratou-se de um projeto desenvolvido por estudantes de Química Geral 1 em parceria com os estudantes de Instrumentalização para o ensino de Química. Os resultados alcançados com esta experiência fogem do escopo do trabalho e poderá ser apresentado em outro momento.

desenvolvimento das mesmas e/ou o surgimento de novas. Por exemplo, a estudante que informou que gostaria de trabalhar a questão da insegurança, mostrou-se gradativamente mais segura ao longo do processo, destacando-se na microaula destinada ao uso do teatro no ensino de Química, onde preparou uma aula diferenciada, com direito a cenário e atuação.

Sobre os instrumentos aos quais os estudantes tinham alguma familiaridade ou conhecimento ao iniciarmos a componente, foram mencionados os seguintes: quadro, experimentação, simulador, livro e tabela periódica. Vale destacar que ao longo do processo todos estes recursos foram teoricamente discutidos e contemplados nas microaulas, caracterizando ciclos de reflexão x ação x reflexão da ação.

Em relação às interações entre os pares, vale destacar que os estudantes eram bastante unidos e participativos, o que contribuía para que as aulas fluíssem de forma prazerosa e proveitosa. Aprendíamos uns com os outros. Na medida em que os desafios eram lançados, os estudantes se engajavam na resolução do problema, o que lhes favorecia a aprendizagem e, posteriormente, o início de um processo de desenvolvimento. Um exemplo de um dos desafios foi a atividade 03, uma microaula onde eles deveriam abordar um conteúdo químico utilizando o tipo de instrumento lúdico sorteado, foram eles: jogos, teatro, experimentação, dinâmicas. Esta atividade causou bastante inquietação nos discentes durante o processo de planejamento, pois a ludicidade apareceu como um elemento novo. Percebemos a inquietação e engajamento durante o planejamento das aulas, pois fomos consultados alguma vezes para auxiliá-los neste processo. De acordo com Vigotski (2007, p.171):

é precisamente com o auxílio dos problemas propostos, da necessidade que surge e é estimulada, dos objetivos colocados perante o adolescente que o meio social circundante o motiva e o leva a dar esse passo decisivo no desenvolvimento do seu pensamento.

Neste sentido, podemos inferir que o estudo e a tentativa de dar conta do desafio proposto favoreceram o desenvolvimento dos estudantes. Todos, sem exceção, realizaram a atividade com muito empenho e êxito.

Durante as microaulas, procurávamos observar se apareciam as características principais do instrumento em questão, conforme discussão feita anteriormente. Para elucidar o processo, por limite de espaço desse artigo, detalharemos parte dos registros e observações quanto ao caminho percorrido por uma das estudantes, a qual nos referiremos como Mara, nome fictício a fim de preservar a identidade da envolvida. A escolha por esta estudante deve-se ao fato de apresentar, inicialmente, maior dificuldade quanto ao uso de alguns instrumentos e desenvoltura nas microaulas, o que, para nós, a colocava numa zona de desenvolvimento real um pouco inferior a dos demais. Essa diferença quanto aos níveis de desenvolvimento em que os estudantes se encontravam naquele momento relaciona-se, entre outros fatores, ao processo formativo dos discentes. Enquanto os seis estudantes

da turma eram licenciandos e já tinham familiaridade com algumas questões relacionadas ao ensino de Química, Mara acabava de ingressar no curso, oriunda de outra universidade pública onde concluiu o Bacharelado em Química. Segundo ela, em Instrumentalização para o ensino de Química ela daria a sua primeira aula. Isso nos chamou atenção e despertou um olhar ainda mais cuidadoso.

Sabemos que cada indivíduo assimila os conhecimentos de forma específica e no seu tempo. Desta forma, não esperávamos que todos se desenvolvessem na mesma proporção e da mesma maneira, e sim que, com o nosso auxílio, aprendessem a utilizar os instrumentos e desenvolvessem habilidades que possam, no futuro, deixar de fazer parte de uma zona de desenvolvimento iminente e se torne uma zona de desenvolvimento real.

Sobre o uso do quadro, primeiro instrumento pedagógico abordado, Mara não expôs o que pensava, pois não estava na discussão. Sinalizamos que era importante organizar o quadro dividindo-o em espaços, de modo que o estudante possa acompanhar o que esteja sendo abordado, colocando a data, o título do assunto, bem como os subtítulos, usando cores variadas do marcador de quadro, o apagador e letras legíveis.

Em relação à utilização de experimento, ao indagarmos como dariam aula usando a experimentação, Mara informou que inicialmente discutiria o que seria feito sem apresentar os conceitos e dizer o que iria ocorrer. Para ela, as etapas envolvidas no uso deste instrumento seriam a observação, a discussão e a construção de conceitos. Ao discutirmos sobre este recurso, expomos que é importante problematizar o experimento, que o estudante seja participativo, opinando sobre o que está acontecendo e entendendo que a explicação necessita de conceitos científicos, de modo que, boa parte do tempo destinado ao uso deste recurso deverá ser voltado para discussão e interpretação do fenômeno abordado. Na ocasião, apresentamos o equipamento Autolabor, um carrinho contendo equipamentos e reagente variados para fazer práticas em sala de aula com pequenas quantidades de materiais, uma alternativa para as escolas quando não há laboratório.

Na microaula destinada ao uso dos instrumentos quadro e experimento, em relação ao primeiro, Mara contemplou a maioria dos aspectos abordados, sendo que usou uma única cor de marcador e uma vez apagou o quadro com o dedo. Quanto ao segundo, contemplou parcialmente os aspectos abordados, pois a problematização não aconteceu, havendo pouca articulação entre o experimento e a teoria. Consideramos que o aprendizado sobre a utilização desses instrumentos ocorreu, evidenciado pelo seu uso de modo adequado em geral, considerando os aspectos abordados, expressando uma compreensão intrasubjetiva, que em momento anterior foi intersubjetiva, na interação dos professores com a estudante (VIGOTSKI, 2009), mas também da sua vivência, pois no caso do quadro não houve tal relação entre docentes e a discente, o que talvez contribuiu para não contemplar todos os aspectos abordados no uso deste instrumento.

Outros critérios avaliados foram o tempo, que deveria ser 15min e o plano de aula, que deveria contemplar algum modelo da literatura. A estudante usou 32min e 59s,

demonstrando que estruturou de modo inadequado a abordagem do conteúdo para o tempo disponível, algo que pode ser ajustado no processo formativo. Elaborou um plano contendo: cabeçalho, assunto, objetivos, técnica, estratégia, avaliação, referências. Contemplou aspectos importantes, porém esperávamos que colocasse de modo explícito uma tendência pedagógica, algo que apareceu em planos de outros estudantes. Isso pode ser atribuído ao fato do modelo seguido não contemplar tal aspecto e também ela está ingressando na UNEB como portadora de diploma de Bacharelado em Química, possivelmente a estudante não teve acesso a este conteúdo anteriormente, diferente dos demais colegas. Foi uma oportunidade de checarmos sua zona de desenvolvimento real e mediar tal conteúdo em sala, o que fizemos por meio do retorno dos planos para os estudantes, antes de ministrarem a 2ª microaula.

O último critério avaliado, não menos importante, foi o conteúdo químico. Embora não seja o foco da componente, era uma oportunidade de checar o desenvolvimento conceitual da estudante, pois em geral trabalham no ensino médio e depois no nível superior num nível mais aprofundado, ao ser abordado em componentes de química, bem como em componentes relacionadas ao ensino de química, como neste caso.

Conforme Vigotski (2009) usar adequadamente o conceito significa ter consciência deste. Tomar consciência implica uma mudança de estruturas, uma mobilização de funções psicológicas que possibilite a passagem da operação do plano da ação para o plano do pensamento, e deste para o plano na linguagem. Essa mobilização de estruturas favorece o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, que têm como traços característicos a tomada de consciência dos conceitos e do próprio pensamento. **Ter consciência de um conceito, para nós, significa saber explicitar o significado, aplicar em situações diferentes e justificar o uso.** No caso analisado, a estudante demonstrou nível de consciência adequado em boa parte do conteúdo escolhido. Entretanto, houve uma pequena distorção em relação ao aceite pela comunidade científica. Então, chamamos atenção para o considerado correto. Desta forma, oportunizamos, trabalhando na zona de desenvolvimento iminente dela, aproximar-se de um nível de consciência adequado, o que contribuirá no seu processo formativo e desenvolvimento intelectual.

É relevante pontuar que a forma de cada estudante ministrar a sua microaula servia de subsídio para o outro colega, por exemplo: aquele (a) que usou de modo mais adequado o quadro, proporcionou que o (a) outro (a) em outra ocasião, pudesse demonstrar melhoria no uso de tal recurso, verificando um desenvolvimento evidenciado pela repetição e uso consciente do recurso.

Para a ludicidade, questionamos o que entendiam e os tipos. Os estudantes relacionavam ludicidade ao lazer e a brincadeira e sinalizaram jogo e teatro como tipos de instrumentos lúdicos. Abordamos uma ideia geral de lúdico e como tipos, acrescentamos aos citados pelos estudantes, a experimentação e dinâmica. Em todos esses frisávamos que deve haver em sua abordagem um equilíbrio entre as funções lúdica e educativa, além de caracterizar o significado de cada tipo de recurso lúdico trabalhado.

Mara preparou a sua 2ª microaula usando a dinâmica como tipo de ludicidade para abordar o conteúdo Hidrocarbonetos. Consistia nos estudantes montarem as fórmulas de compostos com a mediação da professora, porém isto ocorreu no início da aula e depois seguiu usando o quadro sem dialogar com a dinâmica, dificultando a explicitação do uso, bem como do equilíbrio lúdico-educativo. Em alguns momentos da microaula, Mara dava as costas aos colegas (que representavam seus alunos) e isso os deixava livres para interagir entre eles, com pouco envolvimento com a turma quanto ao conteúdo abordado. Questões como essas eram discutidas a fim de que os alunos refletissem sobre sua postura em sala de aula. Apesar das dificuldades apresentadas, ainda assim houve um aprendizado, pois conseguiu usar em alguma medida a dinâmica construída, representando um certo grau de consciência.

O tempo usado foi de 20min e 47s, quando o estabelecido foi 20min. Comparando com a execução da primeira microaula, neste caso, a adequação ao tempo demonstra um melhor planejamento e controle da intervenção. No plano de aula, além da data e identificação da estudante e da componente, foram contemplados os seguintes tópicos: tema, objetivo geral, objetivos específicos, conteúdos, metodologia, recursos didáticos, avaliação e bibliografia. Ao comparar com o primeiro plano de aula, percebemos que a estudante conseguiu escrever um plano mais elaborado, entretanto, confundiu metodologia com estratégia e não explicitou a tendência pedagógica adotada. Quanto ao conteúdo químico abordado foi apresentado sem distorção conceitual.

Outro ponto era verificar a ressonância entre os planos e as aulas. De modo majoritário assumia-se nos planos uma visão construtivista e uma execução muitas vezes tradicional. Foi uma oportunidade de discutirmos estas tendências pedagógicas, pois foram abordadas em outra componente em que, dos seis estudantes desta turma, apenas Mara não a cursou. O que pode ter influenciado na dificuldade inicial de explicitar uma tendência e colocá-la em prática. Sobre a 3ª microaula, os instrumentos contemplados foram modelo e livro didático. A turma foi unânime em caracterizar o modelo como uma representação. Em seguida, disponibilizamos livros didáticos para que identificassem modelos e conteúdos associados. Mara elencou modelos para emissão radioativa e para pressão. Em seguida, discutimos sobre importância e uso do livro didático em sala de aula.

A aula de Mara envolvendo os instrumentos citados incluiu o quadro. Ela expôs o conteúdo, usando o quadro, depois usou o livro didático e quadro, em seguida usou um modelo em que usou bolas com cores diferentes, retornando ao quadro. Trabalhou os instrumentos com suas características principais, quadro com os aspectos discutidos anteriormente, modelo como representação e livro didático sendo usado na aula. Neste sentido, mostrou a pertinência deles com a aula, indicando um certo grau de aprendizagem. O modelo é que ficou confuso, não dialogando com o quadro e o livro didático, demonstrando pouca apropriação da articulação destes dois instrumentos. Uma outra microaula usando estes mesmos instrumentos poderia possibilitar uma elevação da sua aprendizagem, trazendo consequência para seu desenvolvimento.

Quanto ao tempo, usou 35min, quando deveria utilizar 20min, demonstrando uma inadequação conteúdo e tempo, algo que aconteceu na 1^a, mas não ocorreu na 2^a microaula. O tipo de conteúdo, o número de instrumentos e a experiência com estes, influenciaram nesta ampliação. Um aspecto que também pode ter influenciado é que a aula ocorreu por mediação tecnológica, pois estávamos em isolamento social, provocado pela pandemia do COVID-19.

Em relação ao plano de aula, verificou-se a colocação do item Metodologia, algo que não apareceu no 1^o, mas apareceu no 2^o, como uma estratégia, não explicitando a tendência pedagógica. Pode-se inferir pelo que está escrito e como ela conduziu a aula, uma perspectiva tradicional, com o conhecimento centrado nela e que expõe ao estudante.

Quanto ao conteúdo químico, Mara mostrou domínio, entretanto colocou ao final da aula um aspecto que não daria para explorar nesta e isto contribuiu para ampliar o tempo e deixar o estudante sem entender o motivo de está sendo abordado.

Para o trabalho com recursos digitais levantamos exemplos e distribuímos de forma aleatória um recurso para cada estudante, a fim de que explorassem-no. Os recursos foram: simulador, blog, vídeo aula e software.

Para a 4^a micro aula, estabelecemos que deveriam usar o simulador e outro instrumento pedagógico, sendo que a ênfase deveria ser no uso do primeiro. Esta aula foi pensada para ser presencial, mas em virtude da pandemia, ocorreu por mediação tecnológica, usando o aplicativo hangout do Google.

Mara usou o power point para abordar um conteúdo químico e em dado momento, quando precisou explorar outros aspectos, usou o simulador e em seguida retornou ao power point. Mostrou uma desenvoltura adequada no uso dos instrumentos, inclusive abordando um conteúdo adequado ao simulador, que devia ser enfatizado. Isso demonstra que a estudante desenvolveu a reflexão em relação à natureza do conteúdo e a adequação dos instrumentos para a sua abordagem.

Quanto ao plano de aula, apresentou situação semelhante ao da aula anterior. Precisaria uma mediação mais individualizada, mas isto acabou não acontecendo por falta de tempo, ficando para outra oportunidade disponibilizarmos um material produzido por um dos autores deste artigo sobre o assunto, que poderá contribuir para o seu desenvolvimento.

Em relação ao tempo, usou 7min. Cabe esclarecer que inicialmente o tempo seria 20min, para a aula presencial, como precisou mudar para mediação tecnológica, os professores decidiram flexibilizar a duração, entendendo que a tendência seria o tempo diminuir em virtude da ferramenta usada. Diferente das outras microaulas, nesta, o tempo foi bem menor. Com a escolha do conteúdo e instrumentos usados a estudante poderia explorar mais o que foi abordado. Não instrumentalizamos com uma discussão a variável tempo, porém orientávamos os estudantes para que treinassem antes da apresentação. Quanto ao conteúdo houve segurança no que abordou.

Ao final aplicamos uma avaliação da disciplina e Mara apontou que suas expectativas em relação à Componente Curricular foram atendidas,

pois a disciplina apresenta aos alunos uma série de instrumentos possíveis no processo de ensino e aprendizagem de química. Orienta como melhor utilizar livros didáticos, recursos tecnológicos, experimentos, etc. contribuindo para que os futuros docentes de química trabalhem os conceitos de química de modo que os alunos possam compreendê-los.

O processo de ensino, para Mara, favoreceu a aprendizagem dos conteúdos,

pois no processo de ensino foram utilizadas atividades que visaram a minha participação e de meus colegas, assim contribuindo para que verificássemos nossos erros, acertos e grau de entendimento sobre determinado conteúdo abordado na disciplina.

Este trecho sinaliza estados de aprendizagem que proporcionaram o seu desenvolvimento no componente.

A estudante considerou também que os conteúdos abordados serão úteis para os processos de ensino e de aprendizagem em química no ensino médio, “já que os conteúdos abordados contribuem de modo que os futuros docentes de química encontrem as melhores formas de trabalharem os conceitos de química, de modo que os alunos possam compreendê-los.”

Isso foi sendo demonstrado à medida que escolhia conteúdos compatíveis com o(s) instrumento (s) a ser (em) usado (s).

Comentou que o processo avaliativo realizado, “possibilitou a nós alunos articulação entre a teoria e a prática, pois não só aprendemos sobre os instrumentos de ensino, mas também manuseamos e aperfeiçoamos os mesmos”.

O trabalho com as atividades avaliativas propostas procurou atuar na zona de desenvolvimento iminente, para que demonstrassem em que medida houve uma alteração da sua antiga zona de desenvolvimento real.

Apresentou como sugestão para a melhoria do componente curricular: “desenvolver alguma atividade que simulasse a ministração de aula voltada para alunos com necessidades especiais, já que é comum no cotidiano das escolas a presença de aluno com necessidade especial.”

Uma sugestão extremamente pertinente, inclusive porque o referencial da Psicologia Histórico-Cultural ao trabalhar com as zonas de desenvolvimento, o professor deve checar sua zona de desenvolvimento real e usar instrumentos pedagógicos pertinentes para atuar na zona de desenvolvimento iminente dele e para isso precisa o futuro professor ser instrumentalizado.

Assim, a análise aqui feita para os processos de aprendizagem e de desenvolvimento de Mara mostra como foi a sua conscientização sobre os instrumentos abordados.

É importante destacarmos que, assim como Mara, os demais estudantes avaliaram o processo de forma muito positiva. Uma das estudantes informou que foi a melhor disciplina de ensino que ela cursou até o momento. O retorno dado nos deixou com a sensação de dever cumprido, ou seja, as estratégias de ensino e as formas de avaliação nos permitiram favorecer e compreender como os estudantes se desenvolveram no que diz respeito à utilização dos instrumentos pedagógicos.

Este processo não se encerra com o componente, ao contrário está se iniciando. Novas aproximações com esses instrumentos pedagógicos possibilitarão ampliação de estados de aprendizagem e de desenvolvimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do processo nos permite inferir que o ensino realizado favoreceu a aprendizagem dos estudantes e, dessa forma, algum desenvolvimento. A zona de desenvolvimento real foi diagnosticada com as questões elaboradas para o início das discussões sobre cada instrumento.

Algumas concepções eram reforçadas e novas formas de pensar sobre os recursos emergiam por meio dos diálogos. À medida que se apropriavam dos conhecimentos, os estudantes demonstravam segurança a partir do uso consciente de cada instrumento, pois sabiam justificar a escolha dos conteúdos e as formas de abordagem.

Com os resultados apresentados é possível afirmar que conseguimos alcançar o principal objetivo do componente ministrado, que foi favorecer a instrumentalização dos licenciandos quanto ao planejamento e uso das possíveis ferramentas de trabalho, preparando-o, assim, para o exercício da docência.

Experiências como esta devem ser ampliadas no curso e na universidade e para isso o investimento na docência universitária é um caminho.

REFERÊNCIAS

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

MACEDO, J. M.; PENHA, M. R. Desmistificando a Química: investigação das definições dos estudantes do IFRO sobre o real conceito das Reações Químicas. **Educação por Escrito**, v. 5, n. 1, p. 51-67, 2014.

NASCIMENTO, G. S.; SANTOS, B. F. Aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 179-189, 2019.

PRESTES, Z. **Quando não é quase a mesma coisa**: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. 38. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

TONET, Ivo. **Educação contra o capital**. Maceió: EDUFAL, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

_____. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO DE AMINAÇÃO REDUTIVA PROMOVIDA POR MICROONDAS PARA SÍNTESE DE FENILETENILAMINAS

Data de submissão: 23/01/2024

Data de aceite: 01/03/2024

Lucas Ornelas Oliveira Queiroz

Universidade do Estado da Bahia,
Departamento de Ciências Exatas e da
Terra, Salvador-BA, Brasil

Idália Helena Santos Estevam

Universidade do Estado da Bahia,
Departamento de Ciências Exatas e da
Terra, Salvador-BA, Brasil.
<https://lattes.cnpq.br/0764021937598010>

RESUMO: Transformar recursos naturais utilizando cinamaldeído como aldeído de partida e a morfolina para realizar a síntese de feniletetilaminas é o objetivo desse trabalho. A aminação redutiva é um dos métodos mais utilizados para síntese de novas aminas, conhecidas por suas propriedades medicinais. Buscando aplicar alguns dos princípios da Química Verde o presente trabalho utiliza o cinamaldeído que tem sua origem vegetal, é promovida por microonda e apresenta o ácido fórmico como agente redutor. Os produtos foram separados por extração ácido-base usando clorofórmio na fase orgânica. A extração ácida separa as aminas dos outros componentes da reação. Com a fase orgânica do estrato ácido foram

feitas análises no Cromatógrafo Gasoso-FID, a fim de obter as taxas de conversão do aldeído em produtos de cada reação. As reações foram promovidas por microondas, utilizando um tubo de reação com capacidade de 10 mL, realizando estudos das variáveis, sendo elas a temperatura e o tempo. Os resultados indicam que a 100° após 10min observa-se uma taxa de conversão de 50%, considerando que não se formam sub-produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Aminoação Redutiva, Química Verde, Reação em água, Microondas.

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF THE MICROWAVE-PROMOTED REDUCTIVE AMINATION METHOD FOR THE SYNTHESIS OF PHENYLETHENYLAMINES

ABSTRACT: Transforming natural resources using cinnamaldehyde as the starting aldehyde and morpholine to carry out the synthesis of phenylethylamines is the objective of this work. Reductive amination is one of the most used methods for the synthesis of new amines, known for their medicinal properties. Seeking to apply some of the principles of Green Chemistry,

this work uses cinnamaldehyde, which has vegetable origin, is promoted by microwaves and presents formic acid as a reducing agent. The products were separated by acid-base extraction using chloroform in the organic phase. Acid extraction separates the amines from the other components of the reaction. Analyzes were carried out using the Gas Chromatograph-FID with the organic phase of the acidic layer, in order to obtain the conversion rates of the aldehyde into products of each reaction. The reactions were promoted by microwaves, using a reaction tube with a capacity of 10 mL, carrying out studies of the variables, namely temperature and time. The results indicate that at 100° C after 10 minutes a conversion rate of 50% is observed, considering that no by-products are formed.

KEYWORDS: Reductive Amination, Green Chemistry, Reaction in water, Microwaves.

INTRODUÇÃO

O cinamaldeído (E-3-fenilpropenal) é encontrado em abundância na natureza pois está presente no óleo essencial extraído da canela, mas precisa ser isolado pois é obtido em uma mistura juntamente com o ácido cinâmico (ácido E-3-fenilpropenoico) (ZALIVATSKAYA; ZAKUSILO; VASILYEV, 2020). Cientistas investigaram uma síntese na formação de benzaldeído a partir do cinamaldeído. Essa substância é sintetizada a partir da oxidação utilizando hipoclorito de sódio, tendo como catalisador -ciclodextrina na reação (Yang et al., 2012). Afirma-se que é o segundo composto mais utilizado no mundo em diversas áreas como perfumarias, cosméticos, indústrias alimentícias e farmacêuticas (Yang et al., 2012). Os derivados do cinamaldeído podem ser obtidos a partir de recursos renováveis de plantas e madeiras. A presença de duas funcionalidades reativas, sendo elas a ligação dupla entre carbonos e o carbono da carbonila no grupo funcional aldeído presente na molécula, torna esse composto úteis nos blocos de construção para a síntese de várias substâncias, sendo um recurso natural, evidenciando a Química Verde no qual este trabalho tem como motivação esse princípio (ZALIVATSKAYA; ZAKUSILO; VASILYEV, 2020).

A aminação redutiva de carbonilas com aminas é um dos métodos mais convenientes e diretos para a síntese de aminas, realizada em um único recipiente, sob condições amenas, sendo compatível com muitos grupos funcionais. (WANG *et al.*, 2012). Esse processo de oxidação-redução para ligar grupos alquil, alquilaril, aril, etc, com o grupo funcional amino primário/secundário, relata ser um processo muito aplicado na síntese orgânica para formar ligações carbono-nitrogênio, destacando a afinidade dos compostos carbonílicos, entre eles os aldeídos, como um dos principais mecanismos para essa reação, a adição nucleofílica (JIANU, 2021).

As aminas são sintetizadas a partir de aldeídos ou cetonas, onde as reações com aminas na presença de um agente redutor sendo um método bastante utilizado para formar novas aminas alquiladas (FU *et al.*, 2007).

A demanda crescente por processos mais sustentáveis requer uma transferência de energia eficiente e mais segura, que pode ser alcançada por meio de aquecimento

dielétrico por micro-ondas que resulta em notável redução no tempo e atingindo reações mais limpas (MANZOLI *et al.*, 2019) "ISSN": "21680485", "abstract": "The development of sustainable protocols for the reductive amination is a highly desirable pursuit in the domain of green synthesis. Magnetic nanocatalysts have found a unique niche in chemical synthesis in recent years as the recovery of expensive and/or toxic catalysts after their use are some of the salient features of these greener processes. Herein, we report the application of a recyclable nickel silica eggshell iron-based magnetic nanoparticles (Fe₃O₄@SiO₂-Ni. Este equipamento emite radiação eletromagnética não ionizante, com frequência de 300 a 300.000 MHz que está relacionado a comprimentos de onda de 1 mm a 1 m. As primeiras reações orgânicas ocorridas em forno de microondas doméstico foi em 1986 em trabalhos individuais pelos cientistas Gedye e Guigere. São muitas as vantagens relacionadas a essa forma de realizar sínteses, dentre elas, as substâncias absorvem bem micro-ondas comparado ao aquecimento convencional, o reator ou recipiente da reação pode ser transparente, ou seja, não interfere na absorção da energia, entretanto, essa energia é transferida diretamente para a amostra. Devido a esses estudos, essas sínteses acabam tendo uma maior possibilidade de melhorar o rendimento, tendo um melhor aproveitamento da substância, diminuindo sua decomposição térmica (SANSEVERINO, 2002).

O ato de planejar um experimento químico é de suma importância para que possam ser discutidas as medidas a serem tomadas para melhorar e aprimorar os resultados obtidos. Entretanto, é preciso saber a influência das variáveis a serem estudadas durante a síntese, entendendo os processos que estão sendo monitorados para aperfeiçoar os ganhos de um determinado sistema. Dessa forma, o planejamento fatorial é utilizado para interpretar e colher o máximo de informação com o menor número de experimentos possíveis, facilitando o entendimento do resultado final (CARVALHO *et al.*, 2023).

Na química orgânica, têm-se o exemplo da síntese de biodiesel de óleo de palma usando etanol como agente acilante, na qual a influência das variáveis que afetam o rendimento, neste caso, a temperatura e a razão molar, foram estudadas visando determinar as condições que maximizem a obtenção de biodiesel e, então, os experimentos adotaram a metodologia de planejamento fatorial que possibilita verificar a influência das variáveis e suas interações no rendimento de um determinado processo com grande economia de tempo, material e recursos (SILVA *et al.*, 2011).

A cromatografia gasosa é uma técnica consolidada para análise de misturas que contém compostos voláteis, sendo que seu uso está amplamente difundido nos laboratórios de pesquisas das mais diversas áreas (PEDROSO, 2011). O sistema de detecção do instrumento analítico deve responder aos analitos previamente separados na coluna cromatográfica e que chegam ao detector como bandas discretas em fase gasosa e, neste trabalho, é utilizado o detector de ionização por chama (FID - *flame ionization detector*) onde o detector irá monitorar a passagem dessas bandas discretas, resultando em um sinal transiente (PEDROSO, 2011).

MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os reagentes e solventes utilizados nas reações, são padrão analítico (P.A.), foram adquiridos comercialmente e utilizados sem purificação prévia.

As reações foram realizadas em meio aquoso, assistidas por micro-ondas. Utilizaram-se métodos de análise quantitativa para determinar a taxa de conversão dos reagentes em produtos através do Cromatógrafo Gasoso (GC-FID), as condições reacionais foram otimizadas utilizando planejamento fatorial de experimentos.

Otimização das condições reacionais

A partir dos reagentes trabalhados, foram utilizados 1,2 mmol do cinamaldeído, 1 mmol da morfolina, 1,2 mmol do ácido fórmico em 2,5 mL de água destilada. Portanto, foi utilizado o aldeído cinâmico em excesso para dar início a reação.

A reação foi feita em micro-ondas utilizando as condições a seguir representada pela reação global representada na Figura 1

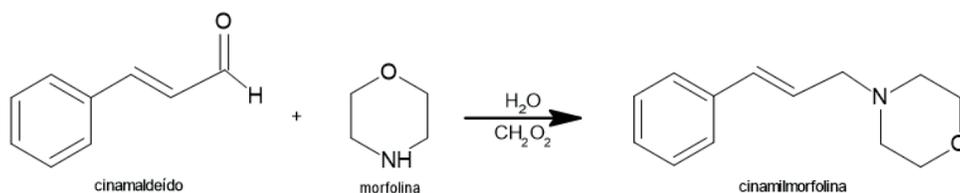


Figura 1 - Reação global aaminação redutiva.

Fonte: autoria própria

Entradas	t_{\min} (10 e 60)	Temp. (°C)	Ag. Redutor
1	60	100	CH_2O_2
2	10	100	CH_2O_2
3	60	50	CH_2O_2
4	10	50	CH_2O_2

Tabela 1. Planejamento fatorial de duas variáveis e dois níveis

Os dados da tabela 1 representam a matriz de planejamento fatorial de duas variáveis e dois níveis, resultando em quatro experimentos.

Após o término de todas as reações, foram feitas as extrações com clorofórmio utilizando 1 mL, além de conferir o pH destacando a acidez em todos (pH entre 2 e 3). Portanto, foi extraída a fase orgânica dos quatro tubos de reação e foram colocados em outros 4 frascos as fases extraídas.

Preparo da curva analítica para Cinamaldeído

O preparo da solução estoque foi realizado com uma concentração de 1800 ppm diluindo 18 mg do aldeído cinâmico para 10 mL de clorofórmio. Partindo dessa solução estoque, foram utilizadas as alíquotas de 200 μ L, 400 μ L, 600 μ L, 800 μ L e 1000 μ L e diluídas nos respectivos 5 balões volumétricos de 5 mL para obter a curva analítica.

Análise cromatográfica de cinamaldeído e extratos orgânicos

As análises foram realizadas no cromatógrafo CG-FID, modelo 2010-plus, marca: Shimadzu, coluna capilar Rx de 30m. As condições foram otimizadas para gás de arraste: Hélio, vazão: ; T inj: Programa de aquecimento da coluna:

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Curva de analítica com padrões de Cinamaldeído

Inicialmente, foi traçada uma curva analítica a fim de se obter a concentração de cinamaldeído presente na fase orgânica das reações estudadas.

A partir da curva analítica, foi possível calcular as concentrações em ppm para cada ponto da curva e posteriormente, levar as cinco soluções para fazer análise da curva no cromatógrafo, que permitiu a identificação dos picos do reagente em questão no tempo de retenção de 10min, observando o valor da área detectada pelo equipamento como apresentado na tabela 2.

Curva	Estoque CnCHO (ppm)	Volume da solução (mL)	Alíquotas (mL)	Área CG (CnCHO)	Concentração CnCHO (ppm)
1	1800	5	0,2	14944,4	72
2	1800	5	0,4	37527,9	144
3	1800	5	0,6	59571,7	2216
4	1800	5	0,8	83567,7	288
5	1800	5	1	103823,1	360

Tabela 2. Dados para construção da curva analítica

Com as áreas obtidas pelos cromatogramas para obtenção da curva analítica, foi possível através do gráfico plotado no Excel mostrado na figura 4, calcular as concentrações de cinamaldeído para os extratos orgânicos das reações de 1 a 4 realizadas em meio ácido.

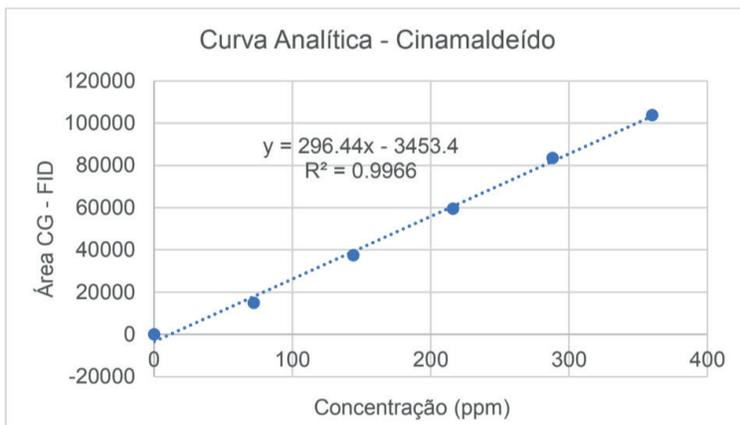


Figura 4 - Área CG-FID versus Concentração (ppm).

Fonte: autoria própria

Conseqüentemente, com gráfico gerado da curva analítica foi possível analisar os picos dos sinais de cinamaldeído em cada uma das quatro amostras extraídas de cada entrada, podendo converter área em concentração através da equação da reta. A partir desses resultados mostrados pelo cromatógrafo após injetar as amostras, foi possível calcular o fator de conversão em porcentagem.

Determinação do fator de conversão para cinamaldeído

Diante dos resultados obtidos, foi feita uma análise quantitativa através do cromatógrafo (CG-FID). As quatro amostras coletadas foram levadas ao equipamento a fim de se obter em quantidade o quanto de reagente foi convertido em produto e, a partir disso, foi possível observar variações nas porcentagens de conversão do cinamaldeído em produto para cada uma das amostras. Na tabela 3 foram registrados os resultados das áreas e da concentração do CNCHO de cada amostra após a extração.

Planejamento (HCOOH)	Condições reacionais (T°C e tempo)	Área CG (CnCHO)	Concentração (ppm)
Fase orgânica ácida - 1	100°C e 60 minutos	37636,5	144,415597
Fase orgânica ácida - 2	100°C e 10 minutos	19593,7	86,36843291
Fase orgânica ácida - 3	50°C e 60 minutos	20772,1	90,15957276
Fase orgânica ácida - 4	50°C e 10 minutos	44232,7	165,6368433

Tabela 3. Dados obtidos pela análise cromatográfica dos picos do cinamaldeído de cada amostrada fase orgânica após as extrações.

Esses dados acima estão relacionados às diferentes condições reacionais em relação às variáveis estudadas. Ao quantificar o reagente que foi consumido, reflete na eficiência das variáveis utilizadas depois das análises de cada amostra. Na tabela 4 apresentam-se as porcentagens de conversão já calculadas, obtidas em pico de cinamaldeído que foi convertido em produto.

Entradas	t_{\min} (10 e 60)	Temp. (°C)	Ag. Redutor	%Conv. (CnCHO)
1	60	100	CH ₂ O ₂	12,59887884
2	10	100	CH ₂ O ₂	50,97718954
3	60	50	CH ₂ O ₂	48,47064946
4	10	50	CH ₂ O ₂	0

Tabela 4. Valores de conversão do CNCHO no produto esperado.

Na entrada 1 foi identificado um baixo rendimento em relação às outras entradas (com exceção da entrada 4) deduzindo que seria uma quantidade de tempo muito alta para uma temperatura de 100°C, e isso é confirmado logo na análise da entrada 2 já que com a redução do tempo de reação mantendo a mesma temperatura, a porcentagem de conversão aumenta drasticamente atingindo quase 51%.

Ao diminuir a temperatura nas entradas 3 e 4, a variável que também será essencial é o tempo. Na entrada 4 não foi possível constatar a transformação dos reagentes em produtos pois o pico do cinamaldeído não foi identificado na análise cromatográfica. O planejamento fatorial ajudou nesse sentido de estudar as variáveis com poucos experimentos, possibilitando a comprovação de algumas condições reacionais serem mais eficientes que outras.

CONCLUSÃO

O trabalho feito utilizando matéria-prima renovável corrobora um dos princípios da Química Verde, que proporciona a realização de síntese orgânica, com ideias sustentáveis, diminuição de impactos ao meio ambiente, disponibilidade para outros grupos funcionais e de baixo custo. Através do método de Aminoação Redutiva é possível afirmar que é uma maneira simples, seletiva e de baixa toxicidade para a sua aplicação, permitindo as transformações de amins primárias e secundárias. O uso do micro-ondas favoreceu os estudos, sendo um método eficaz, simples e rápido para a reação em questão devido as suas vantagens.

O estudo do CNCHO foi de grande relevância para podermos identificar suas propriedades e assim, determinar a quantidade que iria ser utilizada para dar início aos processos. Portanto, a cromatografia gasosa (GC-FID) neste trabalho teve eficácia na identificação da presença de cinamaldeído nas amostras, possibilitando calcular os fatores

de conversão. Entretanto, essas reações são utilizadas tendo como reagente principal o Cinamaldeído (CNCHO), seguindo os critérios da sustentabilidade que a Química Verde propõe. Os resultados atestam sucesso na etapa de otimização do método obtendo 50% de conversão na melhor condição reacional.

REFERÊNCIAS

DOYLE, Amanda A. *et al.* Cinnamaldehydes: Synthesis, antibacterial evaluation, and the effect of molecular structure on antibacterial activity. **Results in Chemistry**, [s. l.], v. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2019.100013>

FU, B. *et al.* Recent progress in reductive amination reaction. **Chinese Journal of Organic Chemistry**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 1–7, 2007.

JIANU, Calin. Reductive methylation of homogeneous primary β -lauryl/myristyl 7/3 polyethyleneoxy $n = 3$ -18 ethylamines under phase-transfer catalysis conditions. **Molecules**, [s. l.], v. 26, n. 15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26154612>

MANZOLI, M. *et al.* Microwave-Assisted Reductive Amination with Aqueous Ammonia: Sustainable Pathway Using Recyclable Magnetic Nickel-Based Nanocatalyst. **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**, [s. l.], v. 7, n. 6, p. 5963–5974, 2019.

PEDROSO, M. P. Detecção em cromatografia gasosa rápida e cromatografia gasosa bidimensional abrangente. **Scientia Chromatographica**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 145–154, 2011.

SANSEVERINO, Antonio Manzollilo. Microondas em síntese orgânica. **Química Nova**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 660–667, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400022>

SILVA, G. dos S. *et al.* Desempenho de diferentes lipases imobilizadas na síntese de biodiesel de óleo de palma. **Acta Scientiarum - Technology**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 197–203, 2011.

WANG, Zhouyu *et al.* A facile one-pot process for the formation of hindered tertiary amines. **Molecules**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 5151–5163, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules17055151>

YANG, Zu Jin *et al.* β -Cyclodextrin Polymer Promoted Green Synthesis of Cinnamaldehyde To Natural Benzaldehyde in Aqueous Solution. **Supramolecular Chemistry**, [s. l.], v. 24, n. 6, p. 379–384, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10610278.2012.688119>

ZALIVATSKAYA, Anna S.; ZAKUSILO, Dmitriy N.; VASILYEV, Aleksander V. The Use of Cinnamic Acid and Cinnamaldehyde, as Bio-Based Molecules, in Organic Synthesis and Preparation of Biologically Active Compounds. **Mini-Reviews in Organic Chemistry**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 992–1011, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1570193x17999201228153003>

REMOCIÓN DE CROMO (VI) EN SOLUCIÓN ACUOSA POR LA BIOMASA DE LA CÁSCARA DE MANDARINA (*CITRUS PARADISE*)

Data de aceite: 01/03/2024

Adriana Rodríguez Pérez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación y Extensión de la
Zona Media. El Balandran
Cd. Fernández, San Luis Potosí
<https://orcid.org/0000-0002-6570-6579>

Juan Fernando Cárdenas González

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación y Extensión de la
Zona Media. El Balandran
Cd. Fernández, San Luis Potosí
<https://orcid.org/0000-0002-3502-5959>

Claudia M. Martínez Rodríguez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis
Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México
<https://orcid.org/0000-0002-5335-6137>

María Eugenia Torre Bouscoulet

Laboratorio de Micología de Docencia
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis
Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México

Jose Ismael Acosta Rodríguez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis
Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México
<https://orcid.org/0000-0001-8620-2727>

RESUMEN: En este trabajo, se analizó la capacidad de remoción de Cromo (VI) en solución por la cáscara de Toronja, determinando la concentración del metal por el método de la Difenilcarbazida, encontrando que la remoción total del metal (50 mg/L), ocurre a los 70 minutos, a pH de 1.0 y 28°C. Con respecto a la temperatura, la más alta remoción se observó a 60°C, pues a los 180 minutos, el metal (1 g/L) se remueve totalmente. A las concentraciones de Cr (VI) analizadas, la cáscara de Toronja, mostró gran capacidad de remoción. También remueve eficientemente el metal in situ, (100 % de remoción, 7 días de incubación, 5 g de biomasa), y después de 1 h de incubación, la biomasa estudiada disminuye 1.0 g de Cr (VI) con la producción simultánea de Cr (III), por lo que puede utilizarse para eliminarlo de aguas residuales industriales.

PALABRAS-CLAVE: Cromo (VI), remoción, aguas residuales, biorremediación

ABSTRACT: We studied the removal capacity of Chromium (VI) in solution by the grapefruit shell, using the diphenylcarbazine method to evaluate the metal concentration. So, the highest biosorption of the metal (50 mg/L) occurs within 70 minutes, at pH of 1, and 28 °C. According to temperature, the

highest removal was observed at 60°C, in 180 minutes, when the metal (1 g/L) is completely adsorbed. At the concentrations of Cr (VI) analyzed, grapefruit shell, showed excellent removal capacity, besides, removes efficiently the metal in situ, (100% removal, 7 days of incubation, 5 g of biomass), and after of 1 hour of incubation the studied biomass reduces 1.0 g of Cr (VI) with the simultaneous production of Cr (III), so it can be used to eliminate it from industrial wastewater.

KEYWORDS: Chromium (VI), removal, wastewater, bioremediation

INTRODUCTION

Debido a las actividades industriales, como la producción de acero, minería, cemento y curtido de pieles, ciertas zonas de la República Mexicana, tienen altos niveles de cromo en suelo y agua [1]. El uso de lodos de aguas negras o de fertilizantes con diferentes concentraciones del catión, en algunas prácticas agronómicas, son otros de los factores contribuyentes a la contaminación ambiental por el metal. Pese a que este metal es un elemento esencial para hombres y animales, niveles elevados del mismo (15 mg en agua de ríos y 0.10 mg /L en agua potable) resultan tóxicos en los seres vivos. Particularmente, el Cr (VI) tiene efectos carcinogénicos y mutagénicos en humanos, animales y bacterias [1]. El cromo hexavalente, también conocido como cromo (VI) (Cr^{6+}), es la forma tóxica del cromo metálico, mientras que algunas formas menos tóxicas de cromo se encuentran naturalmente en el medio ambiente (suelo, rocas, polvo, plantas y animales). producido principalmente por procesos industriales [2]. La inhalación de este metal puede provocar efectos cancerígenos y no cancerígenos en la salud. Efectos cancerígenos: respirar cromo (VI) durante un largo período de tiempo aumenta el riesgo de cáncer de pulmón y cáncer nasal, mientras que los efectos no cancerosos, como respirar cromo (VI) en niveles altos con el tiempo, pueden causar o empeorar ciertas condiciones de salud. , que incluyen: irritación de la nariz, garganta y pulmones (goteo nasal, tos), síntomas de alergia (sibilancias, dificultad para respirar), llagas nasales y niveles muy altos de aire en los lugares de trabajo pueden causar la perforación de la membrana que separa las fosas nasales. y se reconoce cada vez más como un neurotóxico [1].

En las aguas residuales, el Cr (VI), se encuentra en solución como CrO_4^{2-} [2], puede removerse por reducción, por precipitación química, por adsorción y por intercambio iónico [2]. Actualmente, el proceso más utilizado es la adición de un agente reductor que convierta el Cr (VI) a Cr (III) y posteriormente se le precipita con soluciones básicas a $\text{Cr}(\text{OH})_3$ [3]. Lo anterior conlleva una gran cantidad de problemas en la vida del planeta, ya que en las plantas los metales pesados terminan depositados en el suelo transportados hasta ellos por ríos contaminados, provocando diferentes efectos como: disminución del crecimiento o amarillamiento de las hojas (clorosis). Además de ser muy peligroso para la vida humana, donde los efectos pueden ser erupciones cutáneas, malestar estomacal y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmunológico, daños renales y hepáticos, cáncer de pulmón, afecciones cardíacas, óseas, testiculares y centrales y periféricas. sistema nervioso o muerte [4].

Por otro lado, ya se han estudiado diferentes materiales como potenciales biosorbentes para eliminar este metal. Esos materiales incluyen microorganismos, como bacterias, hongos, algas, desechos y material lignocelulósico, y otros, como mariscos, que pueden eliminar diferentes contaminantes de la atmósfera [5,6,7], y varios estudios han demostrado que el enlace con los metales se produce especialmente a través de los grupos carboxilo e hidroxilo, de las biomasas [8]. Algunos estudios reportados en la literatura para la remoción de este metal de sitios contaminados son con las biomasas de *Avena sativa*, [9], *Pisum sativum* [10], residuos de cebolla [11], y la biomasa modificada de *Oriza sativa* [12]. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar la capacidad de remoción de Cr(VI) en solución acuosa por la biomasa de la cascara de toronja (*Citrus paradise*).

EXPERIMENTAL

Bioadsorbente

Se utilizó la biomasa de la cáscara de Toronja (*C. paradis*), obtenida de diferentes mercados sobre ruedas de la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, en el período mayo-julio de 2022. Para la obtención de la biomasa, la cascara se lavo 24 horas a 28°C con EDTA al 10% (p/v) en agua tridesionizada, y posteriormente 1 semana con agua tridesionizada, con cambios de agua cada 12 horas, y se hirvió durante 1 hora, se secó a 80°C durante 24 horas en una estufa bacteriológica, y se molió en una licuadora, se esterilizó a 120°C por 30 minutos, y se almacenó en frascos ámbar hasta su uso.

Metodos

Se trabajó con 100 mL de una solución de 50 mg/L de Cr (VI), obtenida por dilución de una solución patrón de 71.86 mg/L preparada en agua tridesionizada a partir de K_2CrO_4 . Se ajustó el pH de la dilución a analizar con H_2SO_4 1 M y/o NaOH 1 M, antes de adicionarla a la biomasa.

Para los estudios de remoción, 1 g de biomasa celular se mezcló con 100 mL de una solución de 50 mg/L del metal (a diferentes pH's y 28°C), y se incubaron con agitación constante (100 rpm), y a diferentes tiempos se tomaron alícuotas de 5 mL cada una, se centrifugaron a 3000 rpm (5 min), y al sobrenadante respectivo se le determinó la concentración de Cr (VI), utilizando el método colorimétrico de la Difenilcarbazida [13]. Los límites de detección se encuentran en un rango de 0.02-05 $\mu g/L$ de Cr (VI).

RESULTADOS

Effect of pH on adsorption

Inicialmente, se analizó el efecto del pH y tiempo de incubación sobre la remoción de 50 mg/L de Cromo (VI) con 1.0 g de biomasa de cáscara de toronja, encontrando que la mayor remoción se obtiene a un pH de 1.0 (100%), a los 70 minutos incubación (figura No. 1).

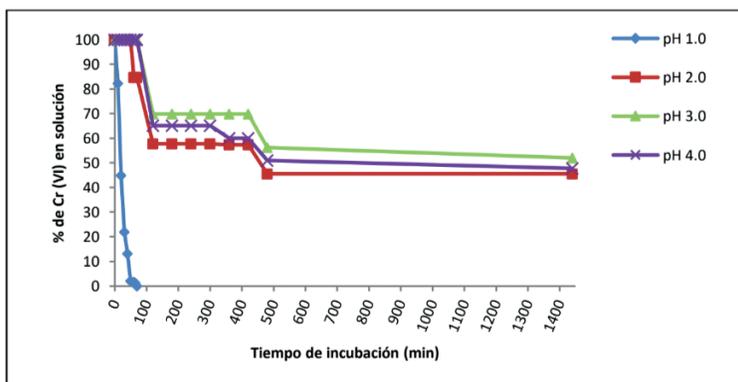


Figura 1. Efecto del pH y tiempo de incubación sobre la remoción de 50 mg/L de Cromo (VI). 28°C. 100 rpm. 1 g de biomasa.

Efecto de la temperature

En el caso de la temperatura de incubación, se observó que a la remoción es total a los 60 min, a las temperaturas analizadas (figura 2).

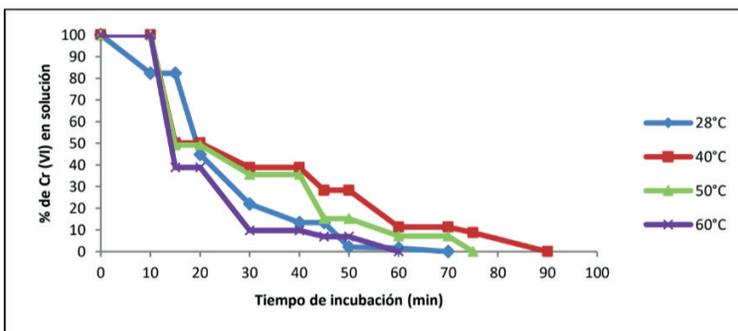


Figura 2. Efecto de la temperatura de incubación sobre la remoción de 50 mg/L de Cromo (VI). pH 1.0. 100 rpm. 1 g de biomasa

Efecto de la concentración inicial del metal

También se encontró que a una menor concentración del metal es mayor la remoción, pues 200 y 1 000 mg/L, se remueven a los 80 y 240 minutos de incubación, respectivamente, como se observa en la Figura 3.

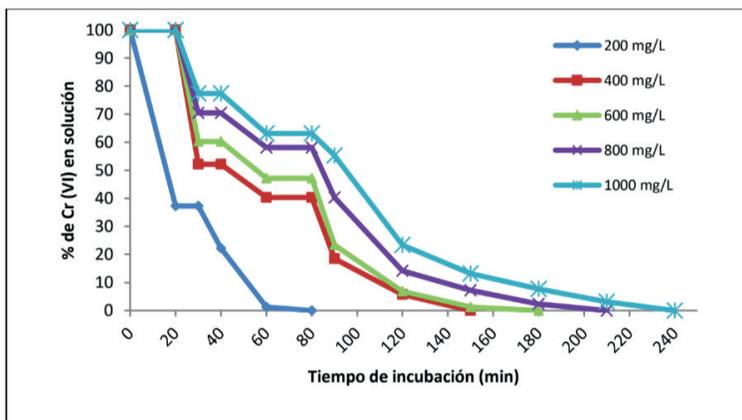


Figura 3. Efecto de concentración de Cromo (VI) sobre la remoción del mismo. 28°C. pH 1.0. 100 rpm. 1 g de biomasa.

Efecto e la concentración de biomasa

Al aumentar la cantidad de biomasa, también se incrementa la remoción de Cromo (VI) en solución como se observa en la Figura 4, pues 5 g de la cáscara remueven el 100% del metal a los 25 min, a 28°C, debido a que hay más sitios de bioadsorción del metal, ya que la cantidad de bioadsorbente añadido determina el número de sitios de unión disponibles para la bioadsorción del metal [3].

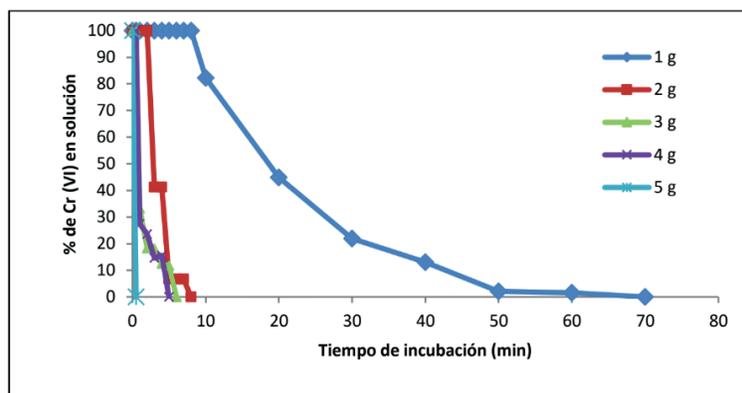


Figura 4. Efecto de concentración de la biomasa sobre la remoción de 50 mg/L de Cromo (VI). 28°C. pH 1.0. 100 rpm.

Removal of Cr (VI) de aguas residuales con la biomasa de *C. paradise*

Con el objetivo de analizar el posible uso y capacidad de la biomasa de la cáscara de toronja para eliminar Cromo (VI) de desechos industriales, se montó un ensayo de remoción en solución acuosa, en presencia de 5 g de biomasa, con suelo no estéril contaminado aproximadamente con 297 mg de Cromo (VI) / gramo de Tierra y 100 mL de agua contaminada con aproximadamente con 400 mg de Cromo (VI), resuspendiendo la tierra en agua tridesionizada a 28°C y 100 rpm observándose que a los 7 días de incubación se removió el 100 % del metal existente en ambas muestras (Figura 5).

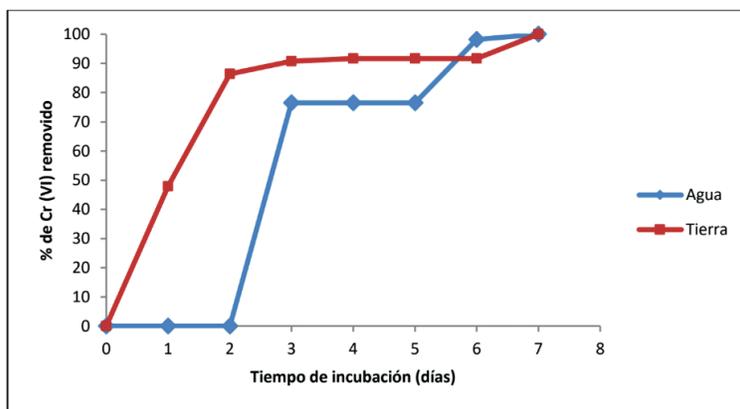


Figura 5. Biorremediación de tierra y agua contaminados con Cromo (VI) (297 mg/g de tierra y 400 mg/L de agua). 100 rpm. 5 g de biomasa. 28°C.

DISCUSION

Con respecto al efecto del pH y tiempo de incubación, nuestros resultados son menores a los reportados en la literatura, pues se ha reportado un tiempo óptimo de remoción de plomo de 60 min utilizando cáscara de naranja [14], y de 2 h para la remoción de Cromo (VI) por la corteza de eucalipto [15], y mejores a lo reportado para las semillas y la cáscara de tamarindo tratada con ácido oxálico [16,17], con tiempos de 180 y 120 min, respectivamente. Cambios en la permeabilidad, de origen desconocido, podrían explicar en parte las diferencias encontradas en el tiempo de incubación, proporcionando mayor o menor exposición de los grupos funcionales de la pared celular de la biomasa [18]. Para las biomosas naturales, la mayoría de los autores reportan un pH óptimo de 2.0 como: semillas de tamarindo [8], la corteza de eucalipto [15]; bagazo y pulpa de caña de azúcar [19] y lana [20], y un pH de 3.0 para la cáscara de tamarindo tratada con ácido oxálico [16]. El Cromo (VI) se encuentra como HCrO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_4\text{O}_{13}^{2-}$, $\text{Cr}_3\text{O}_{10}^{2-}$ [21]. Una baja en el pH causa la protonación de la superficie del adsorbente lo que induce una fuerte atracción por los iones Cromo (VI) de la solución cargados negativamente, por lo que

la bioadsorción incrementa al aumentar la acidez de la solución. Sin embargo, cuando el pH aumenta, se incrementa la concentración de iones OH⁻, induciendo cambios en la superficie del adsorbente, impidiendo la bioadsorción de los iones Cromo (VI) cargados negativamente, lo cual disminuye la adsorción del metal a esos valores de pH [22]. Los resultados obtenidos para la temperatura, son menores a los reportados para las cáscaras de litchi y naranja con un 100% de remoción a los 6 y 10 min., [23, 24] y mayores que para la cáscara de tamarindo [14], con un 98% a 58°C y 180 min para la cáscara de tamarindo. El incremento en la temperatura aumenta la velocidad de remoción de Cromo (VI) y disminuye el tiempo de contacto requerido para la completa remoción del metal, por incrementar la exposición de los grupos funcionales que reaccionan con el mismo [25].

Cuando se estudió el efecto de la remoción de diferentes concentraciones del metal, los datos obtenidos son muy similar a otros reportes de la literatura [26]. Algunos autores [27], sostienen que la cantidad de metal eliminado por las biomásas de diferentes microorganismos, tales como *Mucor hiemalis* y *Rhizopus nigricans* aumenta en proporción directa con el incremento de la concentración del ión metálico en solución. Con respecto a las otras biomásas utilizadas, la mayoría de los autores reportan menores eficiencias de remoción del metal, por ejemplo: 45 mg/L por la corteza de eucalipto [15]; 13.4 y 17.2 mg/L por bagazo y pulpa de caña de azúcar [19], 29 mg/L por fibra de coco [14], 8.66 mg/L por la lana [12].

Para el efecto de la concentración de la biomasa, se han reportado resultados similares para las cáscaras de litchi y naranja [23,24], *R. nigricans*, aunque éste último con 10 g de biomasa [25], pero son diferentes a lo reportado por Zubair y cols., [19], para la biomasa de los desechos de la mandarina (gabazo), quienes reportan una concentración óptima de biomasa de 100 mg/L.

Con respecto al ensayo que se realizó de agua y suelo contaminados se observó que a los 7 días de incubación se removió el 100 %, en ambas muestras. Esto coincide con estudios previamente analizados por diferentes investigadores, utilizando diferentes biomásas [3, 8,9 10, 11, 12, 15, 16, 20, 21,22].

CONCLUSIONES

La biomasa analizada tiene la capacidad de remover eficientemente Cr (VI) en solución, y es por esta característica que puede ser usada en la descontaminación de efluentes industriales conteniendo dicho metal, por lo que la aplicación de esta tecnología presenta un gran potencial para la eliminación de éste; además de que la biomasa es natural, fácil de obtener y transportar en grandes cantidades.

REFERENCIAS

Vitti, C, Pace A, Giovanneti L. Characterization of Cr(VI) resistant bacteria isolated from Chromium-contaminated soil by tannery activity. *Current Microbiology*. 46:1-5, 2003.

Cotton F, Wilkinson G. *Advanced Inorganic Chemistry*, 4a Ed. Chichester, Uk; John Wiley&Sons. 121. 1980.

Cervantes C, Campos-García J, Devars S, Gutiérrez-Corona F, Loza-Tavera H, Torres-Guzmán J.C, Moreno-Sánchez, R. Interactions of chromium with microorganisms and plants, *FEMS Microbiology Review*. 25, 333-347. 2001.

Razzak S.A., Faruque M.O., Alsheikh Z., Alsheikhmohamad L., Alkuroud D., Alfayez A., Zakir-Hossain S.M., Mohammad M. & Hossain M.M. 2022. A comprehensive review on conventional and biological-driven heavy metals removal from industrial wastewater. *Environmental Advances*. 7(1001689): 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100168>

Pertile E, Dvorský T, Václavík V. & Heviánková S. 2021. Use of Different Types of Biosorbents to Remove Cr (VI) from Aqueous Solution. *Life*. 11(240): 1-22. <http://doi.org/10.3390/life11030240>

Moore D. 2020. A biotechnological expansion of shellfish cultivation could permanently remove carbon dioxide from the atmosphere. *Mexican Journal of Biotechnology*. 5(1): 1-10. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2020.5.1.1>

Petros P., Heilweck M. & Moore D. 2021. Saving the Planet with Appropriate Biotechnology: 5. An Action Plan. *Mexican Journal of Biotechnology*. 6(2): 1-60. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2021.6.2.1>

Boakye P., Ohemeng-Boahen G., Darkwah L, Sokama-Neuyam Y.A., Appiah-Effah E., Oduro-Kwarteng S., Osei B.A., Asilevi P.J. & Woo S.H. 2022. Waste Biomass and Biomaterials Adsorbents for Wastewater Treatment. *Green Energy and Environmental Technology*. 2022(0): 1–25. <https://doi.org/10.5772/geet.05>

Pacheco-Castillo N.C., Cárdenas-González J.F., Moctezuma-Zárate M.G., Martínez-Juárez V.M., Rodríguez-Pérez A. & Acosta Rodríguez I. 2017. Removal of chromium (VI) in aqueous solution by oat biomass (*Avena sativa*). *Mexican Journal of Biotechnology*. 2(2): 196-205. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2017.2.2.196>

Kebede A., Kedir K., Melak F. & Girma-Asere T. 2022. Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions Using Biowastes: Tella Residue and Pea (*Pisum sativum*) Seed Shell. *Hindawi Scientific World Journal*. Vol. 2022, Article ID 7554133, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2022/7554133>

Prokopov T., Nikolova M., Taneva D., Petkova N. 2022. Removal of Chromium (VI) from aqueous solution by extracted onion processing waste. *Studii și Cercetări Științifice Chimie și Inginerie Chimică, Biotehnologie, Industrie Alimentară*. 22(4): 399-410. ISSN 1582-540X

12. Rodríguez-Pérez A., Pacheco-Castillo N., Tovar-Oviedo J., Martínez-Juárez V.M., Acosta-Rodríguez I., Muñoz-Morales A. & Cárdenas-González J.F. 2022. Remoción de Cromo (VI) en solución acuosa por la biomasa modificada de la cáscara de arroz (*Oriza sativa* L.). *Tecnología y Ciencias del Agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 13(3): 478-502. DOI: 10.24850/j-tyca-2022-03-10.

Greenberg A.E., Clesceri L.S. & Eaton A.D. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC, USA, 18th edition. 3.58-3.60.

Verma A, Chakraborty S, Basu J.K. Adsorption study of hexavalent chromium using tamarind hull-based adsorbent.

Pérez A, Meseguer Zapata V, Ortuño J.F., Aguilar M, Sáez J, Lloréns M. Removal of cadmium from aqueous solutions by adsorption onto orange waste. *Journal of Hazardous Materials*. 139, (1), 122-131. 2007.

Sarin V, Pant K.K. Removal of chromium from industrial waste by using eucalyptus bark. *Bioresource Technology*. 97, 15-20. 2006.

Agarwal G.S, Kumar H, Chaudari S. Biosorption of aqueous chromium (VI) by *Tamarindus indica* seeds. *Bioresource Technology*. 97, 949-956. 2006.

Popuri S.R, Jammala A, Naga Suresh K.V, Abuburi K. Biosorption of hexavalent chromium using tamarind (*Tamarindus indica*) fruit shell-a comparative study. *Journal of Biotechnology*. 10(3), 358-367. 2007.

Kratochvil D, Volesky B. Advances in the biosorption of heavy metals. *TIBTECH*. 16, 291-300. 2006.

Sharma D.C, Forster C.F. A preliminary examination into the adsorption of hexavalent chromium using low-cost adsorbents. *Bioresource Technology*. 47, 257-264. 2004.

Dakiki M, Khamis M, Manassra A, Mereb M. Selective adsorption of chromium (VI) in industrial wastewater using low cost abundantly adsorbents. *Advances in Environmental Research*. 6, 533-540. 2002.

Rollinson C.L. Chromium, molybdenum and tungsten, in: T. Dickson (ed), *Comprehensive Organic Chemistry*, 3a. ed. Pergamon Press, Oxford, UK, pp. 691-694. 1973.

Gadd G.M, Griffiths A.J. Effect of copper on morphology of *Aureobasidium pullulans*. *Transactions of the British Mycological Society*. 74(2), 387-392. 1980.

Acosta-Rodríguez I, Martínez-Pérez R, Cárdenas-González J.F, Moctezuma-Zarate M.G, Martínez-Juárez V.M. Hexavalent Chromium Removal by *Litchi chinensis* Sonn Peel. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 8, (1), 7-13. 2012.

Acosta-Rodríguez I, González- Sánchez H.M, Moctezuma-Zárate M.G, Cárdenas-González J.F, Martínez-Juárez V.M. Remoción de Cromo (VI) en solución por la biomasa de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* Osbeck). *Tlatemoani*. 1-17. 2012.

Wittbrodt P.R, Palmer C.D. Effect of temperature, ion strength, background electrolytes, and Fe (III) on the reduction of hexavalent chromium by soil humic substances. *Environmental Science Technology*. 30, (8), 2470-2477. 1996.

Bai R.S, Abraham T.E. Biosorption of Cr (VI) from aqueous solution by *Rhizopus nigricans*. *Bioresource Technology*. 79, 73-81. 2001.

Zubair A, Bhatti H.N, Hanif M.A, Shafiqat F. Kinetic and equilibrium modeling for Cr (III) and Cr (VI) removal from aqueous solutions by *Citrus reticulata* waste biomass. *Water, Air and Soil Pollution*. 191, 305-318. 2008.

Acosta-Rodríguez I, Coronado-Quintero E, Cárdenas-González J.F, Tovar-Oviedo J, Martínez-Juárez V.M. Hexavalent Chromium Removal by *Citrus reticulata* shell. Journal of Natural Sciences. 1(1), 29-39. 2013.

Ramírez-Ramírez R, Calvo-Méndez C, Avila-Rodríguez M, Lappe P, Ulloa M, Vázquez-Juárez R, Gutiérrez-Corona J.F. Cr(VI) reduction in a Chromate-resistant strain of *Candida maltose* isolated from the leather industry. Antonie van Leeuwenhoek. 85, 63-68. 2004.

Ahemad M. Bacterial mechanisms for Cr(VI) resistance and reduction: an overview and recent advances. Folia Microbiologica. 59, 321–332. 2014.

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA: Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), licenciado em Química (2011) e bacharel em Química Industrial (2023) pela Universidade de Uberaba, licenciado em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Docência do Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), em Ciências Naturais e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e em Química Analítica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo (FAMES) em 2024. Mestre (2015) e doutor (2018) em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Estágio Pós-Doutoral (de maio de 2020 a fevereiro de 2024) na UFU com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE) em efluentes de ETE. Atuou como Técnico de Laboratório/Química no Instituto Federal de Goiás (junho/2010 até janeiro/2022), instrutor de Formação SENAI em Minas Gerais e Goiás e foi químico e responsável técnico pelos laboratórios da Unicesumar/Polo Patrocínio (março/2023 a janeiro/2024). Atualmente, é professor concursado e lotado no Colégio Militar de Araguaína/TO. Atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos; (ii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iii) Aplicação de processos oxidativos avançados ($H_2O_2/UV\ C$, $TiO_2/UV\ A$ e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (iv) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (v) Educação Ambiental e; (vi) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências da Natureza, em especial biologia e química. É membro do corpo editorial da Atena Editora desde 2021 e já organizou mais de 75 e-books e publicou 40 capítulos de livros nas diferentes áreas de Ciências da Natureza, Engenharia Química e Sanitária/Ambiental, Meio ambiente dentre outras áreas afins.

A

Atividades industriais 35

Aguas residuais 34, 35, 39

Aprendizagem 1, 3, 4, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24

B

Biomassa 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Biorremediação 34, 39

Biosorbentes 36

C

Cascara de toronja 36

Cinamaldeído 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33

Conceitos químicos 13, 14

Conhecimento científico 15

Contaminação ambiental 35

Covid-19 2, 3, 4, 5, 11, 12, 22

Cromatografia gasosa 28, 32, 33

Cromatógrafo 26, 29, 30, 31

Cromo 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Curva analítica 30, 31

D

Desenvolvimento humano 15

Didático-pedagógicos 13, 14

Docência 13, 14, 24, 44

E

Educadores 1, 3, 7

Ensino à distância 3

Ensino de ciências 1, 5, 9

Ensino de química 20

Ensino infantil 1, 3

Ensino remoto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Estratégias pedagógicas 14

Extratos orgânicos 30

F

Fase orgânica 26, 29, 30, 31

Feniletenilaminas 26

Ferramentas digitais 4

G

Google Forms 1, 2, 5

I

Instrumentalização 13, 14, 16, 17, 19, 24

M

Metal 34, 35, 36, 38, 39, 40

Microaulas 16, 17, 18, 22

Micro-ondas 26, 28, 29, 32

Mídias digitais 1, 3

Morfolina 26, 29

O

Óleo essencial 27

P

Pandemia 2, 3, 4, 5, 11, 12, 22

Planejamento fatorial 28, 29, 32

Plano de aula 17, 19, 21, 22

Processo de aprendizagem 1, 17

Professores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 19, 22

R

Recursos pedagógicos 14

Recursos tecnológicos 16, 17, 23

Remoción 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

V

Vigotsk 45

W

Whatsapp 1, 5

QUÍMICA E TECNOLOGIA

AVANÇOS QUE MOLDAM O
MUNDO CONTEMPORÂNEO

2

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

QUÍMICA E TECNOLOGIA

AVANÇOS QUE MOLDAM O
MUNDO CONTEMPORÂNEO

2

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