

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

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

3


Atena
Editora
Ano 2021

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

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

3


Atena
Editora
Ano 2021

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

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



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



O ensino e a pesquisa em química 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
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)

E59 O ensino e a pesquisa em química 3 / Organizador
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-761-8
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.618210612>

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

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



APRESENTAÇÃO

O e-book: “O ensino e a pesquisa em química 3” é constituído por quinze capítulos que foram organizados em três grandes áreas temáticas, a saber: *i)* ensino de química: processos formativos e a importância de atividades experimentais contextualizadas; *ii)* preparo de materiais metálicos e síntese aplicada ao desenvolvimento de materiais, substâncias com propriedades biológicas e bicomustíveis e; *iii)* avaliação e monitoramento da qualidade dos recursos hídricos.

O primeiro tema é composto por sete capítulos de livro que procuraram investigar a importância do aprendizado de conceitos técnico-científicos e de atividades experimentais para o melhor aprendizado do estudante do ensino médio na área de química. O desenvolvimento de atividades de extensão voltado para o contexto social possibilitou um maior aprendizado da química por intermédio da interdisciplinaridade com outras áreas da ciência e o desenvolvimento de uma consciência ambiental, a princípio, dentro do contexto escolar e que poderá ser disseminado por toda a sociedade a fim de se atingir uma maior conscientização coletiva, proporcionando a mudança em ações e atitudes que levam a consequências negativas para o meio ambiente e retorna a espécie humana com inúmeras consequências negativas.

A segunda temática é composta por cinco capítulos que apresentaram estudos voltados para o preparo de barras utilizando a técnica de Extração por sorção em barra de agitação (SBSE), visando aumentar a inércia química e, conseqüentemente, reduzir o processo de corrosão metálica e aumentando a vida útil deste material. Os outros quatro capítulos apresentaram processos de reação de síntese com o intuito de produzir nanomateriais enriquecidos com biomassa de origem vegetal; produção de quinolina para combater a Leishmaniose que é uma doença parasitária muito presente em países tropicais como o Brasil; a síntese da 2-metilrilquinonas com elevada propriedades biológicas que podem vir a ser utilizadas na química medicinal. Por fim a reação de síntese e avaliação de um eletrocatalisador com um enorme potencial para ser utilizado em células de combustíveis para aplicação na produção de bioetanol.

O terceiro e último tema é composto por três capítulos de livro com estudos que procuraram avaliar a degradação de biodiesel utilizando processos em condições anaeróbicas; a distribuição de gás metano presente no sedimento da superfície do Lago Paranoá em Brasília. Por último, um estudo realizado e coordenado por pesquisadores da Universidade de Brasília, que objetiva a possibilidade de monitorar o uso de drogas ilícitas por meio da excreção de usuários na rede de esgoto domiciliar.


Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados no site da Editora e em outras plataformas digitais com acesso gratuito.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APRESENTAÇÃO DOS CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES DE ARRHENIUS POR MEIO DA INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO NOS ESTADOS DO ACRE E AMAZONAS

Leandro Junior Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106121>

CAPÍTULO 2..... 12

A QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: VIDEOAULAS EXPERIMENTAIS COMO FERRAMENTAS NO ENSINO REMOTO


Oswaldo Pacheco Freitas

Ludimila Barbosa dos Santos

Jéssica Del Nero

Deise Ane Oliveira Silva

Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106122>

CAPÍTULO 3..... 26

A INFLUÊNCIA DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO CONTEÚDO DE OXIRREDUÇÃO PARA O 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

Fernanda Meneses Amaral

Maria Sorileide Costa Teixeira

Rothchild Sousa de Moraes Carvalho Filho


Antônia Flávia Silva Magalhães

Maria Tamires Cordeiro Pereira

Maria Fabiana Araujo da Silva

Ana Kerly Oliveira de Brito

Patrícia Teixeira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106123>

CAPÍTULO 4..... 42

FABRICAÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO E ARTESANAL NO ALTO SERTÃO PARAIBANO: CONSCIÊNCIA AMBIENTAL ALIADA AO ENSINO DE QUÍMICA

José Manuel Amancio da Silva

Francisco Ferreira Batista

Lucas Ferreira Batista


Maíre Gomes de Meneses

José Iran Filho

Éricka Anulina Cunha de Oliveira

Pedro Nogueira da Silva Neto

Polyana de Brito Januário

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106124>

CAPÍTULO 5.....53

RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM COLÉGIO DA REDE ESTADUAL NA CIDADE DE PEDRO II- PIAUÍ: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA


Fernanda Meneses Amaral
Maria Sorileide Costa Teixeira
Rothchild Sousa de Moraes Carvalho Filho
Renata da Silva Carneiro
João Breno Barros da Silva
Larissa Viana Souza
Ana Karina Borges Costa
Hisley Feitosa Meneses
Aline Maria da Silva Duarte
Heloisa de Sousa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106125>

CAPÍTULO 6.....61

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PIGMENTOS RUPESTRES DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS DE INHUMA (PIAUÍ) POR MEIO DA ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X PORTÁTIL ALIADA A TRATAMENTO QUIMIOMÉTRICO


Jacira Izidório de Moura
Maria Conceição S. M. Lage
Benedito Batista Farias Filho
Wilkins Oliveira de Barros
Anna Luiza Bizerra de Brito
Luanne Miranda Lustosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106126>

CAPÍTULO 7.....78

A IMPORTÂNCIA DA ALFABETIZAÇÃO/LETRAMENTO CIENTÍFICO EM QUÍMICA PARA ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA, CURSOS DE LICENCIATURA E PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Anelise dos Santos Mendonça Soares
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106127>

CAPÍTULO 8.....91

PREPARO DE BARRAS PARA SBSE SOBRE SUBSTRATO METÁLICO MAGNETIZÁVEL DE ALTA INÉRCIA

José Carlos Rodrigues
Fernanda Maria Rodriguez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106128>

CAPÍTULO 9.....107

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO REDUZIDAS COM CASCA DE ROMÃ (*Punica granatum* L.)

Rafaela Spessemille Valotto

Wanderson Juvencio Keijok
Marco Cesar Cunegundes Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6182106129>


CAPÍTULO 10..... 117

SÍNTESES DE ANALOGOS QUINOLÍNICOS CON ACTIVIDAD LEISHMANICIDA *IN VITRO*
SOBRE *Leishmania (Viannia) panamensis*

Gilmar Gabriel Santafé Patiño

Fernis José Marin Severiche

Sara María Robledo Restrepo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.61821061210>

CAPÍTULO 11 132


SÍNTESE DE 2-METOXIARIL ALQUINONAS E AVALIAÇÃO DE SUA REATIVIDADE EM
REAÇÃO DE CICLIZAÇÃO ELETROFÍLICA

Angélica Ribeiro Claus

Daniela Aline Barancelli

Estela dos Reis Crespan

Letícia Ledo Marciniuk

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.61821061211>

CAPÍTULO 12..... 143

SÍNTESES Y EVALUACIÓN DEL ELECTROCATALIZADOR $Pt/Al_2O_3/C$ PARA SU FUTURA
APLICACIÓN EN CELDAS DE COMBUSTIBLE DE BIO-ETANOL DIRECTO

Nallely Téllez Méndez

Sergio Alberto Gamboa Sánchez

Laura Alicia Paniagua Solar

José Fermi Guerrero Castellanos

Enrique de la Fuente Morales

Beatriz Eugenia Graniel García

Jorge Cotzomi Paleta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.61821061212>

CAPÍTULO 13..... 154

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE BIODIESEL EM PROCESSO ANAERÓBIO

Marina Sayuri Kashiwabara

Patrícia Angélica Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.61821061213>

CAPÍTULO 14..... 167


DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE METANO NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DO LAGO
PARANOÁ, BRASÍLIA-DF

Valéria Regina Bellotto

Fernanda Vasconcelos de Almeida

Nickolas Valcarcel da Silva

Thiago Bezerra Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.61821061214>

CAPÍTULO 15..... 178

EPIDEMIOLOGIA BASEADA NO ESGOTO PARA ESTIMAR O USO DE DROGAS:
CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA ANALÍTICA PARA A SOCIEDADE

Fernando Fabriz Sodré

Rafael Silva Feitosa

Alex de Sene Corado Guedes

Adriano Otávio Maldaner

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.61821061215>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 201

ÍNDICE REMISSIVO..... 202

CAPÍTULO 12

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DEL ELECTROCATALIZADOR $Pt/Al_2O_3/C$ PARA SU FUTURA APLICACIÓN EN CÉLDAS DE COMBUSTIBLE DE BIO-ETANOL DIRECTO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 10/09/2021

Jorge Cotzomi Paleta

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

ORCID: 0000-0002-1132-871X

Nallely Téllez Méndez

Facultad de Ciencias de la Electrónica,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

ORCID: 0000-0002-3605-5412

Sergio Alberto Gamboa Sánchez

Instituto de Energías Renovables, Universidad
Nacional Autónoma de México
Temixco Morelos, México

ORCID: 0000-0003-4980-490X

Laura Alicia Paniagua Solar

Facultad de Ciencias de la Electrónica,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

ORCID: 0000-0001-8961-1868

José Fermi Guerrero Castellanos

Facultad de Ciencias de la Electrónica,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

ORCID: 0000-0003-4239-6149

Enrique de la Fuente Morales

Facultad de Ciencias de la Electrónica,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

ORCID: 0000-0001-6550-1437

Beatriz Eugenia Graniel García

Facultad de Ciencias de la Electrónica,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

RESUMEN: En este trabajo de investigación se estudió la oxidación de colas de bio-etanol como uso potencial en la producción de energía eléctrica en una celda de combustible de alcohol directo. Se sintetizó el material catalítico $Pt/Al_2O_3/C$, fue analizado por FT-IR y microscopía electrónica de barrido. Los resultados de voltamperometría cíclica nos indican que el catalizador puede llevar a cabo la reacción de oxidación de residuos de bio-etanol. La electrooxidación de alcohol se realizó hasta los 500 ciclos, mostrándose estable el catalizador al envenenamiento por CO durante todo el proceso. Se observó que la alumina como co-soporte incrementa la estabilidad y retarda el envenenamiento por la adsorción de CO en la superficie de Pt.

PALABRAS CLAVE: Energías renovables, biomasa, energía alterna, electrocatalisis, bio-etanol.

SÍNTESE E AVALIAÇÃO DO
ELETROCATALIZADOR $Pt/Al_2O_3/C$
PARA SUA FUTURA APLICAÇÃO EM
CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL DE BIO-
ETANOL DIRETO

RESUMO: Neste trabalho de pesquisa a oxidação de caudas de bioetanol foi estudada como um uso potencial na produção de energia

elétrica em uma célula a combustível de álcool direto. O material catalítico Pt / Al₂O₃ / C foi sintetizado e analisado por FT-IR e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados da voltametria cíclica indicam que o catalisador pode realizar a reação de oxidação dos resíduos de bioetanol. A eletrooxidação do álcool foi realizada em até 500 ciclos, mostrando o catalisador estável ao envenenamento por CO em todo o processo. Observou-se que a alumina como co-suporte aumenta a estabilidade e retarda o envenenamento pela adsorção de CO na superfície da Pt.

PALAVRAS-CHAVE: Energia renovável, biomassa, energia alternativa, eletrocatalise, bioetanol.

SYNTHESIS AND EVALUATION OF ELECTROCATALYST FOR THE FUTURE APPLICATION IN DIRECT BIOETANOL FUEL CELL

ABSTRACT: Pt/Al₂O₃/C was synthesized and characterized structurally and morphologically by FTIR and scanning electron microscopy. The catalytic activity was investigated by cyclic voltammetry and the results showed an adequate activity for oxidation of bioethanol residues on Pt/Al₂O₃/C. The reaction was performed up to 500 cycles showing stability to poisoning by CO. The Al₂O₃ as co-support improves the catalytic stability and diminishes poisoning effects on the surface of Pt.

KEYWORDS: Renewable energy, biomass, alternative energy, electrocatalysis, bio-ethanol.

1 | INTRODUCCION

La energía hoy día es el motor del mundo actual, y los combustibles fosiles son la principal fuente de producción, sin embargo, cada vez es mayor la demanda de estos recursos y más difícil su obtención. Por esta problemática es necesario implementar nuevas fuentes de energía para satisfacer la demanda que cada día es mayor.

Una solución a estos problemas es el uso de celdas de combustible, una gran tecnología prometedora para aplicaciones móviles, debido a que pueden producir energía eléctrica de forma limpia y sustentable por medio de una reacción química.

Sin embargo, una de sus principales desventajas es el alto costo por la utilización de altas cantidades de Pt en los catalizadores que llevan acabo la reacción de oxidación y reducción del alcohol, además de que estos catalizadores se desactivan rápidamente por la adsorción de CO en la superficie de Pt, por lo que se han desarrollado áreas de investigación enfocada a resolver estos desafíos, a) utilizando materiales como co-soportes y b) adicionando otros metales para eficientar la actividad de Pt.

En el presente trabajo se estudio el efecto de la Al₂O₃ como co-suporte para la electrooxidación de bio-etanol para su futura aplicación en una celda de combustible.

2 | ANTECEDENTES

El principio de funcionamiento de las celdas de combustible está asociado a la

existencia de procesos de oxidación/reducción (*redox*) entre un combustible rico en hidrógeno, reaccionando electroquímicamente en el ánodo (reacción de oxidación) y el oxígeno reaccionando en el cátodo (reacción de reducción), para producir con ello electricidad, calor y agua, y en casos particulares como lo son las celdas de combustible de alcoholes, la formación adicional de dióxido de carbono como subproducto de la reacción de oxidación.

Entre las celdas de combustible más novedosas que se están estudiando para aplicaciones móviles, se encuentran las celdas de combustible de alcoholes, las cuales pueden operar a temperatura ambiente (llamadas normalmente celdas de combustible de baja temperatura de operación), con una rápida capacidad de respuesta. Las celdas de combustible de alcoholes a diferencia de las que utilizan hidrógeno como combustible, no requieren sistemas sofisticados de seguridad por el manejo de su propio combustible.

Las celdas de combustible de alcohol directo, son una gran tecnología para aplicaciones móviles, debido a que pueden producir energía eléctrica de forma limpia y sustentable por medio de una reacción química. Sin embargo, una de sus principales desventajas es el alto costo por la utilización de altas cantidades de Pt en los catalizadores que llevan a cabo la reacción de oxidación y reducción del alcohol, además de que estos catalizadores se desactivan rápidamente por la adsorción de CO en la superficie de Pt, por lo que se ha desarrollado un área de investigación enfocada a encontrar catalizadores anódicos capaces de realizar la reacción sin ser desactivados, prolongando la vida útil de los mismos. (ARICO et al., 2001, p.31; CORRADINI et al., 2014, p.402; IBRAHIM et al., 2014, p.1; Bonesi et al., 2013, p.1823; Yi et al., 2013, p. 6; Calderon et al., 2012, p.7200; Xu et al., 2012, p. 117; Kumar et al., 2014, p. 1516)

El uso de la biomasa como fuente de energía es otra opción para satisfacer la demanda energética que actualmente enfrentamos, además de disminuir el dióxido de carbono emitido a la atmósfera (Domínguez-Maldonado et al., 2014, p.527). La biomasa es todo compuesto orgánico capaz de producir combustible, como es el caso del biodiesel, biogas, bioetanol entre otros.

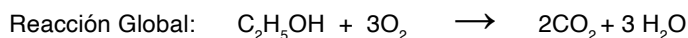
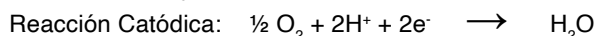
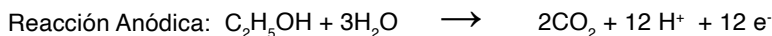
El bio-etanol es un producto de la fermentación de los azúcares procedentes de diferentes plantas como puede ser la remolacha, el maíz, la caña de azúcar, entre otros (Reyes-Valadez et al., 2016, p. 1). Durante la destilación del fermentado se obtienen tres partes: las cabezas (destilado menor a 74.5°C), el cuerpo (destilado a 74.5°C) y las colas (destilado mayor a 75.4°C), la parte que tiene un valor comercial es el cuerpo, por el contrario, las cabezas y colas no tienen valor comercial y se consideran residuos.

E. Baktash et al (2015, p. 122) mencionan que la alumina es un excelente material de soporte por su alta selectividad para la conversión de CO₂; realizan la reformación de metano con Alumina- y NiO, y observan un incremento de la actividad y estabilidad con la adición de este material. C. Shi et al., (2015, p.170) comenta que la Al₂O₃, es uno de los soportes más utilizados, debido a su área superficial elevada, buenas propiedades mecánicas y bajo

costo, además, de que su estructura superficial ofrece una buena dispersión metálica. Ji *et al.*, (2015, p.170) comenta que la alumina es usada en una gran cantidad de procesos químicos como absorbentes, catalizadores o soportes debido a su gran estabilidad térmica. N. Essayem *et al.*, (2015, p.340) estudian catalizadores a base de SiO_2 y Al_2O_3 , para la electro-oxidación de metanol, encontrando que hay mayor eficiencia cuando se utiliza SiO_2 .

Como se mencionó anteriormente la Al_2O_3 tiene una alta selectividad para la conversión de CO_2 , posee un área superficial elevada, tiene buenas propiedades mecánicas, es de bajo costo, su estructura superficial ofrece una buena dispersión metálica y tiene una gran estabilidad térmica; por estas excelentes propiedades se ha decidido utilizar a la alumina como co- soporte para la electro-oxidación de colas de bio-etanol, debido a que no hay un mapeo estudio de este soporte para reacciones electroquímicas en celdas de combustible de alcohol directo. En este artículo se realizó una prueba de vida útil del catalizador hasta 500 ciclos, utilizando colas de bio-etanol como combustible.

En una celda de combustible de etanol están involucradas las siguientes reacciones químicas:



Siendo la reacción anódica la estudiada en este artículo, en una oxidación completa se producen 12e^- , sin embargo, cuando hay oxidación parcial se produce acetaldehído (CH_3CHO) y ácido acético (CH_3COOH), éstos disminuyen el rendimiento de la reacción principal (Razmi *et al.*, 2013, p. 5448).

3 | EXPERIMENTACIÓN

3.1 Síntesis de $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$

El electrocatalizador $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ fue sintetizado utilizando los siguientes compuestos: ($\text{PtCl}_6\text{H}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (J.T. Baker); NaBH_4 (99%, Aldrich) como agente reductor; Al_2O_3 0.3 micrometros (J. T. Baker); carbón Vulcan XC72R; agua desionizada. Primero se pesó 0.2 g de Al_2O_3 en 15 ml de agua desionizada con agitación constante durante 10 min, después se agregó 1.1 ml de $\text{PtCl}_6\text{H}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0.096M), a continuación se agregó 0.1g de carbón vulcan en 15 ml de agua desionizada, se dejó con agitación 10 min más y finalmente se agregó 0.16 g de NaBH_4 , se dejó reaccionar 20 min con agitación constante. Finalizado el tiempo se calentó a 60°C hasta la evaporación total del líquido. Posteriormente se lavó por centrifugado por triplicado con agua, etanol, etanol-acetona. Se calcinó a $400^\circ\text{C}/6$ horas en aire.

3.2 Preparación tinta catalítica

La tinta catalítica se preparó, colocando 2mg de Pt/Al₂O₃/C, posteriormente se adicionó 10 μL de isoporpanol y 5 μL de Nafión, se colocó a ultrasonido por 20 min y se tomaron 2.2μL de muestra para colocar en el electrodo de trabajo.

3.3 Pruebas electroquímicas

Para determinar la actividad del electrocatalizador Pt/Al₂O₃/C se realizó una voltamperometría cíclica a 25°C, en un potenciostato AUTOLAB, en media celda con tres (electrodos Figura 1), el electrolito fue H₂SO₄ (0.5M), utilizando como electrodo de referencia a Ag/AgCl y barra de grafito como contraelectrodo (Figura 1). Con burbujeo de N₂ UAP para eliminar O₂ presente en el electrolito. La voltamperometría cíclica se realizó a los potenciales de 0.4V a 1.3V (ENH) y a una velocidad de barrido de 25 mV·s⁻¹.

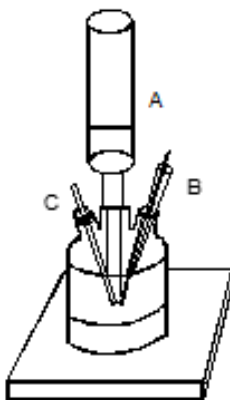


Figura 1. Diseño esquemático del equipo experimental a media celda:

- A) Electrodo de trabajo, B) Contraelectrodo (barra de grafito),
- C) Electrodo de referencia (Ag/AgCl).

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Difracción de Rayos X

En la Figura 2, se muestra el espectro DRX de Al₂O₃, como blanco y del electrocatalizador Pt/Al₂O₃/C, donde se observa los picos de difracción correspondientes a la fase corundum de la Al₂O₃ (*), asociada a una celda unitaria trigonal, además se puede observar la presencia de Pt (*). La figura también muestra que no hubo pérdida de cristalinidad con el tratamiento químico.

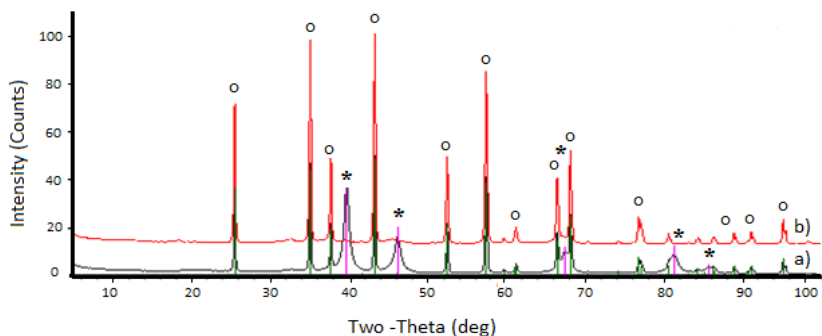


Figura 2. Análisis de Difracción de Rayos X (DRX) de: a) Pt/Al₂O₃/C (donde ° y * indican los picos de difracción de Al₂O₃ y Pt respectivamente) y b) Al₂O₃

4.2 Microscopia electrónica de barrido con análisis elemental

En la Figura 3 se muestran las micrografías del material electrocatalítico Pt/Al₂O₃/C, donde se puede observar una buena dispersión de Pt sobre la superficie del soporte Al₂O₃/C, esto se observa con la diferencia de tonos, suponemos que los tonos más claros corresponden a Pt. Además se realizó el análisis elemental del catalizador Pt/Al₂O₃/C obteniéndose la siguiente composición: 32.8% atómico de C, 23.84% atómico de Al 35.76% atómico de O y 7.6% atómico de Pt. La cantidad de Pt hace viable el uso de Pt/ Al₂O₃/C en celdas de combustible.

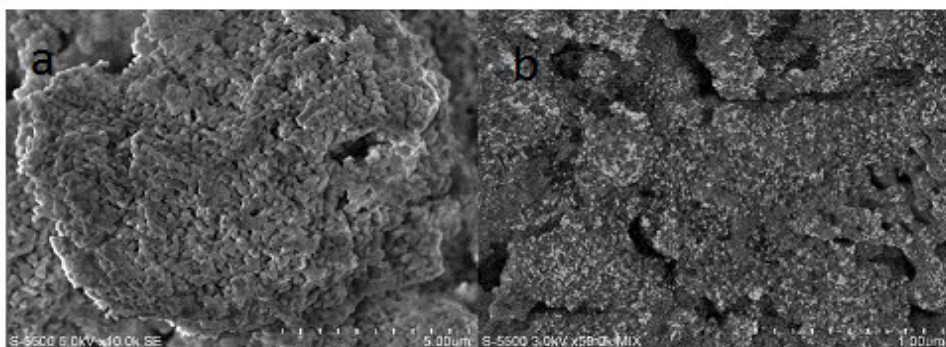


Figura 3. Imágenes de Microscopia Electrónica de Barrido correspondientes a: a) Pt/ Al₂O₃/C a 5.00 μm y b) Pt/ Al₂O₃/C a 1.00 μm.

4.3 Electrooxidación de bio-etanol

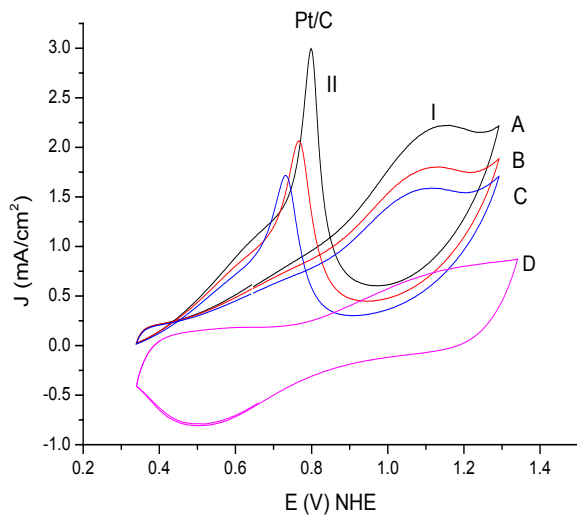


Figura 4. Voltamperometría cíclica de la oxidación de bio-etanol (1M) en el sistema Pt/C.

En la Figura 4, se observa la oxidación de bio-etanol residual catalizada por el Pt/C, los voltamperogramas A, B y C corresponde a los ciclos de electro oxidación de 37, 200 y 500 respectivamente; el voltamperograma D corresponde a la respuesta del catalizador sin bio-etanol. Los potenciales de arranque (E_a) son 0.48, 0.47 y 0.47V para A, B y C respectivamente. Para el caso de los materiales basados en Pt, se ha encontrado que los potenciales de inicio de reacción están en el rango de 0.4 a 0.6 V/NHE, y se desea que este potencial sea tan pequeño como sea posible, para garantizar las condiciones de operación en una celda de combustible. Los resultados de electrooxidación muestran solo un pico (I) en el barrido de potenciales en sentido anódico, con un máximo en los potenciales 1.6, 1.3 y 1.13 V para A, B y C respectivamente; el cual es correspondiente a la formación de CO_2 , lo que indica que se está llevando un mecanismo de oxidación con la formación de $12 e^-$ y 12H^+ , y el pico (II) en el barrido de potenciales en sentido catódico, con máximo en los potenciales 0.8, 0.76 y 0.72 para A, B y C respectivamente, corresponde a las especies absorbidas sobre la superficie de Pt, este pico es más intenso que el pico (I) de formación de CO_2 esto indica que la superficie del Pt/C, está siendo envenenada por subproductos formados durante la reacción de oxidación de alcoholes, estos subproductos están siendo quimiadsorbidos sobre la superficie de Pt, provocando una disminución del área electro activa disponible para la electro oxidación del bio-alcohol (Essayem y *col.*, 2015).

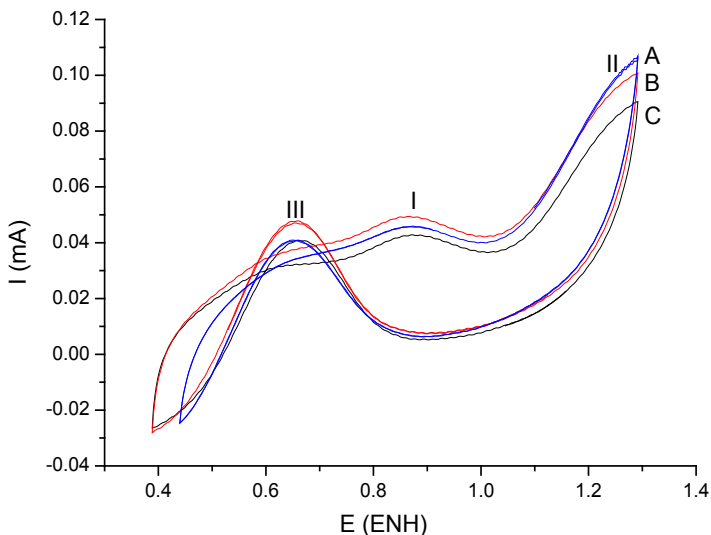


Figura 5. Voltamperometría cíclica de la oxidación de bio-etanol (1M) en el sistema Pt/Al₂O₃/C.

Como se puede observar en la Figura 5, se tiene los resultados de la electro-oxidación de bio-etanol residual, catalizada por el Pt/Al₂O₃/C, los voltamperogramas A, B y C corresponde a los ciclos de electro-oxidación número 45, 250 y 500 respectivamente.

En el voltamperograma se observa un pico (I) correspondiente a la oxidación de bio-etanol o a la formación de CO₂ y el pico (II) corresponde a la formación del acetaldehído (CH₃COH) como subproducto de la oxidación de bio-etanol (Razmi y col., 2013; Wang y col., 2004).

El pico (III) corresponde a la re-oxidación de etanol y de especies formadas en la oxidación parcial del alcohol y que son adsorbidas sobre la superficie de Pt.

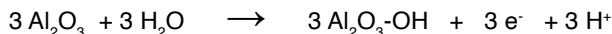
Los potenciales de arranque (Ea) son 0.44, 0.42 y 0.41V para A, B y C respectivamente. En el voltamperograma se observa un pico (I) en el barrido de potenciales en sentido anódico, con un máximo en los potenciales 0.87, 0.87 y 0.89V para A, B y C respectivamente; el cual es correspondiente a la formación de CO₂; el pico (II) en el barrido de potenciales en sentido catódico, con máximo en los potenciales 1.24, 1.23 y 1.21 para A, B y C respectivamente correspondiente a la formación de acetaldehído como subproducto de la reacción y el pico (III) con potenciales máximos de 0.65, 0.65 y 0.64 para A, B y C respectivamente, correspondientes a la adsorción de especies sobre la superficie de Pt; éstos resultados muestran que el catalizador Pt/Al₂O₃/C es estable, debido a que es conocido y se ha comprobado (Figura 4) que cuando se tiene solo al Pt/C su superficie se desactiva rápidamente debido a la afinidad de Pt por el CO. La adición de Al₂O₃ como co-soporte ayuda a la prolongación de la vida útil de Pt.

Los parámetros cinéticos de la oxidación de bio-etanol son los siguientes: Área

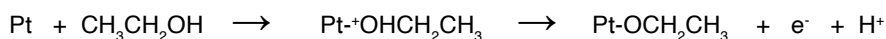
electroactiva (A) de $1.3 \text{ cm}^2/\text{g}$; corriente de intercambio (i_0) de $4.64 \times 10^{-3} \text{ A}/\text{cm}^2$, Pendiente de Tafel (b) de $0.497 \text{ V}/\text{dec}$ y Coeficiente de transferencia de carga (α) de 0.97. Estos parámetros se encuentran dentro de los parámetros descritos para materiales a base de platino; el coeficiente de transferencia de carga sugiere la complejidad del mecanismo de reacción de oxidación de bio-etanol indicando que es un proceso multietapas, la densidad de corriente de intercambio sugieren una cinética lenta.

4.4 Mecanismo de reacción

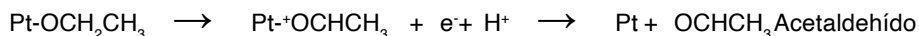
- Adsorción de H_2O por la Alúmina



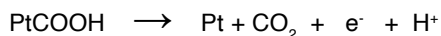
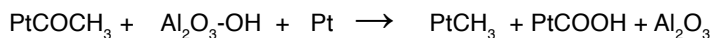
- Adsorción de etanol sobre la superficie de Pt.



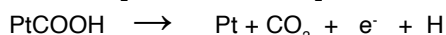
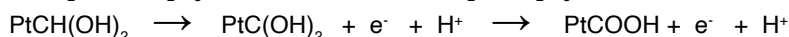
- Formación de acetaldehído.



- Formación de CO_2 a partir del acetaldehído



- Formación de CO_2 a partir de la especie PtCH_3 y regeneración de Pt.



4.5 Prueba en celda

El ensamble consta de una membrana de nafión, capa catalítica (ánodo: $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ y cátodo: Pt/C comercial), y difusores de tela de carbono. Este se realizó, con la membrana de Nafión previamente activada, se colocó el catalizador por el método de sparying con un aerografo sobre la tela de carbón, posteriormente se realizó el ensamble por termofusión a una temperatura de 13°C a 1000 por 3 min.

Se llevó a cabo la prueba en celda del catalizador $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ en la celda de combustible de etanol directo experimental, evaluando su respuesta densidad de corriente vs voltaje (j -V), mediante esta medición es posible conocer la densidad de corriente que la celda puede entregar. El área geométrica en contacto con el combustible y el oxidante son de 1 cm^2 . La operación de la celda de combustible se lleva a cabo a temperatura y presión ambiente.

La prueba en celda se realizó utilizando una celda formada por dos electrodos

metálicos y una carcasa rígida aislante eléctricamente, la cual fue alimentada con colas de bio-etanol como combustible y aire como oxidante.

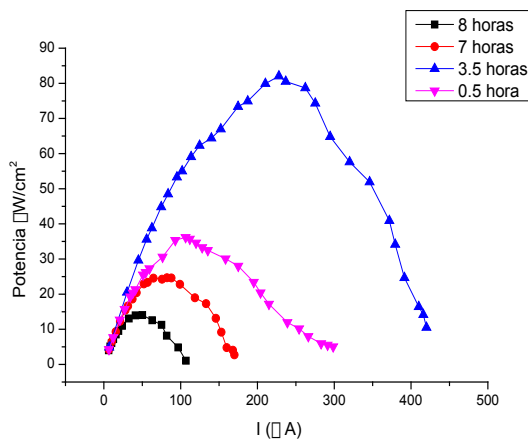


Figura 6. Respuesta corriente vs potencia de la celda experimental con un área geométrica activa de 1 cm^2 a temperatura ambiente alimentada con etanol 1 M , con catalizador anódico: $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ y cátodico: Pt/C comercial.

En la Figura 6. Se muestra la respuesta de la corriente vs potencia, donde se observa la evolución del funcionamiento de la celda a las 0.5, 3.5, 7 y 8 horas de trabajo, los valores de máxima potencia son: 31, 82, 25, y $15\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

5 | CONCLUSIONES

- La alúmina como co-soporte incrementa la estabilidad y retarda el envenenamiento por la adsorción de CO en la superficie de Pt.
- Mejorando la capacidad catalítica de Pt/C.
- El electrocatalizador $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ es estable hasta 500 ciclos de electrooxidación de bio-etanol colas.
- El uso de $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ en celdas de combustible de bio-etanol directo es viable.

REFERENCIAS

A. Bonesi, M. Asteazarán, M. S. Moreno, G. Zampieri, S. Bengio, W. Triaca, A.M. Castro Luna. **Preparation and evaluation of carbon-supported catalysts for ethanol oxidation:** J. Solid State Electrochem, 17 (2013) 1823-1829.

A. Kumar, V. K. Ramani. **Strong metal-support interaction enhance the activity and durability of platinum supported on tantalum-modified titanium dioxide electrocatalysts:** ACS Catalysis. 4 (2014) 1516-1525.

- A. S. Arico, S. Srinivasan, V. Antonucci, **Composite Nafion/zirconio phosphate membranes for direct metanol fuel celloperating at high temperature**: *Electrochemical and Solid-State Letters*, 4 (2001) A31-A34.
- C. Shi, P. Zhang; *Applied Catalysis B: Environmental* 170-171 (2015) 43-52.
- E. Baktash, P. Littlewood, R. Schomacker, A. Thomas, P. C. Stair; *Applied Catalysis B: Environmental*. **Alumina coated nickel nanoparticles as a highly active catalyst for dry reforming of methane**: 179 (2015)122-127.
- H. Razmi, HabibiE. **Kinetics of direct ethanol fuel cell base on Pt-PoPD nano particle anode catalyst**. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38 (2013) 5442-5448.
- J.A. Domínguez-Maldonado, O. García-Rodríguez, M. Aguilar-Vega, M. Smit, L. Alzate-Gaviria. **Reduction of cation exchange capacity in a microbial fuel cell and its relation to the power density**: *Revista Mexicana de Ingeniería Química* Vol. 13, No. 2 (2014) 527-538.
- J. C. Calderon, N. Mahata, M. F. R. Pereira, J. L. Figueiredo, V. R. Fernandes, C. M. Rangel, L. Calvillo, M. J. Lázaro, E. Pastor. **Pt-Ru catalyst supported on carbón xerogelsfor PEM fuel cells**: *International Journal of Hidrogen Energy*. 37 (2012) 7200-7211.
- J. N. Reyes-Valadez, P.A. Quintana Hernández, C. Coronado-Velasco, A.J. Castro Montoya. **Simulation of the Bioethanol production process from a mixture of glucose/xylose including temperature, ph and sugar concentration effects**: *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, Vol. 15, No. 1 (2016) 1-9.
- L. Yi, L. Liu, X. Wang, X. Liu, W. Yi, X. Wang. **Carbon supported Pt–Sn nanoparticles as anode catalyst for direct borohydride–hydrogen peroxide fuel cell: Electrocatalysis and fuel cell performance**: *Journal of powersources*. 224 (2013) 6-12.
- M.A. Ibrahim. *Journal of Fuel CellScience and Technology*. 11 (2014) 1-3.
- M. Y. Wang, J. H. Chen, Z. Fan, H. Tang, G. H. Deng, D. L. He e Y. F. Kuang, **Microporous microcapsules with noble metal oxide Shell and their applications in electrocatalysis**: *Journal of Materials Chemistry*, 14 (2004) 3548-3552.
- Patricia G. Corradini, ErmeteAntolini, JoelmaPerez. **Activity, short-termotability (poisoningtolerance) and durability of carbon supported Pt–Pr catalysts for ethanol oxidation**: *Journal of Power Source* 251 (2014) 402-410.
- T. H. T. Vu, T. T. T. Tran, H. N. T. Le, L. T. Tran, P. H. T. Nguyen, N. Essayem. **Pt-AlOOH-SiO₂/ graphenehybridnanomaterialwithveryhighelectrocatalytic performance for metanol oxidation**: *Journal of power sources*. 276 (2015) 340-346.
- W. Xu, R. Si, S. D. Senanayake, J. Llorca, H. Idriss, D. Stacchiola, J. C. Hanson, J. A. Rodriguez, **In situ studies of CeO₂-supported Pt, Ru, and Pt-Ru alloy catalyst for the wáter-gas shift reactions: Active phases and reactions intermediates**: *Catalyst*, (2012) 117-126.
- Y. Ji, S. Bai, M. Crocker. **Al₂O₃-based passive NOx adsorbers for low temperatura applications**: *Applied Catalysis B: Environmental* 170-171 (2015) 283-292.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Actividade leishmanicida 117
- Adsorção 92, 94, 144
- Agente tamponante 154, 156, 162, 164
- Alfabetização científica 81, 88, 89, 90
- Amostragem 103, 167, 171, 180, 183, 184, 188
- Análise de Componente Principal - PCA 61, 65, 71, 75
- Análise elementar 61, 67
- Antioxidante 107, 108, 130
- Arrhenius 1, 6, 8, 9
- Atividades experimentais 13, 14, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 39, 44
- Avaliação diagnóstica 26, 31, 34, 35, 39, 40

B

- Bactérias metanogênicas 154, 156
- Biodiesel 145, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 166
- Bioetanol 143, 144, 145
- Biomassa 144

C

- Células de combustível 143
- Ciências da natureza 2, 24, 83, 90
- Citometria de fluxo 117
- Citotoxicidade 108, 117
- Cocaína 178, 179, 180, 181, 182, 189, 190, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199
- Conhecimento científico 1, 3, 46, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89
- Contaminantes de interesse emergente 178, 179, 180, 201
- Crack 180, 181, 189, 197, 198, 199
- Cromatografia gasosa 158, 159, 167, 172
- Cromonas 132, 133, 134, 135

D

- Docência 78, 80, 87, 201

E

Educação ambiental 46, 52, 54, 55, 58, 59, 60, 78, 89, 201
Efeito estufa 167, 168, 169, 176, 177
Efluente 154, 155, 156, 163, 165, 169
Eletr deposição 91, 96, 97, 98, 105
Energia renovável 144
Ensino de ciências 20, 24, 25, 38, 52, 54, 55, 59, 60, 78, 82, 83, 88, 89, 90, 201
Ensino de química 1, 2, 10, 14, 25, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 47, 50, 51, 52, 81, 84, 85, 89, 90, 201
Enzima 122
Espectrofotômetro UV-Vis 107, 111
Espectrometria de fluorescência de raios x 61, 69, 75
Espectroscopia na região do infravermelho 107, 110, 113
Extração por Sorção em Barra de Agitação - SBSE 91, 92, 102, 106

H

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs 91, 92
Hidrólise 98, 180, 181, 191

I

Intervenção pedagógica 1, 3, 10

L

Lago Paranoá 167, 169, 173, 174, 175
Lei de Diretrizes e Base da Educação - LDB 2
Letramento científico 78, 80, 81, 83, 87, 88, 89, 90, 201
Licenciatura em química 42, 51, 52, 78, 80, 85, 86, 88
Lixo 46, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 60

M

Meio ambiente 45, 46, 47, 48, 50, 53, 55, 59, 60, 98, 155
Metabólitos 133, 180, 181, 183, 199
Microscopia Eletrônica de Transmissão - MET 107, 110, 112
Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV 144

N

Nanomateriais 114

Nanotecnologia 107

O

Óleo de cozinha 42, 46, 47, 48, 50, 51

Oxirredução 26, 28, 38, 98, 107, 108

P

Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN 2, 14, 27, 38, 51, 81

Pigmentos rupestres 61, 63, 64, 69, 70, 75

Poluição ambiental 53, 55

Potencial farmacológico 132

Potencial zeta 107, 110, 114

Processo anaeróbio 154, 157, 160, 164

Processo de aprendizagem 9, 14, 43, 50, 78, 84, 87

Produtos de metabolização 178, 183

R

Reação de ciclização eletrofílica 132, 138, 141

Reação de condensação do tipo Perkin 117

Reação de oxidação 30, 36, 144

Reciclagem 42, 45, 46, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 105

Recursos audiovisuais 6, 13, 14, 15

Rede federal de ensino 78, 88

Resíduos de drogas de abuso 178

Resíduos sólidos 45, 46, 52, 53, 54, 55, 56, 60

S

Sabão ecológico e artesanal 42

Sedimentos finos 167, 174, 175

Síntese verde 107, 108

Sítios arqueológicos 61, 63, 64, 65, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77

Solventes tóxicos 132

Substrato metálico 91, 94, 98, 105

T

Técnica de *headspace* 167

Teor carbono orgânico 167

Tratamento biológico 154, 156

V

Voltametria cíclica 144

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


3

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


Editora
Ano 2021

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

3

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


Editora
Ano 2021