

# O Ensino de Química 2

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Carmen Lúcia Voigt**

(Organizadora)

# O Ensino de Química 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 O ensino de química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (O Ensino de Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-290-6

DOI 10.22533/at.ed.906192604

1. Química – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Professores de química – Formação I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.

CDD 540.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

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

## APRESENTAÇÃO

A Química é uma ciência que está constantemente presente em nossa sociedade, em produtos consumidos, em medicamentos e tratamentos médicos, na alimentação, nos combustíveis, na geração de energia, nas propagandas, na tecnologia, no meio ambiente, nas consequências para a economia e assim por diante. Portanto, exige-se que o cidadão tenha o mínimo de conhecimento químico para poder participar na sociedade tecnológica atual.

O professor que tem o objetivo de ensinar para a cidadania precisa ter uma nova maneira de encarar a educação, diferente da que é adotada hoje e aplicada em sala de aula. É necessário investir tempo no preparo de uma nova postura frente aos alunos, visando o desenvolvimento de projetos contextualizados e o comprometimento com essa finalidade da educação. A participação ativa dos alunos nas aulas de química torna o aprendizado da disciplina mais relevante. Envolver os estudantes em atividades experimentais simples, nas quais eles possam expressar suas visões e colocá-las em diálogo com outros pontos de vista e com a visão da ciência, produz compreensão e aplicação desta ciência.

Neste segundo volume, apresentamos artigos que tratam de experimentação e aplicação dos conhecimentos em química, prévios ou estabelecidos, usados no ensino de química como jogos didáticos, uso de novas tecnologias, mídias, abordagens e percepções corriqueiras relacionadas à química.

Estes trabalhos visam construir um modelo de desenvolvimento de técnicas e métodos de ensino comprometidos com a cidadania planetária e ajudam o aluno a não pensar somente em si, mas em toda a sociedade na qual está inserido. Expondo a necessidade de uma mudança de atitudes dos profissionais da área para o uso mais adequado das tecnologias, preservação do ambiente, complexidade dos aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, que estão envolvidos nos problemas mundiais e regionais dentro da química.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
TEMAS GERADORES UTILIZADOS NO ENSINO DE QUÍMICA	
Natacha Martins Bomfim Barreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
AULA DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS EM TURMA DE 9º ANO	
Nêmore Francine Backes	
Tania Renata Prochnow	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E SUA APLICABILIDADE EM SALA DE AULA	
Patrícia dos Santos Schneid	
Alzira Yamasaki	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>29</b>
UMA SEQUÊNCIA DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE ATOMÍSTICA: REFLEXÕES NA PERSPECTIVA DOS PROFESSORES FORMADORES	
Alceu Júnior Paz da Silva	
Denise de Castro Bertagnolli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
ETILENO VERSUS ACETILENO NO PROCESSO DE AMADURECIMENTO DE FRUTAS: INTRODUZINDO A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO	
Carla Cristina da Silva	
Aparecida Cayoco Ikuhara Ponzoni	
Danilo Sousa Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>54</b>
O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DO DIÁLOGO NA CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS E A SAÚDE INDÍGENA GUARANI E KAIOWÁ	
Diane Cristina Araújo Domingos	
Elaine da Silva Ladeia	
Eliel Benites	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>66</b>
DOMINÓ DO LABORATÓRIO: UMA PROPOSTA LÚDICA PARA O ENSINO DE BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO NO ENSINO MÉDIO E TÉCNICO	
Lidiane Jorge Michelini	
Nara Alinne Nobre da Silva	
Dylan Ávila Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9061926047</b>	

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

ORGANOMEMÓRIA: UM JOGO PARA O ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

Joceline Maria da Costa Soares  
Christina Vargas Miranda e Carvalho  
Luciana Aparecida Siqueira Silva  
Larisse Ferreira Tavares  
Maxwell Severo da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.9061926048**

**CAPÍTULO 9 ..... 87**

PROJETO ECOLOGIA DOS SABERES E UMA EDUCAÇÃO QUÍMICA PLURALISTA

Mauricio Bruno da Silva Costa  
Beatriz Pereira do Nascimento  
Gabriele Novais Alves  
Gabriel dos Santos Ramos  
Merícia Paula de Oliveira Almeida  
Marcos Antônio Pinto Ribeiro  
Eliene Cirqueira Santos  
Saionara Andrade de Santana Santos  
Maria José Sá Barreto Queiroz

**DOI 10.22533/at.ed.9061926049**

**CAPÍTULO 10 ..... 97**

O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA NOS PERIÓDICOS NACIONAIS

Janessa Aline Zappe  
Inés Prieto Schmidt Sauerwein

**DOI 10.22533/at.ed.90619260410**

**CAPÍTULO 11 ..... 112**

LABORATÓRIO DE QUÍMICA EM PAPEL: UMA ESTRATÉGIA PARA AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Daniela Brondani  
Gabriela Rosângela dos Santos  
Gabriele Smanhotto Malvessi  
Thaynara Dannehl Hoppe

**DOI 10.22533/at.ed.90619260411**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

GESTÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM AULAS EXPERIMENTAIS: PROXIMIDADES E DISTANCIAMENTOS DA RESOLUÇÃO 02/2012 – CNE/CP

Adriângela Guimarães de Paula  
Nicéa Quintino Amauro  
Guimes Rodrigues Filho  
Paulo Vitor Teodoro de Souza  
Rafael Cava Mori

**DOI 10.22533/at.ed.90619260412**

**CAPÍTULO 13 ..... 142**

DESENVOLVIMENTO DE ANIMAÇÕES 3D PARA O ENSINO DE QUÍMICA DE COORDENAÇÃO

Carlos Fernando Barboza da Silva  
Matheus Estevam

**DOI 10.22533/at.ed.90619260413**

**CAPÍTULO 14 ..... 150**

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E EDUCAÇÃO CTS SOB O TEMA DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS EM AULAS DE QUÍMICA

Juliana M.B. Machado  
Lara de A. Sibó  
Sandra N. Finzi  
Marlon C. Maynard  
Eliana M. Aricó  
Elaine P. Cintra

**DOI 10.22533/at.ed.90619260414**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

FOGO NO PICADEIRO – A ABORDAGEM DE NÚMEROS CIRCENSES INFLAMÁVEIS NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Filipe Rodrigo de Souza Batista  
Evelyn Leal de Carvalho  
Ludmila Nogueira da Silva  
Leandro Gouveia Almeida  
Ana Paula Bernardo dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.90619260415**

**CAPÍTULO 16 ..... 170**

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE INTEMPERISMO DE PETRÓLEO: INTEGRANDO PESQUISA, ENSINO E MEIO AMBIENTE

Verônica Santos de Moraes  
Karla Pereira Rainha  
Bruno Mariani Ribeiro  
Felipe Cunha Fonseca Nascimento  
Joseli Silva Costa  
Larissa Aigner da Vitória  
Thaina Cristal Santos  
Eustáquio Vinicius Ribeiro de Castro

**DOI 10.22533/at.ed.90619260416**

**CAPÍTULO 17 ..... 185**

A COMPOSIÇÃO DO PETRÓLEO DO PRÉ-SAL O ENSINO DE HIDROCARBONETOS

Tiago Souza de Jesus  
Tatiana Kubota  
Lenalda Dias dos Santos  
Daniela Kubota  
Márcia Valéria Gaspar de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.90619260417**

**CAPÍTULO 18 ..... 196**

QUÍMICA DO SOLO: UMA ABORDAGEM DIFERENCIADA SOBRE OS ELEMENTOS QUÍMICOS

Marina Cardoso Dilelio  
Luciano Dornelles

**DOI 10.22533/at.ed.90619260418**

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>209</b>
CONSTRUINDO MODELOS ATÔMICOS E CADEIAS CARBÔNICAS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS	
Amanda Bobbio Pontara Laís Perpetuo Perovano Ana Nery Furlan Mendes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>225</b>
PEGADA LUMINOSA: EXPERIMENTAÇÃO E EFEITO PIEZOELÉTRICO	
Eleandro Adir Philippsen Marcos Antonio da Silva Gustavo Adolfo Araújo de Simas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>237</b>
USO DO CONHECIMENTO PRÉVIO NO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA	
Ailnete Mário do Nascimento Jocemara de Queiroz Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>240</b>
MODELOS MENTAIS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA SOBRE UMA REAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO	
Grazielle de Oliveira Setti Gustavo Bizarria Gibin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>252</b>
A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS: COMPARTILHANDO UMA EXPERIÊNCIA DE SALA DE AULA DE CIÊNCIAS	
Ana Luiza de Quadros Mariana Gonçalves Dias Giovana França Carneiro Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>265</b>
A HORTA – UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE QUÍMICA, MATEMÁTICA E BIOLOGIA COM ALUNOS DE ENSINO MÉDIO	
Venina dos Santos Maria Alice Reis Pacheco Anna Celia Silva Arruda Magda Mantovani Lorandi Paula Sartori	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>275</b>
AGROTÓXICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO CAMPO SEGUNDO A EDUCAÇÃO DIALÓGICA FREIREANA	
Thiago Santos Duarte Adriana Marques de Oliveira Sinara München	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260425</b>	



<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>290</b>
COMPARATIVO DA QUANTIDADE DE CAFEÍNA PRESENTE EM INFUSÃO DE CAFÉ, REFRIGERANTE E BEBIDA ENERGÉTICA COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
<p>Maria Vitória Dunice Pereira  Dhessi Rodrigues  João Vitor Souza de Oliveira  Naira Caroline Vieira de Souza  Márcia Bay</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>294</b>
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE MARACANAÚ ACERCA DA QUALIDADE E DOS PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA, COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO	
<p>Eilane Barreto da Cunha Dote  Andreza Maria Lima Pires  Renato Campelo Duarte</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>304</b>
TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR ELETROFLOCULAÇÃO: UM TEMA PARA APCC COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA	
<p>Daniele Cristina da Silva  Fernanda Rechetnek  Adriano Lopes Romero  Rafaelle Bonzanini Romero</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.90619260428</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>316</b>

## TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR ELETROFLOCULAÇÃO: UM TEMA PARA APCC COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA

**Daniele Cristina da Silva**

**Fernanda Rechootnek**

**Adriano Lopes Romero**

**Rafaelle Bonzanini Romero**

Departamento Acadêmico de Química,  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Campo Mourão, Paraná.

**RESUMO:** Relatamos, neste trabalho, o desenvolvimento de uma atividade experimental, que simula o tratamento de efluentes têxteis utilizando a técnica de eletrofloculação, que foi desenvolvida na disciplina de Físico-Química 3, enquanto uma Atividade Prática como Componente Curricular (APCC). Trata-se de uma atividade experimental que: (i) utiliza materiais alternativos e de baixo custo, passível de ser desenvolvida na Educação Básica; (ii) pode ser realizada de forma rápida e que permite explorar as reações que se processam durante o processo de eletrofloculação a partir de evidências visuais; (iii) pode ser facilmente adaptada para outros contextos e que permite a conscientização acerca da poluição do meio aquático. O desenvolvimento da referida atividade permitiu aos licenciandos mobilizar diferentes conhecimentos, específicos e didáticos, alcançando os objetivos almejados para APCC na disciplina de Físico-Química 3. O presente capítulo foi elaborado a partir do

trabalho “Tratamento de águas residuais por métodos eletroquímicos: Uma possibilidade de experimentação para o ensino de química na Educação Básica”, dos mesmos autores, que foi apresentado no XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), realizado em Florianópolis em 2016.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química. Atividades experimentais. Tratamento de efluentes têxteis.

**ABSTRACT:** We report the development of an experimental activity, which simulates the treatment of textile effluents using the electroflocculation technique, which was developed in the discipline of Physical Chemistry 3, as a Practical Activity as Curricular Component (APCC). It is an experimental activity that: (i) uses alternative and low-cost materials, which can be developed in Basic Education; (ii) can be performed quickly and allows to explore the reactions that are processed during the electroflocculation from visual evidence; (iii) can be easily adapted to other contexts and allows awareness of the pollution of the aquatic environment. The development of this activity allowed the future teachers to mobilize different knowledge, specific and didactic, achieving the objectives pursued for APCC in the discipline of Physical Chemistry 3. The present chapter was elaborated from the work “Treatment of residual

water by electrochemical methods: A possibility of experimentation for the teaching of chemistry in Basic Education”, by the same authors, that was presented at the XVIII National Meeting of Teaching of Chemistry (XVIII ENEQ), held in Florianópolis in 2016.

**KEYWORDS:** Chemical Education. Experimental activities. Textile effluent treatment.

## 1 | INTRODUÇÃO

Há muito tempo educadores brasileiros têm se preocupado com os cursos de formação inicial de professores, entre as discussões e propostas formativas formuladas, em diferentes períodos, destacamos a importância da prática ao longo de todo o processo de formação docente. Há mais de 40 anos, Valnir Chagas, por exemplo, já chamava a atenção para esse aspecto ao refletir sobre o momento da prática nos cursos de licenciaturas. De acordo com Chagas (1975) seria mais adequado se a dimensão prática estivesse presente ao longo do curso de formação inicial do professor e não apenas ao final da formação, como era comumente encontrado nos cursos do tipo “3 + 1”. Nesse esquema, os estudantes cursavam primeiro o bacharelado de 3 anos, e ao bacharel que completasse o curso de Didática, de 1 ano, “era concedido o título de licenciado no grupo de disciplinas que formavam o seu curso de bacharelado” (SCHEIBE, 1983, p. 31).

Em 2002, a resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002, instituiu a duração e carga horária das licenciaturas e oficializou que a prática como componente curricular, com duração de 400 horas, deve ser vivenciada ao longo do curso (BRASIL, 2002). Segundo o parecer CNE-CP nº 02, de 09 de junho de 2015, esclarece que as atividades práticas como componente curricular (APCC):

[...] podem ser desenvolvidas como núcleo ou como parte de disciplinas ou de outras atividades formativas. Isto inclui as disciplinas de caráter prático relacionadas à formação pedagógica, mas não aquelas relacionadas aos fundamentos técnico-científicos correspondentes a uma determinada área do conhecimento (BRASIL, 2015).

No curso de Licenciatura em Química da UTFPR - câmpus Campo Mourão as APCC estão distribuídas nas várias disciplinas do curso, ao longo do percurso formativo do licenciando. Entre as disciplinas que possuem APCC em sua carga horária destacamos, neste trabalho, a disciplina de Físico-Química 3, que busca trabalhar com essas atividades a partir do desenvolvimento de projetos teórico-experimentais no qual o licenciando deve trabalhar com conceitos estudados na disciplina e propor novos experimentos, utilizando materiais alternativos e de baixo custo, passíveis de serem desenvolvidos na Educação Básica. Na presente comunicação reportamos um desses projetos desenvolvidos, que explorou o uso de métodos eletroquímicos, em especial de eletrofloculação, utilizando materiais alternativos e de baixo custo, para o tratamento de efluentes têxteis.

Na sequência apresentamos algumas considerações que julgamos pertinentes para a compreensão do trabalho ora relatado, em especial acerca do uso da experimentação e dos métodos de tratamento de águas residuais.

## 1.1 Atividades experimentais

A importância da experimentação no ensino de Ciências é antiga, porém só recebeu impulso em 1960. A experimentação segundo uma linha epistemológica empirista e indutivista, geralmente é realizada por meio de roteiros em que as atividades são sequenciadas linearmente (BARATIERI *et al.*, 2008), de maneira que o estudante é induzido a uma resposta final e não há uma investigação na experimentação.

Segundo Guimarães (2009), se as informações trabalhadas em sala de aula não fazem análise ao conhecimento prévio do estudante, este torna-se mero ouvinte do que o professor expõe e a aprendizagem não se dá de maneira significativa. Nesta fase é relatado que vários estudantes não sentem-se motivados para os estudos, então o professor, que possui o papel de mediador em sala de aula, deve buscar diferentes alternativas para contextualizar o conteúdo e aproximar-se da realidade do estudante. No entanto, não deve permanecer apenas nesta realidade.

Para Giordan (1999) a experimentação desperta um forte interesse entre os estudantes, atribuindo um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos. Além da contribuição para a aprendizagem colaborativa por meio da realização de experimentos em equipe e a colaboração entre as equipes, ou seja, pressupõe uma contextualização socialmente significativa para a aprendizagem (MERÇON, 2003).

Para Fonseca (2011) o trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, de modo que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas ideias, para que possam comparar com a ideia científica, pois só assim elas terão importância no desenvolvimento cognitivo.

Mesmo que as atividades experimentais aconteçam pouco, tanto em espaços destinados para este fim ou mesmo nas salas de aula, esta pode ser a solução que auxiliaria na tão esperada melhoria do ensino de Química (SCHWAHN; OAIGEN, 2009), pois quando o estudante vê sentido no que está estudando tem maior interesse e assim, se apropriará do conhecimento mediado pelo professor e será capaz de transformar a realidade em que vive.

Apesar dos vários apontamentos positivos acerca do uso da experimentação no ensino de Ciências, as atividades experimentais têm sido pouco utilizadas na Educação Básica, principalmente nas instituições públicas (GONÇALVES, 2005), seja pela inexistência ou precariedade de laboratórios ou de equipamentos. Diante desta realidade, a experimentação com materiais alternativos e de baixo custo torna-se uma alternativa para o ensino de Química nas escolas públicas. É nessa perspectiva, que as atividades experimentais são elaboradas nos projetos teórico-experimentais desenvolvidos, durante as APCC da disciplina de Físico-Química 3.

## 1.2 Tratamento de águas residuais

A ação humana tem contribuído de diferentes maneiras para a geração de resíduos (HEMPE; NOGUERA, 2012), o que têm acarretado diversas transformações ao meio ambiente devido à contaminação por indústrias químicas, têxteis e farmacêuticas, além da agricultura, esgotos sanitários e resíduos domésticos. As indústrias têxteis, por exemplo, produzem grande quantidade de resíduos, como é o caso dos corantes têxteis, que se não forem tratados antes de serem despejados ao meio ambiente causarão perturbações, principalmente, à vida aquática. Desta forma, a remoção desses produtos das águas residuais de indústrias têxteis é necessária para se manter um ambiente limpo e saudável (NETO *et al.*, 2011).

Estamos vivenciando um período de consciência verde, no qual a população é conscientizada, de diferentes formas, para a necessidade de cuidar do meio ambiente. No contexto do presente trabalho destacamos os cuidados com a preservação e recuperação das águas superficiais disponíveis para consumo humano. Para efeito de legislação as fontes poluidoras são classificados como pontual ou difusa (GRASSI, 2001). Fontes pontuais compreendem a descarga de efluentes a partir de indústrias e tratamentos de esgotos. Estas fontes são fáceis de identificar e de determinar a composição dos resíduos, cabendo a legislação aplicar sanções por falta de tratamentos, além de possibilitar a responsabilização do agente poluidor. As fontes difusas, por sua vez, estão espalhadas por inúmeros locais e são difíceis de serem determinadas devido as características intermitentes de suas descargas e também da abrangência sobre extensas áreas (GRASSI, 2001).

Duas estratégias podem ser adotadas para o controle da poluição das águas: (i) a primeira é a redução na fonte poluidora; (ii) a segunda - que pode ser aplicada tanto para fontes pontuais, quanto para fontes difusas - é o tratamento dos resíduos gerados para remoção dos contaminantes, ou pelo menos para reduzi-los a uma forma menos nociva (GRASSI, 2001).

Atualmente existe uma grande variedade de métodos físicos, químicos e biológicos disponíveis para o tratamento de águas residuais (ARAÚJO *et al.*, 2016). Entre os métodos físicos destacamos a adsorção em carvão ativado, coagulação e flotação, que são métodos eficientes na remoção de compostos de interesse de matrizes complexas, se enquadram como uma tecnologia não destrutiva ou de transferência de fase, e que necessitam de uma disposição final para o poluente. Entre os métodos químicos destacamos a incineração de resíduos sólidos, mas que possui como desvantagens o alto custo de manutenção e operação, assim como a possibilidade de geração de substâncias tóxicas que são lançadas na atmosfera. Quanto ao tratamento biológico, é um método muito utilizado para a remoção de resíduos devido o seu baixo custo, porém é um processo lento e que muitas vezes encontra uma barreira em compostos de alta toxicidade, o que limita sua eficácia a concentrações baixas de contaminantes (NETO *et al.*, 2011).

No contexto apresentado, os tratamentos eletroquímicos surgem como alternativas a essas técnicas convencionais, realizando a oxidação e não apenas a transferência de fase do material orgânico de interesse. É possível alcançar uma elevada eficácia de degradação, de compostos orgânicos presentes em água residuais, com técnicas oxidativas (NETO *et al.*, 2011). Esses métodos baseiam-se no fato que a maioria das substâncias poluentes são suscetíveis à reações de oxidorredução, alterando seu estado de oxidação, sua estrutura e propriedades, assim como o grau de toxicidade (IBANEZ, 2002).

Entre os métodos eletroquímicos utilizados para o tratamento de águas residuais destacamos a eletrofloculação, que utiliza princípios eletroquímicos de indústrias galvânicas. A base do tratamento são fenômenos de eletrólise que ocorrem ao passar o efluente a ser tratado entre dois eletrodos (Fe ou Al), dispostos paralelamente, alimentadas por corrente elétrica contínua. As reações acontecem próximas ao eletrodo, reduzindo os poluentes por dissociação, oxidação, coagulação, floculação, sedimentação ou flotação. No ânodo são gerados íons de ferro ou alumínio, que se hidrolisam, formando o agente de coagulação, hidróxidos insolúveis como o  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ou  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , adsorvendo os fragmentos insolubilizados dos poluentes, produzindo assim os flocos e clarificando o efluente (FLECK, 2011; LOUREIRO, 2008).

A eletrofloculação ocorre em três etapas. A primeira é a geração eletroquímica do agente coagulante pela oxidação de um ânodo metálico de sacrifício, geralmente, o ferro ou o alumínio por serem baratos, acessíveis e eficazes. Cátions são gerados na fase anódica e reagem com a água para a formação de hidróxidos metálicos (NETO *et al.*, 2011). Na segunda etapa ocorre a coagulação das partículas, ou seja, o metal carregado positivamente pode reagir com partículas de cargas negativas (FORNARI, 2007). Na terceira etapa ocorre a agregação da fase desestabilizada para formar os flocos. Os complexos formados na etapa de geração eletroquímica adsorvem-se em partículas coloidais, originando partículas maiores, que podem ser removidas por métodos convencionais, tais como decantação, filtração ou flotação (CRESPILHO; REZENDE, 2004).

Considerando as informações apresentadas nesta seção verifica-se que o método de eletrofloculação, por envolver conceitos que são trabalhados na disciplina de Química na Educação Básica, pode ser facilmente explorado para trabalhar conceitos inerentes à eletroquímica. Além disso, o método em si pode ser facilmente adaptado para a realidade escolar, possibilitando trabalhar conhecimentos químicos dentro de um contexto ambiental, permitindo ainda, desenvolver nos estudantes uma postura crítica e cidadã em relação às indústrias que poluem o meio ambiente.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

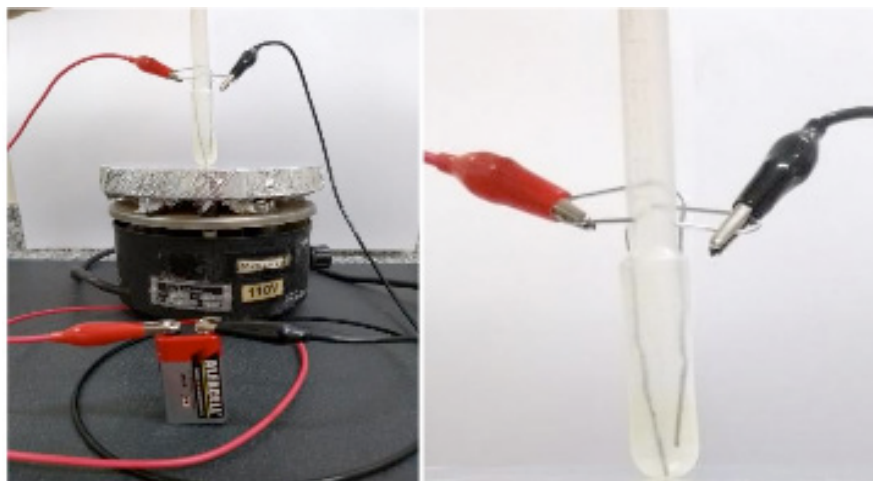
As atividades com projetos foram desenvolvidas na disciplina de Físico-Química 3 do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - câmpus Campo Mourão, durante o segundo semestre de 2015. Vale ressaltar que em 2018 o referido curso passou por uma reestruturação de matriz curricular, e a disciplina de Físico-Química 3 passou a ser denominada de eletroquímica, mantendo-se inalterada a ementa e carga horária. A disciplina de Físico-Química 3 do curso de Licenciatura em Química da UTFPR possuía regime semestral e carga horária de 72 horas/aula. A ementa desta disciplina envolvia os conceitos teórico-prático de: (1) Eletroquímica de equilíbrio; (2) Cinética eletroquímica; (3) Técnicas eletroquímicas; (4) Eletrólise e (5) Corrosão.

Na disciplina de Físico-Química 3, em especial, as APCC são trabalhadas a partir de diferentes atividades nas quais os estudantes podem suprir, com auxílio do professor e/ou do monitor da disciplina, sua deficiência em relação a conteúdos que deveriam ter sido estudados na Educação Básica, por meio do desenvolvimento de atividades teóricas ou práticas. O trabalho com projetos enquadra-se em uma dessas ações realizadas ao longo da disciplina, que permitem que o próprio estudante verifique sua deficiência e busque a superação da mesma.

Desta forma, buscou-se trabalhar com projetos cujo foco fosse a atividade experimental, visando propiciar uma aprendizagem significativa dos conceitos estudados durante a disciplina e permitir uma abordagem didática diferenciada, sem a necessidade de abrir mão de tópicos de conteúdos importantes. Os estudantes, individualmente, foram estimulados pela professora a produzir atividades experimentais utilizando materiais alternativos, de baixo custo, passíveis de serem trabalhados na Educação Básica.

O projeto foi desenvolvido em 10 horas/aulas, sendo 8 horas/aulas para realização das atividades práticas e 2 horas/aulas para socialização do projeto com os demais estudantes da disciplina. Durante a execução do projeto a professora assumiu a figura de mediadora do conhecimento - norteando a aluna nas atividades desenvolvidas, estabelecendo uma relação dialogada para troca de saberes -, buscando detectar e corrigir possíveis erros conceituais ou de utilização de técnicas ou equipamentos. Como instrumento de avaliação da aprendizagem utilizou-se a produção de um artigo e apresentação/socialização dos resultados na forma de seminário.

O experimento ora apresentado é uma adaptação de Ibanez (2002). Inicialmente, montou-se uma microcélula eletroquímica (Figura 1) introduzindo dois cliques de papel em lados opostos de uma pipeta de Pasteur de plástico, de modo que os cliques não se toquem a fim de impedir que ocorra um curto circuito, interligados por cabos de conexão do tipo jacaré-jacaré, como fonte de alimentação utilizamos uma bateria de 9 V.



**Figura 1:** Microcélula eletroquímica montada para a remoção de corantes em águas residuais.

**Fonte:** Os autores.

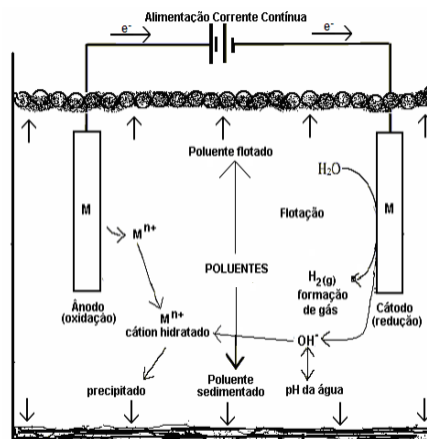
Em um béquer de 50 mL adicionou-se cerca de 100 mg de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), 4 mL de água destilada e algumas gotas do indicador de repolho roxo (utilizado como modelo de corante presente em efluentes e por possuir colorações distintas em diferentes faixas de pH: coloração vermelha em solução ácida, coloração amarela em solução básica). No mesmo béquer adicionou-se, gota a gota, uma solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,01 mol/L até atingir uma coloração que indique acidez. Esta solução foi introduzida dentro da microcélula e ficou sob agitação magnética. Para iniciar a reação os cliques da microcélula foram conectados, com auxílio de jacarés, em uma bateria de 9 V.

O procedimento foi realizado mais duas vezes, substituindo a solução de repolho roxo por soluções de azul de bromotimol e vermelho de metila, que também são indicadores de pH. Tal ação teve como objetivo avaliar qual indicador era o mais adequado para ser utilizado na atividade experimental, ou seja, qual permitia explorar melhor as evidências de ocorrências de reações químicas durante o processo de eletrofloculação.

### 3 | DESENVOLVIMENTO

O experimento ora relatado consiste na aplicação da técnica de eletrofloculação para a remoção de corantes de águas residuais, cujo funcionamento é representado no diagrama indicado na figura 2. Quando um potencial é aplicado o material do ânodo (aço galvanizado) é oxidado, fornecendo íons ferro para formação de hidróxidos de ferro (II ou III) pouco solúveis em água, enquanto o cátodo produz gás hidrogênio que ajuda no processo de separação, arrastando os flocos formados pelo hidróxido de ferro e poluente (no nosso caso corante têxtil) (FORNARI, 2007).

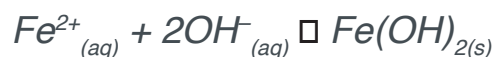




**Figura 2:** Diagrama esquemático da técnica de eletrofloculação.

Fonte: Fornari (2007).

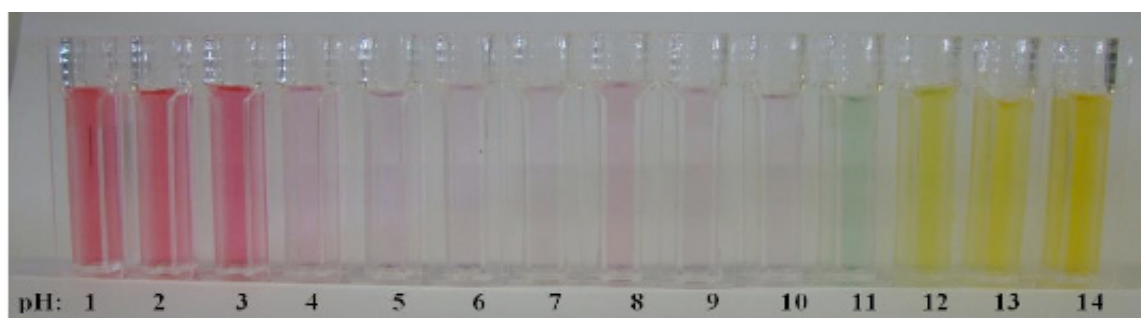
Com o andamento do processo, observa-se que a intensidade da coloração presente em solução começa a diminuir, primeiro ao redor do cátodo, e um lodo contendo hidróxido de ferro e corante se forma. Dentro de poucos minutos haverá lodo suficiente para absorver a maior parte do corante e o experimento poderá ser encerrado (IBANEZ, 2002). As reações que ocorrem durante o processo de eletrofloculação utilizando eletrodos à base de ferro são apresentadas a seguir:



A seguir apresentaremos algumas considerações em relação ao experimento desenvolvido. Vale ressaltar que muitos testes foram realizados, durante as aulas destinadas as APCC na disciplina de Físico-Química 3, mas apenas os que obtiveram melhores resultados ou que se mostraram mais satisfatórios para serem desenvolvidos no ambiente escolar serão apresentados e discutidos.

Como apresentado anteriormente, no processo de eletrofloculação ocorre à formação de íons hidróxido na região próxima ao cátodo. Para observar a formação dessa entidade utilizamos diferentes indicadores de pH, tal como o extrato aquoso de

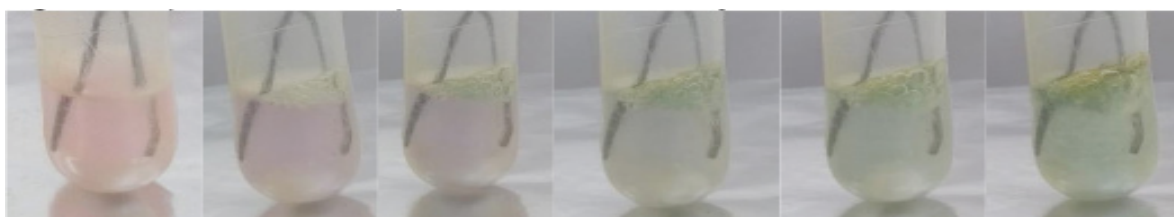
repolho roxo, cujas cores em diferentes valores de pH são apresentadas na figura 3.



**Figura 3:** Escala de pH obtida com uso de extrato aquoso de repolho roxo como indicador de pH.

Fonte: Autoria própria.

Em relação à experimentação observamos que a solução ácida contendo o indicador de repolho roxo apresentou, como esperado, coloração rósea, figura 4 (esquerda). Após conectar os cliques à bateria e iniciar a reação, a solução foi alterando sua coloração até adquirir coloração azulada, característica de meio básico, como pode ser observado na figura 4 (direita).

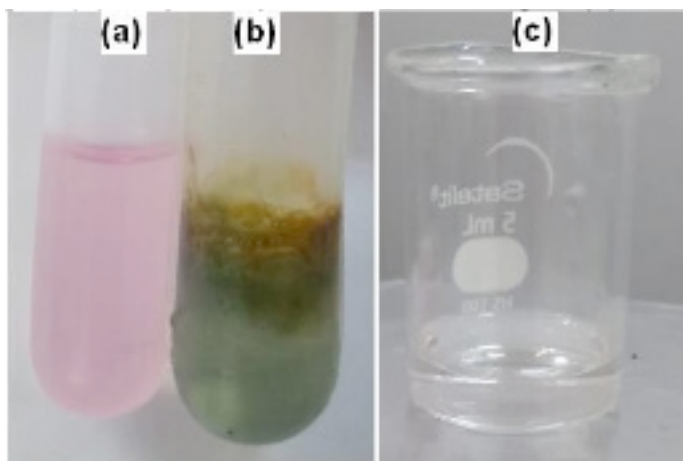


**Figura 4:** Aspectos visuais do processo de eletrofloculação obtidos em diferentes momentos.

Fonte: Autoria própria.

As modificações de coloração durante o processo são facilmente correlacionadas ao pH do meio a partir da comparação de cores com a escala de pH indicada na figura 3. Uma observação mais cuidadosa permite constatar que a modificação de coloração ocorre primeiramente próxima a um dos eletrodos que, a partir das equações que se estabelecem durante o processo de eletrofloculação, identificamos como cátodo, eletrodo no qual são formados os íons hidróxido, responsáveis pela mudança de cor dos indicadores utilizados no experimento.

Após a mudança de coloração na solução, que ocorre em alguns minutos, observamos a formação de um lodo, que se forma acima da solução. Esse lodo é constituído por hidróxido de ferro,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , que adsorve os poluentes (em nosso contexto os corantes têxteis, simulados pelo uso dos próprios indicadores de pH) presentes no meio aquático, produzindo assim flocos {figura 5(b)}, que são facilmente removidos por um processo de filtração. O filtrado obtido nesse processo é uma solução límpida, sem a presença de corantes, tal como pode ser observado na figura 5(c).



**Figura 5:** Aspecto visual da solução simuladora de efluente têxtil (a), da solução após o processo de eletrofloculação (b) e após o processo de filtração (c).

**Fonte:** Autoria própria.

Ainda que a solução obtida após o processo de filtração esteja transparente, a mesma não pode ser descarregada em um corpo de água sem o controle do pH, que deve ser entre 6 e 9 (BRASIL, 2014). Esta preocupação, o controle do pH do efluente tratado, pode (e deve) ser trabalhada com os estudantes, ou seja, o critério de qualidade da água não é a transparência da mesma, mas sua composição química. Neste sentido, a água é entendida, do ponto de vista microscópico, como uma solução homogênea, ainda que consideremos apenas a existência de moléculas de  $H_2O$ , constituída por íons hidróxido ( $OH^-$ ) e hidrônio ( $H_3O^+$ ), cujas concentrações devem estar adequadas para que o efluente tratado seja descarregado em um corpo de água.

Consideramos que as principais vantagens de utilizar o experimento de eletrofloculação no ensino de Química são: o custo acessível dos materiais utilizados na experimentação; a sua possível contribuição ao processo de ensino e de aprendizagem de conhecimentos químicos; o fato de ser relativamente simples, rápido (aproximadamente 15 minutos) e permitir o acompanhamento do processo de forma visual, uma vez que as mudanças de coloração ou formação de entidades químicas podem ser facilmente observadas e correlacionadas às equações químicas que ocorrem durante o processo; as diferentes possibilidades de discussões, tais como a poluição gerada pelas indústrias têxteis e suas consequências para o meio ambiente, pessoas e sociedade; e sua contribuição para discussões sobre as relações existentes em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Além disso, a atividade proposta pode servir como um experimento de Feira de Ciências, que permite discussões que contribuem para a conscientização da comunidade escolar para os efeitos da poluição ao meio ambiente.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar a atividade experimental relatada - adaptada de literatura especializada, realizada durante um projeto teórico-experimental enquanto APCC da disciplina de Físico-Química 3 - observamos que muitos conhecimentos, sejam específicos ou de cunho didático, tiveram que ser mobilizados para se idealizar e desenvolver o experimento. Iniciando pelo objetivo do projeto teórico-experimental, que não era uma simples reprodução de um roteiro descrito na literatura, mas sim a transposição do mesmo para o contexto educacional, incorporando quanto pertinente, e necessário, novos elementos para permitirem um melhor entendimento dos conhecimentos a serem trabalhados. Um exemplo disso é o uso da escala de pH que permitiu constatar a formação de íons hidróxidos, tal como é indicado na semi-reação de oxidação do processo de eletrofloculação.

A atividade experimental relatada pode ser facilmente adaptada para diferentes situações e contextos escolares, outros tipos de poluentes presentes em ambientes aquáticos podem ser estudados, preferencialmente aqueles percebidos visualmente. É possível avaliar, por exemplo, diferentes corantes têxteis utilizados industrialmente para comparar se há diferença em termos de facilidade de remoção no ambiente aquático.

Observamos que o experimento atingiu o objetivo de remoção de corantes de águas residuais simuladas, utilizando materiais alternativos e de baixo custo. Tais características permitem que a atividade experimental apresentada possa ser utilizada na disciplina de Química na Educação Básica, independente da existência de laboratórios. Trata-se de uma atividade que explora diferentes conceitos químicos, em um contexto atual e de interesse global, que permite mostrar as perturbações e modificações causadas pela ação humana e alertar para o correto uso e preservação do ambiente aquático.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K. S.; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A. C.; MALPASS, G. R. P. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 2, p. 387-401, 2016.

BARATIERI, S. M. *et al.* Opinião do estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, p.19-31, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.** Parecer CNE/CP nº 2/2015, de 09 de junho de 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** FUNASA: Brasília-DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.** RESOLUÇÃO CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002.

CHAGAS, V. **O ensino de 1º e 2º graus: antes, agora e depois.** São Paulo: Saraiva, 1975.

CRESPILHO, F. N.; REZENDE, M. O. O. **Eletroflotação: Princípios e Aplicações.** 1. ed. São Carlos: Ed. Rima, 2004. 96 p.

FLECK, L. **Aplicação do Controle Estatístico de Processos ao Tratamento de um Efluente Têxtil por Eletrofloculação.** Monografia de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, 2011.

FONSECA, M. R. M. **Completamente química: química geral.** Ed. Ftd. São Paulo, 2001.

FORNARI, M. M. T. **Aplicação da técnica de eletro-floculação do tratamento de efluentes de curtume.** UNIOESTE, Toledo, 2007.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES, F. P. **O texto de experimentação na educação em Química: discursos pedagógicos e epistemológicos.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. **Química Nova na Escola**, Edição Especial, p. 31-40, 2001.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p.198-202, 2009.

HEMPE, C.; NOGUERA, J. O. C. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 682-695, 2012.

IBANEZ, J. G. Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos: I - tratamento de soluções aquosas. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 45-48, 2002.

LOUREIRO, L. R. **Caracterização do chorume segundo alguns parâmetros e aplicação do método de eletrofloculação.** Monografia de Conclusão de Curso. Curso de Química pela Universidade Federal do Espírito Santo, p. 21, 2008.

MERÇON, F. A experimentação no ensino de química. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., 2003. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

NETO, S. A.; MAGRI, T. C.; SILVA, G. M.; ANDRADE, A. R. Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em Química. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1468-1471, 2011.

SCHEIBE, L. A formação pedagógica do professor licenciado - contexto histórico. **Perspectivas**, v. 1, n. 1, p. 31-45, 1983.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciandos. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., 2009. **Anais....** Florianópolis: UFSC, 2009.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Carmen Lúcia Voigt** - Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-290-6

