



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
PERNAMBUCO

Campus Ipojuca

Coordenação de Licenciatura em Química

STEFFANNY THUANNY ZACARIAS

**CAPTAÇÃO DA PRATA EM RESÍDUOS RADIOGRÁFICOS: Proposta para uma  
metodologia contextualizada no ensino de Química**

Ipojuca

2020

STEFFANNY THUANNY ZACARIAS

**CAPTAÇÃO DA PRATA EM RESÍDUOS RADIOGRÁFICOS: Proposta para uma  
metodologia contextualizada no ensino de Química**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Ipojuca, como requisito para obtenção do título de licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Henrique Soares de Andrade

Coorientador: Prof. Dr. Alberto Antônio da Silva

Ipojuca

2020

STEFFANNY THUANNY ZACARIAS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca do IFPE – Campus Ipojuca

Z13c Zacarias, Steffanny Thuanny

Captação da prata em resíduos radiográficos: proposta para uma metodologia contextualizada no ensino de Química/ Steffanny Thuanny Zacarias.-- Ipojuca, 2020.

66f.: il.-

Trabalho de conclusão (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Curso de Licenciatura em Química, Ipojuca, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Henrique Soares de Andrade.

Coorientador: Prof. Dr. Alberto Antônio da Silva.

1.Contextualização. 2. Problema ambiental. 3. Eletrólise. 4. Ensino de Química. I. Título. II. Andrade, Raphael Henrique Soares de. III. Silva, Alberto Antônio da.

CDD 540.7

**CAPTAÇÃO DA PRATA EM RESÍDUOS RADIOGRÁFICOS: Proposta para uma metodologia contextualizada no ensino de Química**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Ipojuca, como requisito para obtenção do título de licenciada em Química.

Trabalho aprovada. Ipojuca 20/10/2020

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profª. Me. Danielle de Farias Tavares Ferreira (Membro Interno)

Instituto Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo (Membro Interno)

Instituto Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Kennedy Francys Rodrigues Damascena (Membro Externo)

Instituto Federal de Pernambuco

Ipojuca

2020

***Dedicatória***

*Dedico este trabalho: à Deus, por ser essencial em minha vida; à minha mãe, pelo carinho e incentivo aos meus estudos; ao meu filho, que me fortalece diariamente.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a Deus, pois nele encontro força e coragem para superar obstáculos na concretização deste trabalho.*

*Ao carinho e incentivo da minha família, em especial minha mãe Rita Zacarias, que me incentivou nos estudos desde criança.*

*Ao meu filho, Bernardo Joaquim, por compreender as várias vezes que estive ausente por causa do desenvolvimento deste trabalho.*

*Ao meu esposo, Marlon Correia, que sempre esteve comigo nas horas difíceis, com seu afeto, dedicação e amor.*

*Ao meu professor orientador, Raphael Soares, pelo suporte e disponibilidade durante todo o curso, e por me auxiliar com toda dedicação possível durante a construção deste trabalho.*

*Ao meu coorientador Alberto Silva, por todo apoio, paciência e disponibilidade durante a conclusão deste trabalho.*

*Aos meus professores que contribuíram e contribuem para a ampliação dos meus conhecimentos.*

*À professora supervisora da escola campo de estágio, Nelândia Silva, que sempre esteve à disposição para compartilhar experiências durante meu processo de aprendizagem como pesquisadora-estagiária.*

*Aos meus colegas de turma, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo, e em especial Bruna Elionai, Jônata Silva, Hannah Vitória, Anália Santos, Ana Cláudia e José Felipe, que sempre estiveram por perto nos momentos de desespero.*

*À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação acadêmica.*

*A todos, Obrigada!*

*“O “produto final da educação” não interessa apenas aos processos produtivos capitalistas. A eficiência e a qualidade educacionais necessitam, pois, ser gestadas em função do crescimento do educando, do desenvolvimento de suas potencialidades e de seus interesses, que precisam ser entendidos como parte dos interesses da coletividade”.*

*Oswaldo Alonso Rays*

## RESUMO

Este estudo apresentou a proposta de uma metodologia contextualizada no ensino de química, objetivando verificar se, ao relacionar os conceitos estudados em sala de aula com a resolução de situações-problema contextualizadas, promoveria o interesse dos estudantes pelo estudo da disciplina de química de modo a ampliar seus conceitos químicos. Nesse sentido foi realizada uma intervenção didática com a abordagem de uma problemática ambiental, onde os estudantes tiveram que esquematizar a captura de íons prata ( $\text{Ag}^+$ ) nos efluentes gerados durante o processo de revelação dos filmes radiográficos utilizando o processo de eletrólise. O trabalho foi desenvolvido com uma turma do quarto módulo do curso técnico em química do IFPE, campus Ipojuca, com um total de 09 participantes. Foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, através do emprego de um questionário semiestruturado. Os resultados foram apresentados em cinco seções: (a) perfil e informações dos estudantes, (b) conhecimento prévio e posterior à aplicação da metodologia proposta sobre o conteúdo específico de eletrólise, (c) importância do estudo da eletrólise e sua utilização no meio social antes da intervenção, (d) a resolução da situação problema contextualizada aplicada no momento da intervenção e (e) a concepção dos estudantes sobre a abordagem da aula. A partir da análise dos dados, foi observado que houve uma evolução dos conceitos de eletrólise de todos os participantes da pesquisa. Além disso, pôde ser observado uma aceitação positiva da proposta pelos estudantes participantes da pesquisa. Desta forma, eles consideraram que esta abordagem despertou o interesse pela disciplina de química e, conseqüentemente, a construção do conhecimento de químico.

**Palavras chaves:** Contextualização. Problema ambiental. Eletrólise. Ensino de Química.

## ABSTRACT

This study presented the proposal of a methodology contextualized in chemistry teaching, aiming to verify whether by relating the concepts studied in the classroom with the resolution of contextualized problem situations, it would promote the interest of students in the study of chemistry discipline in order to broaden their chemical concepts. In this sense, a didactic intervention was carried out with the approach of an environmental problem, where students had to scheme the capture of ions silver ( $\text{Ag}^+$ ) in effluents generated during the process of developing radiographic films using the electrolysis process. The work was developed with a class of the fourth module of the technical course in chemistry of IFPE, campus Ipojuca, with a total of 09 participants. Qualitative research of an exploratory nature was developed, using a semi-structured questionnaire. The results were presented in five sections: (a) profile and information of the students, (b) knowledge prior and subsequent to the application of the proposed methodology on the specific content of electrolysis, (c) importance of the study of electrolysis and its use in the social environment before the intervention, (d) the resolution of the situation contextualized problem applied at the time of the intervention and (e) the conception of the students about the approach of the class. From the data analysis there was an evolution of the concepts of electrolysis of all participants of the research. Furthermore, it was possible to observe a positive acceptance of the proposal by the students participating in the research. Thus they considered that this approach aroused interest in the discipline of chemistry and consequently the construction of chemical knowledge.

**Keywords:** Contextualization. Environmental problem. Electrolysis. Chemistry teaching.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos sobre eletrólise .....	28
Quadro 2 – Resposta dos estudantes à questão 5 da parte II do pré e pós questionário .....	34
Quadro 3 – Resposta dos estudantes à questão 5 da parte II do pré e pós questionário .....	36
Quadro 4 – Resposta dos estudantes à questão 5 da parte II do pré e pós questionário .....	37
Quadro 5 – Resposta dos estudantes à questão 5 da parte II do pré e pós questionário .....	38
Quadro 6 – Resposta dos estudantes à questão 5 da parte II do pré e pós questionário .....	39
Quadro 7 – Respostas dos grupos para os questionamentos 1, 2 e 3 da situação-problema ...	42
Quadro 8 – Perguntas objetivas presentes na parte III do pós questionário .....	45

## **LISTAS DE FIGURAS**

Figura 1 – Composição do filme radiográfico .....	17
Figura 2 – Esquema das etapas de revelação de uma película radiográfica .....	18
Figura 3 – Formação acadêmica dos participantes da pesquisa .....	31
Figura 4 – Quantidade de acertos das questões objetivas .....	32
Figura 5 – Respostas dos estudantes às perguntas objetivas da parte III do pós questionário..	45

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Ag</b>	Prata
<b>Ag (S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>-3</sup></b>	Tiosulfato de prata complexo
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub></b>	Hidroquinona
<b>DCENEM</b>	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxigênio
<b>EDTA</b>	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
<b>H<sup>+</sup></b>	Íon Hidrogênio
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Molécula de água
<b>IFPE</b>	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
<b>mg L<sup>-1</sup></b>	Miligramas por Litro
<b>OCN</b>	Orientações Curricular Nacional
<b>PCN+</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PCNEM</b>	Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio
<b>SO<sub>3</sub><sup>-2</sup></b>	Sulfito
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Sulfato
<b>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>-2</sup></b>	Tiosulfato
<b>OH<sup>-</sup></b>	Hidroxila

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 PROBLEMA .....	15
1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	15
1.3 OBJETIVOS .....	16
1.3.1 Objetivo Geral .....	16
1.3.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 ELABORAÇÃO E PROCESSAMENTO DOS FILMES RADIOGRÁFICOS .....	17
2.2 REJEITOS DOS FILMES RADIOGRÁFICOS .....	19
2.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO NA CONCEPÇÃO DE MANSUR LUTFI .....	21
2.4 A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA .....	23
<b>3 PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	26
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	26
3.2 ESCOPO DA PESQUISA .....	26
3.3 COLETA DE DADOS E SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	26
3.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
4.1 PERFIL E INFORMAÇÕES DOS ESTUDANTES.....	30
4.2 CONHECIMENTOS PRÉVIO E POSTERIOR À APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA SOBRE O CONTEÚDO DE ELETRÓLISE .....	32
4.2.1 Questões objetivas do pré e pós questionário .....	32
4.2.2 Questões discursivas do pré e pós questionário .....	34

4.3	IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA ELETRÓLISE E SUA UTILIZAÇÃO NO MEIO SOCIAL .....	41
4.4	RESOLUÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA CONTEXTUALIZADA .....	42
4.5	CONCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A ABORDAGEM DA AULA .....	44
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>PERSPECTIVAS .....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>55</b>
	APÊNDICE A – PLANO DE AULA .....	55
	APÊNDICE B – PRÉ QUESTIONÁRIO .....	57
	APÊNDICE C – PÓS QUESTIONÁRIO .....	60
	APÊNDICE D – SITUAÇÃO-PROBLEMA .....	63
	APÊNDICE E – TEXTOS AUXILIARES .....	64

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química ainda vem passando por transformações na busca de práticas pedagógicas que visam trazer melhorias para o sistema de ensino. Na concepção de Lutfi (1988; 2005) os textos usados nas aulas de Química, ainda hoje na maioria das escolas, apresentam apenas fórmulas, classificações, regras, práticas, nomenclaturas, etc. Muitos professores ainda encontram-se atrelados a uma metodologia tradicional e os alunos costumam ter aversão aos conteúdos desta disciplina, por considerá-la de difícil compreensão.

De acordo com Garcia et al (2017), a busca de novas metodologias de ensino pode motivar a aprendizagem e promover o interesse do aluno para aquilo que ele supõe ser uma disciplina sem importância no seu cotidiano. Para Fernandes (2007) uma das principais razões para a falta de entusiasmo do estudante em assimilar o conteúdo de Química ministrado é o sentimento de que os conteúdos que são ensinados não têm ligação com o mundo real.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) sugerem que a disciplina de química seja ministrada a partir de uma abordagem contextualizada, baseando a prática de ensino em temas estruturadores vinculados ao cotidiano social para uma compreensão significativa do conteúdo abordado. Para tanto, o professor deve atuar como um problematizador, fornecendo meios para a construção do conhecimento a partir do próprio aluno.

Portanto, há a necessidade de se trazer novos avanços para o ensino de Química, fazendo com que os estudantes busquem informações sobre assuntos do cotidiano e assim nessa busca, junto com colegas e professores, eles encontrem subsídios para compreender um contexto de estudar para além do conceitual, ou seja, estudando também possíveis implicações sociais e ambientais.

Diante dessas práticas pedagógicas contextualizadas, identificamos que há uma situação grave, de grande impacto ambiental, observada desde muito tempo até os dias atuais, que é o descarte de efluentes de filmes radiográficos na natureza. Estes filmes são bastante utilizados na área de saúde, servindo ao radiodiagnóstico com excelentes interpretações de imagens.

Durante o processo de revelação desses filmes radiográficos, a prata é liberada na forma iônica. No ambiente, prata iônica atua como um inibidor enzimático, interferindo no processo metabólico dos organismos e trazendo prejuízos ambientais. (BORTOLETTO et al, 2007). Vale salientar que, segundo a legislação brasileira vigente, resolução nº 357/05 do CONAMA, o

limite de prata em efluentes para lançamento em corpos receptores hídricos é de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  de prata.

Nesse sentido, é relevante relacionar essa temática do impacto ambiental, provocado pelos resíduos radiográficos descartados no ambiente, com o campo de estudo da química, pois se mostra como uma excelente oportunidade de construção de conhecimento no processo de ensino aprendizagem, por colocar o estudante frente a situações-problemas reais, trazendo significância à disciplina, além de promover o interesse do educando pelo estudo da química, como já mencionado por Garcia et al (2017).

Por todos esses fatos, é que propomos utilizar uma metodologia contextualizada para apresentar o conteúdo eletrólise, e avaliar a eficácia da metodologia testada para a construção do conhecimento do estudante a partir do aspecto motivacional que desperte seu interesse no processo de ensinoaprendizagem.

## **1.1 PROBLEMA**

Compreende-se que há uma necessidade da utilização de metodologias inovadoras relacionadas ao ensino da química, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes pelos conteúdos abordados em sala de aula e, conseqüentemente, potencializar o processo de construção do conhecimento por parte do educando. Nesse contexto, levante-se a hipótese da possibilidade do emprego de situações-problemas serem utilizadas no ensino de Química como metodologia contextualizada para despertar o interesse do aluno pela disciplina de Química de modo a ampliar seus conhecimentos.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A partir deste questionamento, se faz necessário a busca de novas metodologias para o ensino de Química, fazendo com que o educando compreenda um contexto de estudar para além do conceitual, ou seja, estudando também possíveis implicações sociais e ambientais. Portanto, trazemos a proposta de uma abordagem contextualizada baseada na resolução de um problema ambiental, que se trata do lançamento em corpos receptores hídricos de efluentes contendo a prata iônica liberada no processo de revelação do filme radiográfico, gerados nas atividades de saúde.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Geral:**

Analisar se a utilização de metodologias de ensino da Química, a envolver situações-problemas contextualizados, auxilia no processo de ensino aprendizagem.

#### **1.3.2 Específicos:**

- Verificar se os estudantes conseguem resolver problemas do cotidiano a partir de conceitos químicos adquiridos nas aulas de química;
- Verificar se os estudantes conhecem e já presenciaram a aplicação da eletrólise em seu cotidiano;
- Avaliar a evolução dos conhecimentos químicos de cada participante;
- Verificar a eficiência da metodologia utilizada e a satisfação dos estudantes.

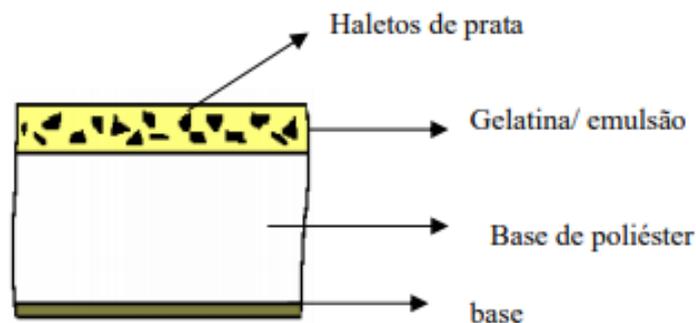
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ELABORAÇÃO E PROCESSAMENTO DOS FILMES RADIOGRÁFICOS

#### 2.1.1 Elaboração

A radiografia é uma gravação fotográfica visível, em filme, produzida pela passagem de raios X através de um objeto ou corpo, tornando possível estudar as estruturas internas do corpo. As películas radiográficas utilizadas nos serviços de saúde são comumente impressas em preto e branco. Elas são compostas por uma camada gelatinosa, designada também por emulsão, constituída por cristais de haletos de prata sensíveis à luz, uma camada protetora que protege a emulsão do contato com as mãos e uma base de poliéster estável à variação de temperatura, não se deformando, conforme observado na figura 1 (REIS, 2004).

**Figura 1** – Composição do filme radiográfico



Fonte: Reis (2004)

A emulsão, que consiste de cristais de prata suspensos em uma camada de gelatina sensível à luz, é a parte da película onde é gravada a imagem. No processo fotográfico, da película preta e branca, a luz produz a redução da prata formando o que chamam de imagem latente. Após o processo de excitação da película, formando a imagem latente, é necessário revelar essa imagem para entregar ao médico ou paciente. O processo de revelação de uma película de prata num sistema de câmara escura, utilizada na radiologia convencional, segue as seguintes etapas: Filme Radiográfico; Banho Revelador; Banho Fixador; Secagem e Lavagem (ANTUNES, 2011).

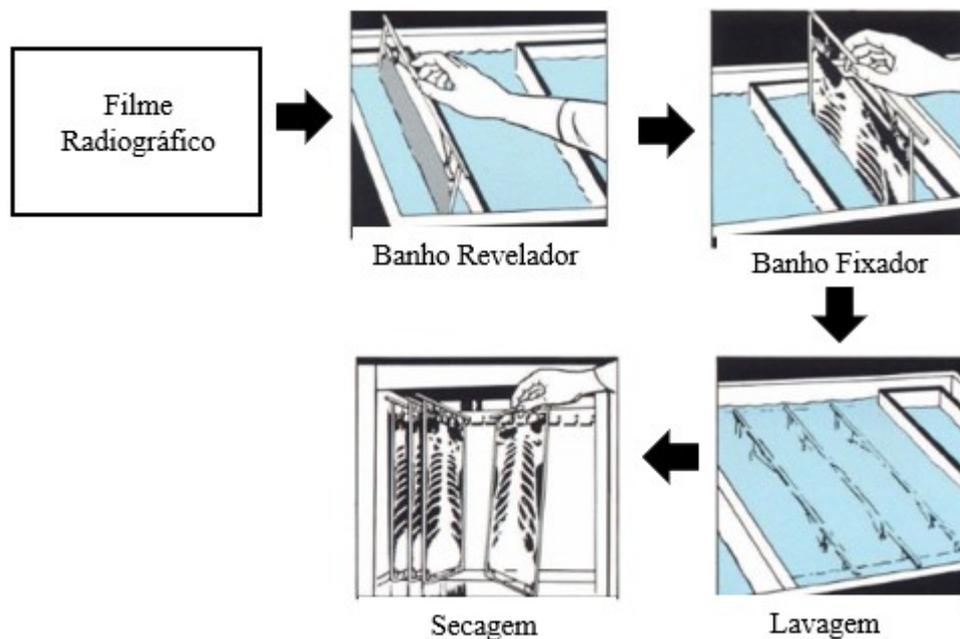
A camada protetora é uma película que protege a emulsão do contato com as mãos. Sempre há uma substância oleosa em nossa pele que, se transferir à emulsão, iria efetivamente arruinar o filme. Também protege a emulsão de arranhões secundários e abrasões (REIS, 2004).

A base é a parte mais grossa do filme fotográfico. Hoje em dia é feita de poliéster, flexível, translúcido, com a função de servir de suporte para a emulsão. É um suporte plano e transparente feito de poliéster azulado ou esverdeado. O poliéster é uma base particularmente apropriada para a película porque é estável à variação de temperatura; e quando esta é elevada não ocorrem modificações em seu tamanho (REIS, 2004; ANTUNES, 2011).

### 2.1.2 Processamento

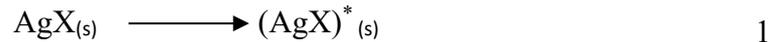
O processo de revelação de uma película de prata num sistema de câmara escura, utilizada na radiologia convencional, segue as etapas: filme radiográfico, banho revelador, banho fixador, lavagem e secagem; nesta ordem, como pode ser observado no esquema abaixo:

**Figura 2** – Esquema das etapas de revelação de uma película radiográfica



Fonte: Adaptada de Kodak, 1980.

De acordo com a descrição de Reis (2004) e Antunes (2011), os sais de prata ( $\text{AgX}$ ) estão suspensos e inertes em uma gelatina. Após à exposição à luz, ocorre a formação de partículas de prata metálica a partir dos haletos sensibilizados pela radiação luminosa (reação 1), formando uma “imagem latente”. Essa imagem latente dá origem a imagem real, a qual será entregue ao médico ou paciente, quando realizado o processo de revelação. Quando o filme sensibilizado é submetido a ação química reveladora (agente redutor, hidroquinona,  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ ), esta, reage com os cristais de prata que foram sensibilizados pela ação da luz ( $(\text{AgX})^*$ ), reduzindo e transformando-os em minúsculos grãos de prata metálica, e intensificando a imagem latente (reação 2).



Contudo, os sais de prata não foto-ativados ainda permanecem na emulsão, necessitando ser removidos, caso contrário serão novamente sensibilizados pela luz, comprometendo a permanência da imagem. Este processo é denominado fixação. O fixador é geralmente composto de tiosulfato de sódio ou de amônio (REIS, 2004).

O banho fixador dissolve os sais não reduzidos pelo revelador, tornando o filme transparente, perdendo sua turvação leitosa. A solução fixadora forma um composto solúvel com os cristais de haletos de prata não revelados, segundo a reação seguinte:



Após o processo, inicia a etapa de lavagem, que serve para remover qualquer vestígio de químicos dos banhos que possam deteriorar a película, seguindo-se a secagem para remoção da umidade. Deste processo resultam resíduos, os resíduos líquidos de revelação e os resíduos de películas radiológicas, que foram inutilizadas ou que deixaram de ter utilidade (ANTUNES, 2011).

## 2.2 REJEITOS DOS FILMES RADIOGRÁFICOS

De acordo com a Resolução nº 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os efluentes de processadores de imagem são considerados do grupo B, por apresentarem substâncias químicas que podem causar risco à saúde pública ou ao ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade

Conforme descreve o artigo 21 da referida Resolução, os resíduos do grupo B, com características de periculosidade, como é o caso dos efluentes radiográficos, quando não forem submetidos a processos de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos. O artigo 22 diz que os resíduos do grupo B no estado líquido podem ser lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto, desde que atendam às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes.

Entretanto, segundo Grigolletto (2011), o que acontece em muitos serviços de saúde é que os efluentes radiográficos são lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto com

níveis de compostos inorgânicos, como o metal prata, acima dos permitidos pelos órgãos competentes. Além disso, esses efluentes também são descartados com alta demanda química de oxigênio (DQO) e potencial hidrogeniônico (pH), cor, concentração de sólidos totais dissolvidos, cloreto, turbidez e sulfato acima dos limites permissíveis.

A disposição final e o tratamento desses efluentes, na maior parte dos serviços de saúde de diagnóstico por imagem, incluindo entidades de ensino e pesquisa, não são realizados adequadamente. Na maioria das vezes, resíduos químicos líquidos, como revelador e fixador, são desprezados sem tratamento prévio, diretamente na rede pública de esgoto. E este fato torna-se preocupante pois segundo a legislação brasileira vigente, resolução nº 357/05 do CONAMA, o limite de prata em efluentes para lançamento em corpos receptores hídricos é de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  de prata.

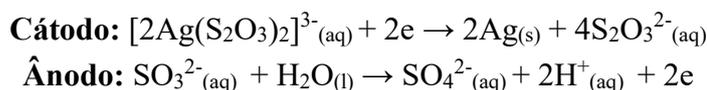
No ambiente, prata iônica atua como um inibidor enzimático, interferindo no processo metabólico dos organismos. (BORTOLETTO et al 2007). Além disso, Barbosa (2017) descreve a prata iônica como um dos 54 metais mais tóxicos conhecidos por organismos aquáticos em testes de laboratório. E, apesar da prata não ser considerada um produto cancerígeno, sabe-se que é um metal tóxico e pode ser facilmente absorvida pelo corpo humano através dos pulmões, do trato gastrointestinal, das mucosas do trato urogenital e da pele (BARBOSA, 2017).

Segundo Grigolletto (2011), uma solução adequada para o problema do descarte dos efluentes radiográficos seria a substituição dos equipamentos de radiografia tradicionais pelos equipamentos de radiografia digital, que não utilizam soluções químicas no processamento radiográfico e, portanto, não geram efluentes, evitando o contato dos trabalhadores com substâncias químicas, dessa forma minimizando os impactos na saúde ocupacional, ambiental e na saúde pública em geral.

Porém, para os estabelecimentos de serviço de saúde que optarem por continuar utilizando os equipamentos de radiografias tradicionais, de acordo com o CONAMA, devem realizar o tratamento adequado dos efluentes gerados nessas atividades, como por exemplo retirar os metais pesados presentes, se estes estiverem acima do recomendado, como estabelece o Artigo 22 da Resolução nº 358/05 do CONAMA, já citada acima.

Um desses metais seria a prata, que pode, inclusive, ser recuperada (ANTUNES, 2011). A realização da captação desse metal nesses efluentes líquidos pode ser por vários processos, por exemplo, eletrólise, substituição metálica, precipitação química, osmose reversa, troca iônica (KHUNPRASERT et al., 2007). A base desses métodos é a troca de elétrons da prata por outros, de modo a libertar a prata dos efluentes (SHANKAR et al., 2010).

Na recuperação eletrolítica da prata, uma corrente contínua é passada através de uma solução rica em prata entre um eletrodo positivo (ânodo) e um eletrodo negativo (cátodo). Neste processo, elétrons são transferidos para a prata carregada positivamente, reduzindo-a ao seu estado metálico. Simultaneamente, elétrons são retirados de algumas espécies em solução. Uma visão geral da reação é a seguinte (HILLIARD, 2003):



A utilização dessa temática da poluição ambiental, gerada pelos filmes radiográficos, como estratégia de ensino para despertar o interesse do estudante pela disciplina de química é relevante, pois irá colocá-los frente a situações problemáticas reais, buscando-se o conhecimento científico necessário para seu entendimento e solução (SANTOS, 2007).

Segundo Bonfim e Melo (2013), explorar a química do cotidiano traz significância à disciplina e, para o estudante, torna-se mais fácil entender os fenômenos químicos quando são explicadas as situações que ocorrem à sua volta. Sendo assim, ele percebe a importância de estudar química e sua reação diante dessa disciplina passa a ser de interesse e de aprendizagem. (BONFIM et al, 2013).

### 2.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO NA CONCEPÇÃO DE MANSUR LUTFI

Mansur Lutfi, trouxe a abordagem do ensino contextualizado, mostrando sempre a sua desconformidade com a situação do Ensino da Química. Quando se dedicava à docência integral do Ensino Médio, salientava a impossibilidade de se aprender Química tendo em vista o “conteúdo” apresentado e a forma como era feito o ensino. (LUTFI, 1988).

Em sua concepção, os textos usados, ainda hoje na maioria das escolas, apresentavam apenas fórmulas, classificações, regras, práticas, nomenclaturas, dentre outras. Para Lutfi (1988), esta forma de apresentar Ciência, pronta e definida, não consegue ensinar esta Ciência, além disso, para um professor que se sente engajado na mudança social, a Química pode servir, se trabalhada convenientemente, para atender as necessidades sociais e econômicas da sociedade.

De acordo com Santana (2014), o termo cotidiano ou contextualização, no Brasil, passou a ganhar força nas propostas curriculares no Ensino de Ciências, em particular no Ensino de Química, a partir dos trabalhos de Mansur Lutfi, em que defendia uma proposta de cotidiano

voltado para uma abordagem social apoiando-se nas ideias de cotidiano de Agnes Heller (1989), em que propõe entender como o conhecimento escolar que estudamos aparece em nossa vida diária, ou seja, “buscar extrair conhecimentos extraordinários do ordinário”.

Lutfi (2005) aponta diferentes interpretações atribuídas ao cotidiano, ou seja, à contextualização, que vão desde a simples resposta a uma curiosidade do aluno e a exemplificação, à elaboração de projetos de ensino que informam sobre a ciência, a tecnologia e suas aplicações (sociedade), até a perspectiva de conhecer para poder transformar a realidade.

A partir do termo cotidiano, Lutfi (2005) apresenta cinco possíveis interpretações para a utilização da contextualização no ensino de Química. A primeira, segundo o autor, para alguns professores trabalhar com a contextualização significa motivar os alunos, prevalecendo-se do sensacionalismo das notícias, da busca de curiosidades para realizar aproximações do assunto levantado, geralmente por alunos, com os conteúdos da química.

[...] não são questões propriamente do cotidiano; situam-se entre o sensacional, o fantástico e o superinteressante. Aqueles que trazem esse tipo de questões querem respostas simples e imediatas, pois o interesse é fugaz, sendo difícil estabelecer relações mais profundas entre esse fato isolado e outros conhecimentos. (LUTFI, 2005, p.18).

Uma segunda interpretação que o autor enfatiza, diz respeito à tentativa de exemplificar fatos ligados à vivência do aluno com certos conteúdos, por meio de ilustrações e exemplos, na maioria das vezes, numa abordagem apenas superficial desses fatos. Nessa perspectiva, a contextualização fica apenas no campo da citação, sem estabelecer relações mais significativas com o conhecimento químico.

A terceira interpretação que o autor menciona para a contextualização, é o fato em que são levantados tópicos ligados à saúde, agricultura, domissanitários, entre outros, com o caráter introdutório na finalidade de tornar o conteúdo químico mais fácil de ser "aprendido" por parte dos alunos, porém para o professor o conteúdo em si é o mais importante. Assim, a ordem formal dos conteúdos, dada pelos livros didáticos de caráter meramente conteudista, é mantida.

Lutfi (2005), na sua quarta interpretação sobre a contextualização no ensino de Química, faz referência ao que se reflete nos projetos americanos ligados a questões ambientais, que apareceram na década de 1970:

[...] são projetos críticos quanto a seguir uma sequência formal de conteúdo; tem uma boa fundamentação teórica em termos de conteúdo, mas procuram isentar o sistema econômico,

social e político no qual originaram, dos problemas sociais causados pelo uso do conhecimento químico. (LUTFI, 2005, p.19).

A partir dessa interpretação sobre o ensino contextualizado, o autor ressalva que par haver o engajamento do estudante com os conteúdos químicos estudados em sala de aula e conseqüentemente o interesse dos mesmos pela disciplina, em sua visão, de fato é relevante trabalhar com projetos envolvendo questões ambientais e econômicas, porém o mais importante seria trabalhar estes temas como um agente de mudanças no meio social. Ou seja, trazer benéficos para a sociedade associado à produção e à utilização do conhecimento químico.

“É se trabalhar com o mundo vivido a partir de determinados problemas sociais do contexto do aluno”. (LUTFI, 2005, p.20). Portanto trabalhar a contextualização implica dizer que as teorias e as concepções químicas não podem ficar de fora (LUTFI, 2005). O autor conclui que, trazer para sala de aula diferentes contextos é importante, mas se não forem compreendidos sob o viés do conhecimento científico, a escola irá tornar-se dispensável.

Por fim, Lutfi (2005), apoiado nas ideias de cotidiano de Agnes Heller (1989), aponta uma quinta ideia de contextualização, a qual defende como proposta para ensinar química. Utilizando a frase “buscar extrair conhecimentos extraordinários do ordinário”, propõe entender como o conhecimento escolar que estudamos aparece em nossa vida diária. Para o autor, a contextualização vai além de uma mera ligação de conceitos químicos com problemas sociais, mas sim, utilizar o conteúdo químico como instrumento necessário para o aluno entender e modificar o meio social.

## **2.4 A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**

A preocupação por um novo modelo de ensinar as ciências da natureza, em especial a /química, faz a contextualização tornar-se uma alternativa que contribui para a melhor significação do objeto de estudo. Vê-se o incentivo à contextualização para o ensino a partir da publicação do documento PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) e uma definição melhorada pelo PCN+, publicado em 2002 pelo Ministério da Educação, na qual a exposição de contextualização para o ensino de ciências da natureza tornou-se mais claro.

Para o ensino de Química o documento PCN+ traz a ideia de contextualização como a “[...]inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas.” (BRASIL, 2002). Nesse sentido, de acordo com Trevisan e Martins (2006),

Verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada, no sentido tecnológico (TREVISAN; MARTINS, 2006).

Dessa forma, a contextualização busca a construção do conhecimento a partir de uma perspectiva no qual o educando sintá-se mobilizado para mudar a sociedade na qual está inserido. O documento (BRASIL, 2006) sugere a contextualização de temas socialmente relevantes para o ensino de Química, como mostra o seguinte trecho:

Defende-se uma abordagem de temas sociais (do cotidiano) e uma experimentação que, não dissociados da teoria, não sejam pretensos ou meros elementos de motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes [...] (BRASIL, 2006).

É notória a importância atribuída à contextualização no ensino de Ciências por esses documentos e, desde as DCNEM, esse debate vem se ampliando. Assim, os docentes podem encontrar subsídios para buscas de metodologias através do trabalho contextualizado, pois “a química passa a ter mais sentido para o estudante, que reconhece a ciência em seu dia a dia e, assim, passa de sujeito expectador para sujeito ativo, participando e contribuindo com a formação do próprio conhecimento científico” (PEREIRA, 2010, p.2).

Nessa perspectiva, a contextualização e a problematização das situações discutidas é essencial para que o trabalho desenvolvido não tenha caráter mecânico, comprobatório, de receitas prontas que não admitem o imprevisto, onde a ciência é vista como verdade absoluta, pois esses não permitem que o estudante perceba a significação dos conceitos químicos e faça uma relação da teoria com o mundo em que vive. Além disso, a falta de contextualização se constitui em um dos fatores responsáveis pelo desinteresse dos alunos pelas ciências (LIMA et al., 2000; COSTA; SOUZA, 2013).

Segundo Scafí (2010), a contextualização favorece o despertar do interesse pelo conhecimento com aproximações entre conceitos químicos e a realidade social do indivíduo. Ainda segundo o autor, é preciso também criar um ambiente propício de ensino, no qual o aluno possa vislumbrar a aplicabilidade dos conceitos aprendidos.

O professor deve considerar a importância de colocar os estudantes frente a situações-problema adequadas, proporcionando a construção do próprio conhecimento, levando-os a investigarem o problema e, conseqüentemente, a realizarem pequenas pesquisas. Segundo Pozo

(1998), “no ensino por investigação, os alunos são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais”.

Reforçando a ideia da contextualização no ensino, os PCNEM (BRASIL, 1999, p. 208) recomendam:

[...] tratar, como conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade imediata (...) muitas vezes, a vivência, tomada como ponto de partida, já se abre para questões gerais [...]

Já, quando se refere ao ensino da disciplina de Química, os PCNEM (BRASIL, 1999) sugerem que:

[...] utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se construir os conhecimentos químicos que permitam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência.

Em 2006 foram publicadas as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCN), sendo este um documento que envolveu a contextualização como um pressuposto importante para o ensino de Ciências, possuindo um papel de mediar o diálogo entre as disciplinas, principalmente das que tomam como objeto de estudo, o contexto real das situações habituais dos alunos, os fenômenos naturais e artificiais, e as aplicações tecnológicas.

Dessa forma, é preciso repensar o ensino de Química e propor a inserção da contextualização, de modo que se construa sentido aos conteúdos e que estes possam enfatizar situações problemáticas reais, e, com isso, desenvolver nos alunos as competências na análise de dados, de informações e de argumentação.

### 3 PERCURSO METODOLÓGICO

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi de cunho qualitativo, visto que não há intenção de se preocupar com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social. Segundo Triviños (1987, p. 14) a pesquisa qualitativa “é uma postura importante no campo da investigação educacional. Na perspectiva de Guimarães (2017) a pesquisa qualitativa é:

[...] um estudo não-estatístico que identifica e analisa profundamente dados não-mensuráveis – sentimentos, sensações, percepções, pensamentos, intenções, comportamentos passados, entendimentos de razões, significados e motivações de um determinado grupo de indivíduos em relação a um problema específico. O propósito da pesquisa qualitativa é descobrir o que o consumidor tem em mente. (GUIMARÃES, 2017, p.3).

E foi ainda de caráter exploratório. Segundo Gil (2008, p. 27):

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. São desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinados fatos. (GIL, 2008, p. 27).

#### 3.2 ESCOPO DA PESQUISA

O estudo foi realizado com os estudantes do IFPE Campus Ipojuca do curso técnico em Química matriculados no quarto módulo e que tinham cursado, no mínimo uma vez, o componente curricular Eletroquímica, pois o conteúdo dessa disciplina iria nortear os estudantes a um melhor entendimento da metodologia aplicada e serviria como base comparativa para o estudo do conteúdo sem a metodologia aplicada.

Dessa forma, foi realizado um estudo bibliográfico para elaboração de um plano de aula com o tema eletrólise (apêndice A), baseado em uma metodologia contextualizada sobre um problema ambiental que ocorre a partir do lançamento em corpos receptores hídricos de efluentes contendo a prata iônica liberada no processo de revelação do filme radiográfico.

#### 3.3 COLETA DE DADOS E SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O instrumento de coleta de dados empregado foi um questionário, o qual é definido por Gil (2008, p.121) como sendo uma “técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos”. As respostas a essas questões são que proporcionam os dados requeridos para

descrever as características da população pesquisada ou testar as hipóteses que foram construídas durante o planejamento da pesquisa (GIL, 2008, p. 121). A pesquisa foi realizada em três etapas durante três dias. A seguir serão descritos os procedimentos empregados em cada uma delas.

#### **A. Primeiro dia: primeira etapa – duração de uma aula de 45 minutos**

Foi aplicado um pré-questionário misto (apêndice B), de autoria própria, construído a partir do estudo de Santos et al (2018) “*Aprendizagem Ativo-Colaborativa-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica*” para a análise investigativa por meio do diagnóstico de sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes, dividido em três partes: (a) identificação e informações dos estudantes; (b) conhecimentos específicos sobre eletrólise contendo questões objetivas e subjetivas; (c) importância do estudo da eletrólise e sua utilização no meio social, apenas com perguntas subjetivas.

#### **B. Segundo dia: segunda etapa – duração de duas aulas de 45 minutos cada**

Na segunda etapa foi realizada a intervenção didática dividida em dois momentos. No primeiro momento os estudantes se organizaram em grupos de quatro integrantes, com o intuito de promover o diálogo e a defesa de opiniões de cada um deles. Então, foi entregue a cada grupo uma situação-problema contendo três questionamentos (apêndice D) para serem resolvidos a partir de seus conhecimentos prévios e dois textos auxiliares – um sobre filme radiográfico e outro sobre eletrólise (apêndice E), que são os conteúdos conceituais direcionados à resolução do problema. Os integrantes dos grupos também puderam utilizar o celular como ferramenta de apoio para fazerem pesquisas em vídeo aulas no Youtube® e outros sites indicado pela professora.

No segundo momento, um integrante de cada grupo expôs a solução para o problema, fazendo menção aos conceitos químicos utilizados, bem como os caminhos percorridos para sua resolução. Desse modo, possibilitou a condução posterior de uma discussão com o grande grupo (alunos e professora) na intenção de sistematizar os conceitos químicos expostos e enfatizar sua relevância no meio social.

#### **C. Terceiro dia: terceira etapa – duração de uma aula de 45 minutos**

Na terceira etapa foi realizada a aplicação de um pós questionário (apêndice C), construído basicamente para traduzir os objetivos da pesquisa em questões, de autoria própria,

baseado nos estudos de: Luca e Pino (2016) intitulado “*a aplicação da experimentação contextualizada e interdisciplinar com estudantes do ensino médio: percepções e considerações*”, onde foi possível, a partir da discussão das respostas dos estudantes, perceber a efetividade do estudo.

O questionário também foi construído baseado nos estudos de Cunha *et. al* (2016) intitulado “*satisfação dos estudantes do curso de ciências contábeis: estudo em universidades públicas de Santa Catarina*”, que subsidiou a avaliação da satisfação do estudante pela metodologia proposta, com o intuito de comparar a evolução dos conhecimentos químicos dos estudantes antes e após a intervenção didática, e também avaliar a eficiência e sua satisfação com a metodologia aplicada.

O questionário foi dividido em três partes: (a) identificação e informações dos estudantes; (b) conhecimentos específicos sobre eletrólise contendo questões objetivas e subjetivas; e, (c) concepção dos estudantes sobre a abordagem da aula.

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados das questões discursivas foram elencados conceitos de eletrólise para cada uma das questões, de acordo com os livros didáticos de Feltre (2008) “*Química 2 – Físico-Química*” e Usberco & Salvador (2014) “*Química 2 – Físico-Química*”, para verificação da evolução desses conceitos dos estudantes participantes da pesquisa no pré e pós questionário.

**Quadro 1 – Conceitos sobre eletrólise**

<b>Pergunta</b>	<b>Feltre (2008)</b>	<b>Usberco e Salvador (2014)</b>
O que você entende por eletrólise?	É a reação de oxirredução provocada pela corrente elétrica. Para realização da eletrólise será necessário o auxílio de um circuito elétrico, composto de um gerador elétrico, que fornecerá a energia, e um recipiente denominado célula (ou cuba) eletrolítica. O gerador “injeta” elétrons no circuito por seu polo negativo (cátodo) e “aspira” igual número de elétrons por seu polo positivo (ânodo).	É a passagem de corrente elétrica através de um sistema líquido, onde existem íons, que produz reações químicas não-espontâneas. As eletrólises são realizadas em uma cela (ou célula) eletrolítica, na qual a corrente elétrica é produzida por um gerador (pilha). Os cátions (íons positivos) migram para o cátodo (polo negativo), onde ocorre sua redução. Os ânions (íons negativos) migram para o ânodo (polo positivo), onde ocorre sua oxidação.

A eletrólise é um processo espontâneo? Justifique sua resposta	Não. Pois para que a reação ocorra é necessário um circuito elétrico composto de um gerador elétrico, que fornecerá a energia.	Não. pois para a reação ocorrer submetemos o sistema a uma corrente elétrica proveniente de fonte externa, como, por exemplo, uma pilha.
Atualmente quais os dois processos eletrolíticos existentes?	Eletrólise ígnea e eletrólise aquosa.	Eletrólise ígnea e eletrólise aquosa.
O que você entende por deposição eletrolítica?	Deposição de finas películas de metais sobre peças metálicas ou plásticas através do processo de eletrólise. Essa técnica tem o nome genérico de galvanização, e os casos mais comuns são os de deposição de cromo (cromagem), de níquel (niquelagem) ou de prata (prateação).	Está relacionada ao revestimento de superfícies, e é esse o processo utilizado na prateação, na douração, na niquelação, na cromação etc. O objeto a ser revestido, durante a eletrodeposição, deve estar ligado ao polo negativo do gerador, constituindo o cátodo.
Quais as aplicações do processo de deposição eletrolítica?	Galvanização, cromagem, niquelagem e prateação tornando as peças mais brilhantes, bonitas e valiosas, além de resistirem melhor à corrosão. Atualmente, não só peças metálicas, mas também peças de plástico podem ser cromadas, sendo usadas como grades, emblemas e calotas em automóveis, como peças de geladeiras e aparelhos de som, etc.	Banho de prata em bijuteria ou em outros objetos como taças (prateação), banho de ouro em anel feito de alumínio (douração), latas de ferro revestidas por uma fina camada de estanho (banho de estanho), recobrimento de objetos de ferro ou de aço com cromo (cromação).

Fonte: Feltre (2008); Usberco; Salvador (2014)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversos são os estudos e pesquisas sobre metodologias alternativas para o ensino de química, visando romper o paradigma de que o ensino da química é repetir receitas e fórmulas, como ressalta Lutfi (1988), quando iniciou seus estudos em busca de introduzir o cotidiano dos estudantes nas aulas de Química.

De acordo com Garcia et al (2017), a busca de novas metodologias de ensino pode motivar a aprendizagem e promover o interesse do aluno para aquilo que ele supõe ser uma disciplina sem importância no seu cotidiano. Também segundo Arroio et al (2006), há uma necessidade da utilização de metodologias alternativas relacionadas ao ensino da química, com o intuito de despertar o interesse e a importância dos conceitos químicos presentes nos currículos escolares.

Dessa forma, inspirando-se nos estudos de (LUTFI 1988; 2005; LIMA, 2000; FERNANDES, 2007; LUCA, 2016 e GARCIA, 2017) surgiu a proposta de contextualizar o ensino de química abordando uma situação-problema decorrente do descarte, sem nenhum tratamento prévio, dos efluentes gerados no serviço de saúde, durante o processo de revelação dos filmes radiográficos. Entretanto, apesar dos estudos citados acima abordarem a contextualização no ensino da Química, nenhum deles trouxe esta temática da resolução de um problema ambiental.

Nessa perspectiva, este trabalho foi desenvolvido e os resultados obtidos serão apresentados em cinco seções: (a) perfil e informações dos estudantes, (b) conhecimento prévio e posterior à aplicação da metodologia proposta sobre o conteúdo específico de eletrólise, (c) importância do estudo da eletrólise e sua utilização no meio social antes da intervenção, (d) a resolução da situação problema contextualizada aplicada no momento da intervenção e (e) a concepção dos estudantes sobre a abordagem da aula.

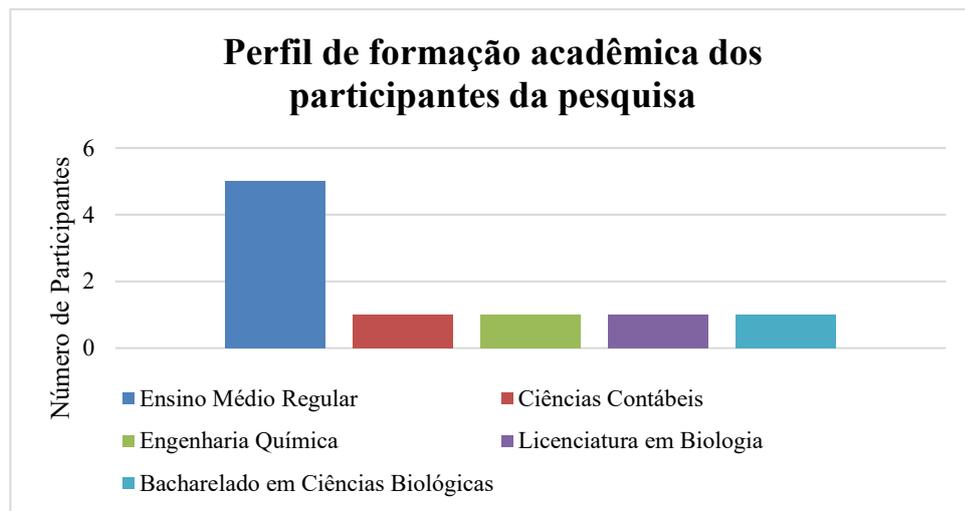
### 4.1 Perfil e informações dos estudantes

Nesta seção apresenta-se o perfil e informações dos estudantes do curso técnico em química participantes da pesquisa. Descrevemos: gênero, faixa etária, como obteve o certificado de conclusão do Ensino Médio, formação acadêmica, se já cursou o componente curricular Eletroquímica e se estudou o conteúdo de eletrólise.

Dentre os 09 estudantes participantes da pesquisa, 07 foram do gênero feminino e 02 do gênero masculino, com idades entre 19 e 33 anos. Todos obtiveram o certificado de conclusão do Ensino Médio através do ensino regular.

Apresenta-se na figura 3 a formação acadêmica dos participantes da pesquisa com seus respectivos cursos.

**Figura 3** – Formação acadêmica dos participantes da pesquisa.



Fonte: A Autora (2020).

O intuito de conhecer o perfil acadêmico dos participantes foi identificar se algum deles teria concluído, ou cursava em paralelo, algum curso na área de Química ou na área ambiental no momento da pesquisa. Pois, essa bagagem que cada um deles pudessem trazer poderiam influenciar nos resultados da pesquisa no momento da resolução do pré questionário, em relação aos conhecimentos específicos de eletrólise, bem como na resolução da situação problema, que envolve conhecimentos de eletrólise e ambientais.

Conforme a figura 3, apenas um estudante já estudou outro curso na área de Química, nenhum cursou na área de ambiental, três cursaram graduação em outras áreas e cinco estudaram apenas o ensino médio regular.

Todos os participantes da pesquisa já cursaram eletroquímica e sete já estudaram eletrólise. Esta identificação fez-se fundamental para fins de comparação dos conhecimentos adquiridos por eles através de outras metodologias de ensino e com a metodologia proposta, obtendo assim a evolução desses conhecimentos a partir da abordagem da aula. Também foi relevante conhecer quais participantes já estudaram o conteúdo de eletrólise, especificamente, pois esses estudantes poderiam ter mais facilidade para solucionar e compreender o problema proposto já

que/ a finalidade era levantar hipóteses da solução a partir dos conhecimentos prévios de eletrólise, para assim construir e internalizar novos conhecimentos.

Piaget (1976) ao explicar o mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos propõe conceitos como equilibração, desequilibração e reequilibração, e que o entendimento de qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Este fato é um princípio geral de todas as teorias construtivistas e revolucionou o planejamento do ensino, uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou com eles entendem a proposta a ser realizada (CARVALHO, 2013).

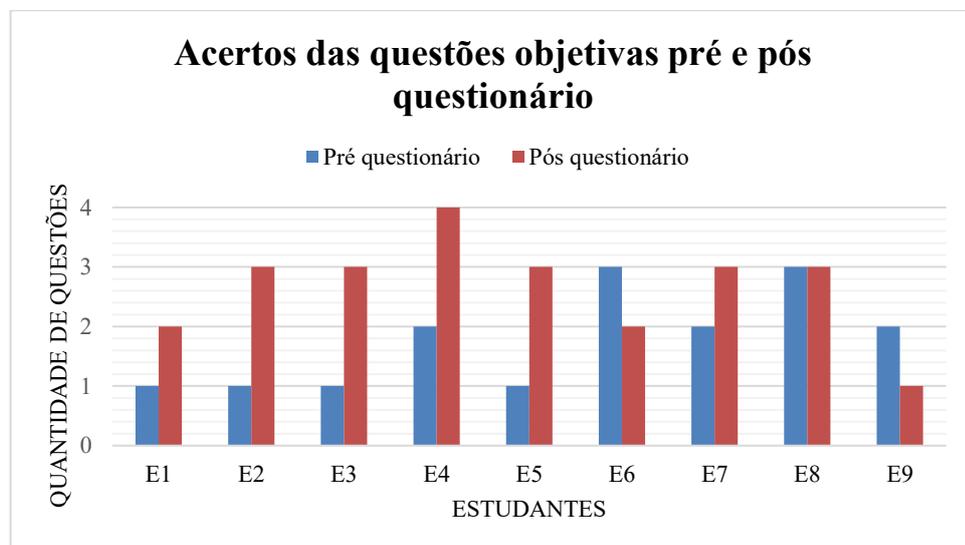
#### 4.2 Conhecimento prévio e posterior à aplicação da metodologia proposta sobre o conteúdo específico de eletrólise

Nesta seção apresenta-se as respostas das perguntas específicas do conteúdo de eletrólise com o objetivo de comparar a evolução dos conhecimentos químicos dos participantes da pesquisa. Esta seção encontra-se na parte II dos questionários pré e pós intervenção didática. As perguntas para ambos os questionários foram as mesmas, cada um contendo 09 questões, sendo 05 discursivas e 04 objetivas.

##### 4.2.1 Questões objetivas do pré e pós questionário

Para uma melhor visualização da evolução dos conceitos químicos distribuídos nas questões objetivas apresenta-se a figura 4 com o quantitativo de acertos das questões para cada estudante antes e após a abordagem da metodologia proposta.

**Figura 4** – Quantidade de acertos das questões objetivas.



Fonte: A Autora (2020).

Conforme a figura 4 percebe-se que houve um aumento da quantidade de acertos das questões objetivas, após a aplicação da metodologia proposta, de seis participantes, o E1, E2, E3, E4, E5 e E7. No entanto dois participantes, E6 e E9, tiveram a quantidade de acertos reduzida e um permaneceu com a mesma quantidade de acertos. Portanto, pode-se considerar que houve uma evolução na construção dos conceitos químicos sobre eletrólise após a intervenção didática, pois a maioria dos estudantes conseguiram responder de forma satisfatória um maior quantitativo de questões no pós questionário.

Consideramos, portanto, que a utilização da problemática contextualizada que visou solucionar um problema ambiental auxiliou esses estudantes na construção do conhecimento químico, que concorda com o pensamento do estudo contextualizado de Lutfi (1988, 2005), quando ele fala que é relevante trabalhar com projetos envolvendo questões ambientais e econômicas com o intuito de modificar o meio social dos alunos. Ou seja, trazer benefícios para a sociedade associado da produção e da utilização do conhecimento químico favorecendo a construção do conhecimento.

Também, esta problemática, está em consonância com a visão piagetiana de que construção do conhecimento é favorecida quando da utilização de um problema como meio de estudo (PIAGET, 1976). Nota-se que o E2, apesar de já possuir formação de nível superior na área de química, acertou apenas uma questão no pré questionário e conseguiu evoluir no pós questionário, errando apenas uma questão objetiva das quatro respondidas. Isto mostra que a formação anterior que ele possui não influenciou, positiva ou negativamente, na resolução das questões objetivas do pré questionário, em relação aos outros estudante que possuem apenas formação de nível médio regular ou superior em outras áreas.

Com relação aos estudantes 6 e 9, que obtiveram mais acertos no pré que no pós questionário, pode-se considerar que ambos provavelmente adquiriram uma aprendizagem mecânica durante estudos anteriores do conteúdo de eletrólise. Segundo os estudos de Ausubel e Novak (1978), Aprendizagem Mecânica ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, ou seja, o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê.

Essa aprendizagem também acontece de maneira literal, o aluno aprende exatamente como foi falado ou escrito, sem margem para uma interpretação própria. E, mesmo a quantidade de acertos ter sido menor após a vivência da abordagem contextualizada, foram acertos relevantes se considerado que partiu de uma aprendizagem significativa. Ainda segundo os estudos de

Ausubel e Novak (1978), a aprendizagem significativa ocorre com a incorporação de conhecimento novo na estrutura cognitiva do estudante, e pode ser associado a um conhecimento prévio, relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva.

Além disso, segundo Piaget (1990) a aprendizagem é um processo de construção individual e acontece de forma diferente para cada indivíduo, pois é necessário um conjunto de estratégias cognitivas que mobilizam o processo que muitas vezes é singular.

#### 4.2.2 Questões discursivas do pré e pós questionário

Para as questões discursivas, apresentam-se na íntegra as respostas dos 09 participantes da pesquisa, afim de comparar com os conceitos elencados nos livros didáticos de Feltre (2004) “Química 2 – Físico-Química” e Usberco & Salvador (2014) “Química 2 – Físico-Química”, sobre o conteúdo de eletrólise, visando a verificação da evolução desses conceitos dos estudantes participantes. Os conceitos desses dois autores já foram elencados no quadro 1 na metodologia deste trabalho para cada uma das perguntas.

#### Questão 1: O que você entende por eletrólise?

**Quadro 2** – Resposta dos estudantes à questão 01 da parte II do pré e pós questionário.

<b>Participante</b>	<b>Pré questionário (R1)</b>	<b>Pós questionário (R2)</b>	<b>Comentário</b>
E1	<i>É um processo forçado onde uma carga elétrica é adicionada ao processo, forçando a passagem dos elétrons. Processo de oxirredução.</i>	<i>É o emprego de energia elétrica para geração de energia química.</i>	Em ambas as respostas o E1 entende que é necessário o emprego de energia elétrica para que o processo ocorra. E, na R2, ele agrega mais uma informação, a da “geração da energia química”.
E2	<i>É uma reação química de oxirredução provocada por uma corrente elétrica.</i>	<i>É a separação de moléculas químicas com uma fonte de energia elétrica.</i>	Em ambas respostas o E2 entende que há uma reação química a partir de energia elétrica.
E3	<i>Uma reação de natureza química onde há trocas de elétrons entre elementos produzindo energia</i>	<i>É um processo eletroquímico que transforma energia elétrica em energia química.</i>	Na R1 o E3 deixa os conceitos soltos e não fica claro como ocorre a eletrólise. Ele entende que é uma reação química e que há trocas de elétrons produzindo energia, porém não esclarece quais os tipos de energia envolvida. Já na R2 fica mais claro quanto ao tipo de processo e as energias envolvidas.

E4	<i>É um assunto envolvido na disciplina de eletroquímica onde estuda as reações de oxirredução o qual tem que existir nessa reação um meio aquoso para ocorrer a reação e energia elétrica envolvida.</i>	<i>Eletrólise é um processo não espontâneo onde utilizou-se corrente elétrica para acontecer a oxirredução de determinado metal, podendo ser ígnea ou aquosa.</i>	Na R1 o E4 entende que deve haver energia elétrica para ocorrer a reação, porém fica claro que ele não conhece os dois tipos de processo eletrolítico "...tem que existir nessa reação um meio aquoso...". E ele se equivocou ao dizer que a eletrólise estuda a reação de oxirredução, pois não é o estudo é apenas essa reação que acontece durante o processo. Já na R2 ele foi objetivo na resposta e deixou claro o conceito de eletrólise além de dizer corretamente os dois tipos de processo eletrolítico existente.
E5	<i>Eletrólise é um método eletroquímico. Eletrólise é ao contrário da corrosão, pois é forçada.</i>	<i>Eletrólise é eletroquímico, sendo ao contrário de corrosão.</i>	Em ambos os questionários o E5 não respondeu corretamente.
E6	<i>É a separação por oxirredução de substâncias através de uma corrente elétrica fornecida.</i>	<i>É uma reação não espontânea, que transforma energia elétrica em energia química.</i>	Apesar das duas respostas estarem coerentes, a R2 está mais completa e objetiva.
E7	<i>Um processo químico usado para a obtenção de metais através de reações de oxirredução.</i>	<i>Um processo contrário ao da corrosão onde ocorre a transformação de energia elétrica em química e obtenção de metais através de reações de oxirredução.</i>	O E7 entende, por ambas respostas, que é uma reação de oxirredução para obtenção de metais, porém a R2 é mais completa, e ele esclarece os tipos de energia envolvidas no processo.
E8	<i>Para ser sincera, eu não lembro muito bem a definição, o contato com o assunto foi vago, pois não tivemos as aulas completas, o professor só chegou no final do período.</i>	<i>É uma reação de oxirredução provocada por uma corrente elétrica onde a energia elétrica se transforma em energia química.</i>	O E8 não soube responder à pergunta no pré questionário, porém no pós ele respondeu corretamente, com a definição de todos os elementos esperados para a resposta, conforme as fontes empregadas.
E9	<i>É a quebra de uma molécula através de reações de oxirredução.</i>	<i>É a utilização de energia elétrica para transformar em energia química.</i>	Ambas as respostas representam conceitos de eletrólise, portanto a R2 agregou a R1 havendo uma evolução dos conceitos.

A partir das informações do quadro 2 percebe-se que houve uma evolução dos conceitos de eletrólise de sete participantes, E1, E3, E4, E6, E7, E8 e E9. Dentre eles apenas o E8 declarou que não sabia responder à pergunta no pré questionário (“*para ser sincera, eu não lembro muito bem a definição, o contato com o assunto foi vago...*”), enfatizando que, para ele, o conteúdo trabalhado não teve significação e provavelmente não presenciou a contextualização para a abordagem desse conteúdo anteriormente, e se presenciou provavelmente a abordagem referiu-se à tentativa de exemplificar fatos da vivência do aluno por meio apenas de ilustrações e exemplos. E, como afirma Lutfi (2005) essa interpretação de contextualização fica apenas no campo da citação, sem estabelecer relações significativas com o conhecimento.

Porém esse aluno, o E8, respondeu com bastante propriedade no pós questionário, confirmando a eficiência da metodologia contextualizada proposta. Os outros seis conseguiram elencar alguns conceitos ainda no pré questionário, porém não foram tão objetivos e no pós questionário eles acrescentaram outros conceitos de forma mais significativa e objetiva, deixando a resposta mais completa. O E2 respondeu aos dois questionários, porém a resposta teve o mesmo significado deixando claro que, pra ele, há uma reação química a partir de energia elétrica.

**Questão 02: A eletrólise é um processo espontâneo? Justifique sua resposta.**

**Quadro 3** – Resposta dos estudantes à questão 2 da parte II do pré e pós questionário.

Participante	Pré questionário (R1)	Pós questionário (R2)	Comentário
E1	<i>Não. É adicionada uma determinada carga elétrica forçando o movimento dos elétrons.</i>	<i>Não. Porque é preciso o emprego de energia externa para que ela ocorra.</i>	A R2 está mais coerente e objetiva em relação a R1.
E2	<i>Não. Devido à mesma necessitar de uma corrente elétrica.</i>	<i>Não. A mesma para acontecer depende da energia elétrica.</i>	Ambas as respostas estão corretas.
E3	<i>Sim. Há reações (perdas e ganhos de elétrons) de forma espontânea, ligados a algumas propriedades do elemento. Eles reagem com o meio e o tempo influencia.</i>	<i>Não. É um processo onde temos que dispor de materiais que já tenham energia elétrica para consumi-la (pilha ou bateria) e gerar energia química.</i>	A R1 está incorreta e a R2 correta.
E4	<i>Não. Se a solução for seca a reação não ocorre tem q fornecer energia ao meio.</i>	<i>Não. Pois é necessário o uso de corrente elétrica para acontecer o processo.</i>	Na R1 o E4 considerou que não é espontânea, porém não justificou corretamente. Já na R2 ele foi coerente e objetivo, portanto, percebe-se a evolução da justificativa.

E5	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	Não justificou a resposta em ambos os questionários, porém entendeu, no pós questionário, que a eletrólise não é um processo espontâneo.
E6	<i>Não. Pois necessita de uma corrente para ocorrer, gasto de energia.</i>	<i>Não. Pois precisa de energia para consumir.</i>	Ambas as respostas estão corretas.
E7	<i>Sim. Pois não depende de variáveis como a temperatura, etc.</i>	<i>Não. Pois é necessário o consumo de energia para a realização da reação.</i>	Percebe-se claramente a evolução do conceito químico na R2.
E8	<i>Não. Se não estou enganada, a eletrólise precisa de um eletrodo e de meio úmido, aquoso.</i>	<i>Não. Necessita de energia elétrica fornecida por eletrodos.</i>	Percebe-se que o E8 entende que se trata de um processo não espontâneo, porém a justificativa não está coerente.
E9	<i>Sim. Existem elementos que tem maior eletronegatividade, como também menor eletronegatividade e a partir disso ocorrem reações espontâneas, ocorrendo a eletrolise.</i>	<i>Não. Energia elétrica é dada ao sistema para que a reação ocorra.</i>	A R1 está incorreta e a R2 está correta.

Fonte: A Autora (2020).

Conforme o quadro 3 percebe-se que houve um maior entendimento sobre a ocorrência do processo de eletrólise da maioria dos participantes. Os estudantes 2 e 6 conservaram suas respostas, porém os outros sete participantes demonstraram através de suas respostas que houve a evolução dos conceitos abordados na questão, visto que no pré questionário eles responderam incorretamente e/ou não souberam justificar com objetividade e coerência e já no pós questionário responderam e justificaram corretamente.

### **Questão 3: Atualmente quais os dois processos eletrolíticos existentes?**

**Quadro 4 - Resposta dos estudantes à questão da parte II do pré e pós questionário.**

<b>Participante</b>	<b>Pré questionário (R1)</b>	<b>Pós questionário (R2)</b>	<b>Comentário</b>
E1	<i>Galvanização/deposição eletrolítica.</i>	<i>Deposição.</i>	Ambas respostas incorretas.
E2	<i>Eletrólise ígnea e eletrólise em solução aquosa.</i>	<i>O processo de eletrólise ígnea e aquosa.</i>	Ambas respostas corretas.
E3	Sem resposta.	<i>Ígnea.</i>	R2 parcialmente correta.
E4	Sem resposta.	<i>Galvânicos.</i>	R2 incorreta.
E5	Sem resposta.	<i>Aquosa e ígnea.</i>	R2 correta.

E6	Sem resposta.	<i>Eletrólise ígnea e aquosa.</i>	R2 correta.
E7	<i>Eletrólise ígnea.</i>	<i>Ígnea e aquosa.</i>	Na R1 citou apenas um processo; já na R2 citou os dois processos existentes.
E8	Sem resposta.	<i>Em meio aquoso e a realizada por via seca.</i>	R2 correta.
E9	Sem resposta.	<i>Eletrólise ígnea e aquosa.</i>	R2 correta.

Fonte: A Autora (2020).

A partir no quadro 4, nota-se que no pré questionário a maioria dos estudantes deixaram a terceira questão discursiva sem resposta, concluindo que eles não sabiam quais os dois processos eletrolíticos existentes, apesar de já terem vivenciado anteriormente o conteúdo de eletrólise, de acordo com o que eles informaram. O único estudante que respondeu corretamente aos dois questionários foi o E2 e, o E7, mencionou um dos processos ainda no pré questionário. Porém, no pós questionário todos os participantes, com exceção do E4, responderam corretamente a esta pergunta, enfatizando desta forma, a evolução desses conceitos após a intervenção didática.

#### **Questão 4: O que você entende por deposição eletrolítica?**

**Quadro 5 – Resposta dos estudantes à questão 4 da parte II do pré e pós questionário.**

<b>Participante</b>	<b>Pré questionário (R1)</b>	<b>Pós questionário (R2)</b>	<b>Comentário</b>
E1	Sem resposta.	<i>É uma camada formada (proteção) em outro metal. É uma camada formada para proteção de outro metal.</i>	No pré questionário não soube responder; já no pós, a resposta foi coerente e objetiva.
E2	<i>Também conhecida como galvanização, é utilizado para purificar ou refinar metais.</i>	Sem resposta.	A R1 está correta; e no pós questionário, não respondeu.
E3	<i>Quando os elétrons se sobrepõem a um determinado elemento.</i>	<i>É quando há uma deposição de metal.</i>	A R1 está incorreta e a R2 pode-se considerar correta, apesar do E3 não deixar claro onde ocorre essa deposição do metal.
E4	Sem resposta.	<i>É quando ocorre a deposição de algum metal em outro metal para proteger e prolongar a vida útil do mesmo.</i>	No pré questionário não soube responder; já no pós, respondeu corretamente.
E5	Sem resposta.	Sem resposta.	Ambos sem resposta. Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.

E6	Sem resposta.	<i>É o processo onde elementos serão depositados em cima de outro elemento através de eletrólise.</i>	No pré questionário não soube responder; já no pós, a resposta está correta.
E7	<i>Através do processo eletrolítico, pode-se decompor um elemento de uma solução. Ex: em uma solução de ferro, o ferro pode se decompor em ferro II e III.</i>	Sem resposta.	A R1 está incorreta; e, no pós questionário, não soube responder.
E8	Sem resposta.	Sem resposta.	Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.
E9	Sem resposta.	Sem resposta.	Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.

Fonte: A Autora (2020).

Conforme o quadro 5 percebe-se que a maioria dos estudantes apresentaram dificuldade para responder tanto o pré quanto o pós questionário, porém pode-se considerar que houve sim uma evolução dos conceitos sobre deposição eletrolítica para os estudantes E1, E3, E4 e E6, visto que eles responderam corretamente a pergunta no pós questionário enquanto tinham errado ou deixado sem resposta o pré questionário.

### Questão 5: Quais as aplicações do processo de deposição eletrolítica?

**Quadro 6** – Resposta dos estudantes à questão 5 da parte II do pré e pós questionário.

Participante	Pré questionário (R1)	Pós questionário (R2)	Comentário
E1	<i>Galvanização.</i>	<i>Galvanização.</i>	Mostrou em ambas as respostas conhecer pelo menos um processo de deposição.
E2	<i>Produção de metais, produção de não metais.</i>	Sem resposta.	Na R1 falou sobre o processo de eletrólise e não especificamente a aplicação do processo de deposição eletrolítica. E no pós questionário não respondeu.
E3	Sem resposta.	<i>Retirar metal da água residual.</i>	Citou corretamente no pós questionário uma aplicação baseada na abordagem da aula de intervenção.
E4	Sem resposta.	<i>Proteção.</i>	Citou corretamente uma aplicação no pós questionário.

E5	Sem resposta.	Sem resposta.	Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.
E6	Sem resposta.	<i>Galvanização, cromagem.</i>	Citou corretamente duas aplicações no pós questionário.
E7	Sem resposta.	Sem resposta.	Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.
E8	Sem resposta.	Sem resposta.	Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.
E9	Sem resposta.	Sem resposta.	Não foi possível observar nenhuma evolução dos conceitos químicos.

Fonte: A Autora (2020).

Conforme o quadro 6, percebe-se que três estudantes, E3, E4 e E6, deixaram a quinta pergunta discursiva do pré questionário sem resposta porém no pós questionário conseguiram descrever pelo menos uma aplicação do processo de deposição eletrolítica; e, ainda o E3, mencionou a retirada de metais da água residual como uma aplicação deste processo que foi abordado para a resolução da situação problema proposta na aula de intervenção didática. Pode-se configurar que o E3 conseguiu relacionar o conteúdo de eletrólise com a resolução do problema proposto. O E1 citou um dos processos nos dois questionários; já os outros, E2, E5, E7, E8 E E9, não responderam ou responderam incorretamente a esta pergunta nos dois questionários.

A partir das cinco questões discursivas, conclui-se que houve uma evolução na construção sobre os conceitos de eletrólise de todos os participantes da pesquisa, considerando eficaz a proposta de trazer um problema contextualizado para o ensino de química com o intuito de despertar o interesse dos estudantes e atribuir significância ao conteúdo. É importante vincular esses eventos do cotidiano ao conhecimento científico de forma a facilitar a aprendizagem e atrair o aprendiz às reflexões sobre o assunto em debate (BONFIM, et al, 2013).

É relevante mencionar que essa abordagem envolvendo questões ambientais, corrobora com a defesa de Lutfi (2005) ao enfatizar que, para o ensino contextualizado despertar o interesse do estudante o mais importante é trabalhar esses temas com o intuito de modificar o meio social em que vivem.

Outro ponto que vale salientar é que essa proposta, de um problema contextualizado para que os alunos solucionassem, foi um divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento (CARVALHO, 2013).

Por fim, ressalta-se que o E2 já possui curso superior de “Engenharia Química”, o que pode justificar o fato dele ser o estudante que mais acertou no pré questionário as questões discursivas, já que teve um maior contato com a disciplina de eletroquímica, e conseqüentemente, ter vivenciado outras abordagens de ensino que os outros estudantes não vivenciaram.

Apesar que, nas questões discursivas 1, 2 e 3, ele respondeu aos dois questionários corretamente, porém utilizou praticamente as mesmas palavras na resolução do pré e pós questionário. Também, para as questões objetivas sua formação não teve tanta influência em relação a quantidade de acertos, visto que ele acertou apenas uma questão no pré questionário e no pós questionário acertou 3 questões.

### **4.3 Importância do estudo da eletrólise e sua utilização no meio social**

Nesta seção apresenta-se qual a importância do estudo da eletrólise e sua utilização no meio social na visão dos estudantes participantes da pesquisa, antes da intervenção didática, por meio de três perguntas que se encontram na parte III do pré questionário (apêndice II). O objetivo dessa seção foi verificar se os estudantes tinham a visão que os conceitos sobre eletrólise aprendidos nas aulas de química podem servir para a resolução de problemas encontrados no meio social, como por exemplo o problema ambiental que foi abordado durante a intervenção didática. Também a intenção foi verificar se eles conheciam e se já presenciaram a aplicação da eletrólise em seu dia-a-dia.

Analisando as respostas, verificou-se que parte dos estudantes relacionam a importância da eletrólise aos processos industriais. Como observado na fala do E2, *“é muito válido para entendermos como se caracteriza alguns processos nas indústrias e metalúrgicas”*, e E7, *“conhecimento para trabalhar em indústrias que envolvam metalúrgicas...”*

Outra parte dos estudantes consideram a eletrólise importante para a construção civil no sentido de utilizar esse processo para evitar corrosão em determinadas partições, como observado na fala do E1: *“na aplicação de materiais adequados nos diversos tipos de construção, proporcionando informações de como evitar ou desacelerar o processo corrosivo”*. Outros também relacionaram a eletrólise à identificação do processo corrosivo como observado na fala do E8: *“saber identificar problemas que envolvem a corrosão...”*.

Com relação à aplicação da eletrólise em seu contexto social, apenas um estudante respondeu que já presenciou em um processo de galvanização. Os outros responderam que não. Também a maioria nunca realizou práticas que envolvessem os conceitos de eletrólise. Apenas

dois estudantes afirmaram que já realizaram essas práticas. Um afirmou que não se recorda da prática, e o outro, o E4, disse que praticou na “*reação de óxido redução com o metal, logo após a medição do pH da solução para cada mL inserida na solução*”.

A partir desses dados, percebe-se que os estudantes não atribuíram uma significação ao conteúdo de eletrólise em relação a utilizar os conceitos desta disciplina para resolução de problemas cotidianos do seu meio social. Concluindo que, em estudos anteriores sobre o conteúdo de eletrólise, eles não foram instigados a relacionar o que estava sendo estudado com seu contexto social, como também não foram expostos a situações problemas reais; e, se foram, não deixaram transparecer em suas respostas.

Esse fato confronta com o que Lufti (1988; 2005) defende para a proposta de ensinar química, pois ele adota o uso da contextualização no ensino de química atrelando o conteúdo como instrumento necessário para o estudante entender e modificar o meio social, ou seja, propõe entender como o conhecimento escolar estudado aparece na vida cotidiana do estudante.

Ainda considerando o ensino contextualizado como uma proposta metodológica eficaz, Bonfim e Melo (2013) enfatizam que explorar a química do cotidiano traz significância à disciplina e, para o estudante, torna-se mais fácil entender os fenômenos químicos quando são explicadas as situações que ocorrem à sua volta.

Porém, apesar dos estudante não terem relacionado o estudo da eletrólise com a resolução de uma problemática ambiental capaz de modificar o meio social defendido por Lufti (1988; 2005), a maioria estudantes têm ciência que o processo de eletrólise é utilizado pelas indústrias, e que estudar esses conceitos têm uma aplicabilidade real.

#### **4.4 Resolução da situação problema contextualizada**

Nesta seção apresenta-se a resolução da situação problema contextualizada que foi proposta para os estudantes resolverem no momento da intervenção didática. O objetivo foi verificar se os estudantes conseguiriam resolver problemas do cotidiano a partir de conceitos químicos adquiridos nas aulas de química, que, nesse caso, era o conteúdo específico de eletrólise. A situação problema junto com os três questionamentos encontra-se no (Apêndice IV) deste trabalho. No quadro 7 pode-se conferir as respostas de cada grupo para a resolução do problema.

**Quadro 7** – Respostas dos grupos para os questionamentos 1, 2 e 3 da situação-problema.

<b>Grupos</b>	<b>Questionamento 1</b>	<b>Questionamento 2</b>	<b>Questionamento 3</b>
---------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

1	<i>O descarte inadequado dos efluentes gerados durante as atividades de serviço de raio X. A falta de tratamento dos efluentes que estão sendo descartados.</i>	<i>Fiscalização na clínica; conscientizar os profissionais sobre as consequências geradas devido ao descarte inadequado dos efluentes; realizar o descarte adequado e realizar o tratamento destes.</i>	<i>Realizar um pré-tratamento para reduzir a quantidade de prata que seria descartado.</i>
2	<i>O descarte inadequado da água residual usada no equipamento de raio X a qual se encontra os íons de prata que atua como inibidor enzimático, interferindo no processo metabólico dos organismos.</i>	<i>Através de descartes adequados do efluente. Exemplos: ETE estação de tratamento de efluente. Onde ele terá tratamentos eficazes evitando prejuízos ambientais</i>	<i>Utilizar um processo de galvanização na solução a ser descartada. Onde estão presentes os íons de prata que serão removidos através da eletrólise.</i>
3	<i>Água residual contendo íons de prata lançada de forma inadequada pelo consultório odontológico no rio.</i>	<i>Tratamento da água residual ou descarte adequado do efluente gerado, retirando os íons de prata.</i>	<i>Remoção da prata junto com resíduos sólidos com o hipoclorito de sódio, aquece por 15 minutos formando óxido de prata e impurezas, adiciona solução de sacarose e aquece por 60 minutos obtendo a prata pura.</i>

Fonte: A Autora (2020).

A partir do quadro 7 verifica-se que os três grupos resolveram os dois primeiros questionamentos corretamente; porém, para a terceira pergunta que seria de fato a resolução do problema a partir da eletrólise, apenas o grupo 2 conseguiu atingir o objetivo relacionando a solução do problema com o processo de eletrólise. Vale ressaltar que, o grupo 2 quando foi solicitado ainda no terceiro questionamento do problema a realizar a esquematização, de como fariam na prática o processo, eles não esboçaram qualquer resposta. O grupo 3 conseguiu esquematizar a solução do problema, porém por outro processo químico, mas não era o objetivo, já que eles tiveram um direcionamento através de textos auxiliares sobre o conteúdo e ainda poderiam fazer consultas em sites específicos sobre o tema abordado.

No entanto, após a discussão entre os três grupos e a professora e a explanação de alguns conceitos, todos conseguiram alcançar o objetivo da aula que foi resolver o problema proposto a partir dos conceitos de eletrólise que eles já tinham, com os materiais auxiliares que foram fornecidos e através da pesquisa em fontes sugeridas pela professora.

Essa esquematização foi feita no quadro por um dos integrantes de cada grupo. Esse momento de discussão com o grupo e sistematização do conteúdo foi relevante para a absorção

do conteúdo e, conseqüentemente, para a construção do conhecimento, conforme aborda Carvalho (2013): *“as etapas do desenvolvimento intelectual dos alunos com o objetivo de construção do conhecimento são: resolução do problema pelos grupos, sistematização do conhecimento elaborado e trabalho escrito sobre o que fizeram”*.

De acordo com Lutfi (2005), foi relevante abordar o conteúdo de eletrólise envolvido à resolução de um problema ambiental. Segundo Puga (2014) a Química é um instrumento ideal para entrelaçar os conhecimentos científicos com a convivência ambiental, como uma proposta diferenciada para abordagens nas aulas de químicas. Ensinar com contextualização e interdisciplinaridade não é citar exemplos de eventos no cotidiano, mas sim vincular esses eventos ao conhecimento científico, de forma a facilitar a aprendizagem e atrair o aprendiz às reflexões sobre o assunto em debate. (BONFIM et al, 2013).

Também é criar um clima de discussão em sala, dando significância ao papel do aluno, de que ele é capaz de pensar, de formular teorias e de se sentir bem na escola e fora dela. É incentivar o aluno a se tornar importante, fazendo com que surja dentro dele interesse pelo conhecimento na busca de resolução das situações-problema proposta pelo professor.

Portanto utilizar o processo de eletrólise para a captação da prata nos resíduos radiográficos para solucionar um problema ambiental foi de suma importância para despertar o interesse dos estudantes pelo conteúdo de eletrólise. E, a partir dessa abordagem, percebeu-se, a construção do conhecimento, por parte dos estudantes, baseada na teoria piagetiana em relação ao mecanismo de construção de conhecimento dos conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio.

Pois, foi estabelecida condições para que os estudantes raciocinassem e construíssem seu conhecimento a partir da resolução de uma situação-problema contextualizada. Tendo em vista que Piaget (1976) diz que “com base nesse conhecimento cotidiano, propondo problemas, questões e/ou propiciando novas situações para que os alunos resolvam (ou seja, desequilibrando-os) é que terão condições de construir novos conhecimentos (reequilíbrio)”.

#### **4.5 Concepção dos estudantes sobre a abordagem da aula**

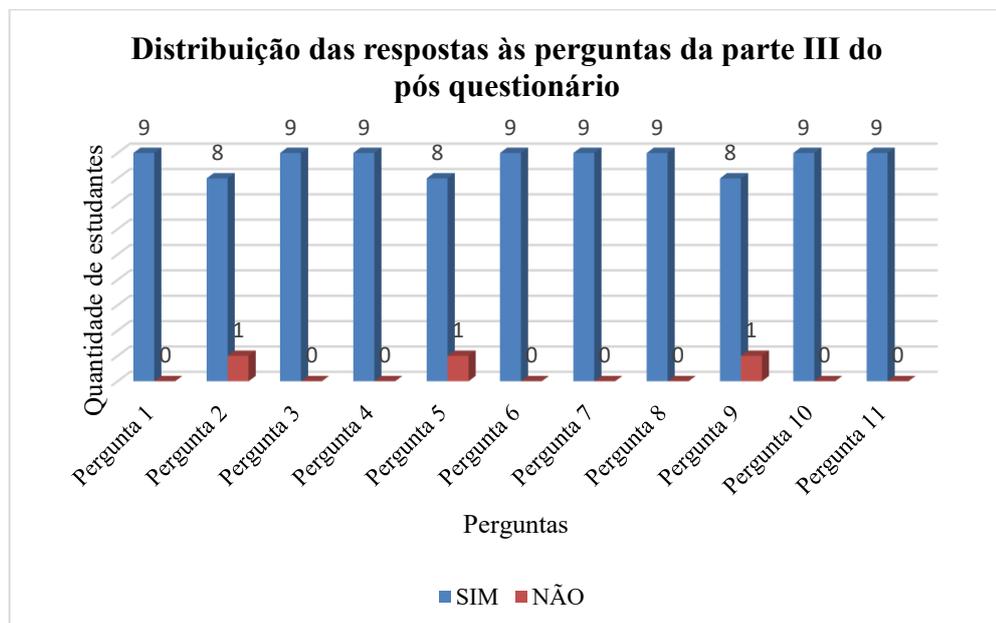
Nesta seção apresenta-se a concepção dos estudantes participantes da pesquisa sobre a abordagem da aula, a partir de 11 perguntas, com o objetivo de conhecer a satisfação dos mesmos pela proposta da metodologia aplicada.

**Quadro 8** – Perguntas objetivas presentes na parte III do pós questionário.

Pergunta 1	O estudo da eletrólise no curso de química, após abordagem contextualizada, apresentou-se mais significativo?
Pergunta 2	Você se sentiu interessado em aprender os conteúdos abordados durante a aula?
Pergunta 3	Você acredita que a abordagem contextualizada durante a aula ajudou na compreensão do assunto estudado?
Pergunta 4	Você se sentiu estimulado à discussão em sala de aula?
Pergunta 5	Foi encorajado a expressar sua opinião?
Pergunta 6	Teve oportunidades de fazer perguntas?
Pergunta 7	Você acredita que a resolução de uma situação problema auxiliou na compreensão dos conteúdos trabalhados? De que maneira?
Pergunta 8	Os questionamentos que apareceram durante a resolução da situação problema favoreceram a discussão dos conceitos químicos envolvidos? Explique.
Pergunta 9	A metodologia aplicada lhe desafiou intelectualmente? De que maneira?
Pergunta 10	A metodologia proposta atendeu suas expectativas?
Pergunta 11	De forma geral, quando o professor aborda os conteúdos com aplicação no cotidiano do aluno, em sua opinião, favorece o aprendizado? Justifique sua resposta.

Fonte: A Autora (2020).

Os dados colhidos nessa fase da pesquisa foram tabulados e serão apresentados na figura 5 a seguir.

**Figura 5** – Representação gráfica das perguntas objetivas da parte III do pós questionário.

Fonte: A Autora (2020).

Com relação à pergunta 1, que indaga sobre o conteúdo apresentar-se mais significativo a partir de uma aula contextualizada, todos os estudantes participantes da pesquisa consideraram mais significativo o estudo da eletrólise a partir desta aula. Assim como, todos afirmaram, na pergunta 3, que interpela sobre a compreensão do conteúdo a partir da contextualização, que a metodologia contextualizada tornou o assunto sobre eletrólise mais compreensível.

Para a pergunta 2, oito dos estudantes se mostraram interessados em aprender os conteúdos trabalhados durante a intervenção didática. Apesar de um estudante não ter demonstrado interesse em aprender a partir da abordagem desenvolvida durante a aula, considera-se positiva a proposta metodológica em relação ao interesse da aprendizagem pelo conteúdo explanado.

Com relação à pergunta 4, todos os estudantes afirmaram se sentirem estimulados a discussão em sala de aula durante a intervenção didática. Para a pergunta 5, oito dos estudantes alegaram ter sido encorajados a expressar sua opinião. E para a pergunta 6, todos afirmaram que tiveram espaço para fazerem perguntas durante a aula, podendo tirar possíveis dúvidas que tivessem sobre o conteúdo abordado.

Com relação à pergunta 7, todos os estudantes consideraram que a resolução da situação problema auxiliou na compreensão do conteúdo trabalhado. Alguns estudantes descreveram que o que facilitou foi a relação do conteúdo com a resolução de um problema ambiental do cotidiano como observado na fala do E2 (*“...verificar a utilização da eletrólise nos problemas ambientais do dia a dia”*), do E3 (*“...além de abordar assuntos que relacionava o cotidiano e a química e na aplicação da eletrólise na localidade e meio ambiente”*) e do E9 (*“...temas trabalhados em sala são aplicados em problemas reais e isso concretiza mais a teoria”*).

Outros estudantes mencionaram o estímulo de utilizar os conhecimentos já adquiridos para a solução do problema, simulando uma situação, como observado na fala do E1 (*“...estimulando o uso de conhecimentos adquiridos”*) e do E7 (*“...pude aprender simulando uma situação real onde eu tive que dar a solução...”*). Outros ainda citaram que a clareza do texto contido na situação problema também auxiliou na compreensão, como descreve o E4 (*“...além do assunto do texto ter sido abordado com clareza”*) e do E6 (*“...além de fácil compreensão do conteúdo dos textos, pode-se ter uma visualização melhor do que foi abordado”*).

Com relação à pergunta 8, todos os estudantes acreditam que os questionamentos contidos na situação problema favoreceram a discussão entre o grupo sobre os conteúdos de

eletrólise e a questão ambiental abordada. Este fato é de grande importância, pois a discussão contribui para a construção do conhecimento, visto que cada estudante pode expor suas ideias e chegar a um comum acordo.

E, de fato, foi o que aconteceu, como observado em falas dos estudantes: E1 (*“cada integrante apresentou formas diversificadas para resolução”*); E2 (*“com a discussão verificamos outros pontos de visões de como as outras pessoas veem esses conceitos, agregando mais aos que já temos”*); E3 (*“através dos questionamentos, gerou a discussão e agregou conhecimento para melhor esclarecimento dos assuntos abordados”*); E7 (*“a partir dos questionamentos, pois foram surgindo dúvidas e mais dúvidas interessantes que puderam ser respondidas”*); e, E9 (*“ajudou e cada pessoa acrescenta um pouco para finalizar/resolver o problema proposto”*).

Com relação à pergunta 9, maioria dos estudantes se sentiram desafiados intelectualmente com a proposta metodológica aplicada durante a intervenção didática. O relato de alguns dos estudantes participantes da pesquisa reforçam que este desafio os fizeram compreender melhor os conteúdos trabalhados, além de aprenderem conteúdos além da química, como observado na fala do E1 (*“incentivando o uso do aprendizado de disciplinas diferentes”*), do E2 (*“...tive que ter um conhecimento prévio do assunto e além de buscar mais”*), do E3 (*“...estimulando obter conhecimento de eletrólise, que por hora tinha um conceito distorcido”*).

Outros estudantes descreveram que o desafio foi ter que relacionar a teoria com a prática, como observado na fala do E6 (*“desafiou quando nos fez cruzar o assunto teórico e a forma como ele seria aplicado na prática”*). E outros relataram que não lembravam de quase nada de eletrólise e que solucionar o problema a partir deste assunto foi difícil e desafiador como observado na fala do E7 (*“...eu não sabia de nada e é como se eu tivesse que saber a partir desse estudo”*), e do E8 (*“me fez forçar a mente para lembrar e aplicar os conceitos aprendidos em matérias anteriores, além de pesquisar mais sobre o assunto”*).

Com relação à pergunta 10, que indaga sobre as expectativas dos estudantes, todos concordaram com a forma como foi abordada a proposta metodológica e afirmaram que suas expectativas foram atendidas.

Com relação à pergunta 11, todos os estudantes acreditam que a abordagem contextualizada em sala de aula favorece o aprendizado. Alguns alunos citam que torna mais necessário e realista a necessidade de se estudar determinados assuntos como observado na fala do E1 (*“aplicar o aprendizado em coisas cotidianas torna mais realista a necessidade do conteúdo”*) e do E8 (*“quando vivemos o que está sendo passado é mais fácil de absorver o conteúdo; prática e teoria andam juntas!”*).

Outros mencionam que ajuda a sair da teoria para a realidade, como observado na fala do E9 (“*deixa o assunto mais concreto, tirando do papel para aplicação real*”). E a maioria relata que facilita a compreensão do conteúdo, estimula a criatividade e deixa a aula mais prazerosa, como observado na fala do E4 (“*...fica mais fácil de compreender o assunto abordado, pode usar a criatividade...*”).

Dessa forma, considera-se válida, eficaz e necessária a proposta defendida por Lufti sobre ensinar química abordando a contextualização, tendo o conteúdo como instrumento necessário para o aluno entender e modificar o meio social trazendo a abordagem de questões ambientais e sociais atrelada ao ensino de química, visto que, como descreve Fernandes (2007):

Muitas vezes, os alunos não sentem entusiasmo em assimilar os conteúdos de Química que lhe são ministrados, e muitas são as razões para que isso aconteça. Uma das principais é o sentimento de que os conteúdos que são ensinados não têm ligação com o mundo real. Nessas ocasiões, é necessário que o professor seja hábil para criar uma ponte entre o universo abstrato das fórmulas moleculares e estruturais, entre os cálculos matemáticos e o mundo concreto vivido pelo aluno. (FERNANDES, 2007, p.114).

Dessa forma, mostrar ao aluno porque ele precisa estudar determinados conteúdos pode despertar o interesse pela disciplina como também pode estimulá-lo para a aprendizagem.

## 5 CONSIDERAÇÕES

Este estudo confirma que a implementação de uma metodologia contextualizada para o ensino da química, através da resolução de situações-problemas, promove o interesse pela disciplina, auxiliando na construção do conhecimento, tendo em vista que, desta forma, eles encontrarão significação do conteúdo abordado pelo professor em sala de aula.

Embora o ensino centrado numa perspectiva problematizadora e contextualizada seja desafiador, pode-se afirmar que a experiência vivenciada com a aplicação dessa proposta foi relevante e produtiva para todos os sujeitos envolvidos: professor e alunos. Trazer elementos de sugestões e críticas para o grave problema ambiental constitui-se num processo imprescindível na formação dos estudantes, pois traz o suporte de conhecimentos da química, aliados ao processo de contribuição social, já que eles se colocam entre os conceitos da química à aplicabilidade da resolução de um problema encontrado no seu contexto social.

Constatou-se que os estudantes não atribuíam uma significação ao conteúdo de eletrólise, em relação a utilizar os conceitos desta disciplina para resolução de problemas cotidianos capaz de modificar o meio social, anterior à aplicação da abordagem contextualizada. Concluindo que, em estudos anteriores sobre o conteúdo de eletrólise, eles não foram instigados a relacionar o que estava sendo estudado com seu contexto social, como também não foram expostos a situações problemas reais; e, se foram, não deixaram transparecer em suas respostas. Contudo, após a intervenção didática, todos os estudantes conseguiram resolver o problema ambiental proposto, a partir dos conhecimentos químicos prévios, atribuindo significância ao conteúdo.

De acordo com as respostas dos questionários aplicados, houve uma evolução dos conceitos de eletrólise de todos os participantes da pesquisa, considerando, portanto, uma abordagem eficaz. E, também, pode-se confirmar que a proposta de uma metodologia contextualizada no ensino de química, a partir de uma problemática de poluição ambiental gerada pelo descarte inadequado dos efluentes gerados durante o processo de revelação dos filmes radiográficos, foi aceita pelos estudantes participantes da pesquisa. Desta forma eles consideram que esta abordagem despertou o interesse pela disciplina de química e, conseqüentemente, a construção do conhecimento de químico.

## 6 PERSPECTIVAS

O presente trabalho permitiu não apenas extrair conclusões importantes, mas também trouxe consigo reflexões acerca de ajustes necessários, bem como novos questionamentos e proposições, para a continuidade da pesquisa. Assim, consideramos relevante dar sequência a esta pesquisa:

1. Empregando esta proposta metodológica em novos grupos de estudantes da educação básica, a fim de corrigir as falhas de execução e maximizar as potencialidades do método.
2. Realizando um outro estudo com os estudantes do curso técnico em química, utilizando a mesma problemática ambiental, porém ao invés de esquematizar todo o processo eletrolítico da captação da prata nos resíduos gerados no processo de revelação do filme radiográfico, os estudantes realizariam uma prática experimental deste processo.
3. Publicando em periódicos.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P; NOVAK, J.D; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2.ed. Ney York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

ABREU, R.G. A concepção de currículo integrado e o ensino de química no “Novo Ensino Médio”. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 24., 2001, Caxambu. **Anais** [...]. Caxambu: ANPEd, 2001. p.1-8. Disponível em: <http://www.anped.or.br/reunioes/24/p122239827.DOC>. Acesso em: 27 abr. 2019.

ANTUNES, R. S. **Resíduos de radiografias: recolha e tratamento**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

ARROIO, A. *et al.* O Show da Química: motivando o interesse científico. **Química Nova**, v. 29, n.1, p. 173-178, 2006. Disponível em: [http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol29No1\\_173\\_30-ED04399.pdf](http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol29No1_173_30-ED04399.pdf). Acesso em: 21 fev. 2019.

BARBOSA. R. Z. **Influência da nanopartícula de prata na toxicidade do lixiviado de reatores piloto com resíduos sólidos urbanos (rsu)**. 2017. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2017.

BONFIM, R. M.; MELO, R. C. A Química dos Sentidos: uma proposta metodológica. **Química Nova Escola**, v. 35, n. 1, p. 182-188, 2013. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_3/07-RSA-163-12.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/07-RSA-163-12.pdf). Acesso em: 24 maio 2019.

BORTOLETTO, E. C. *et al.* Remoção de Prata em Efluentes Radiográficos. **Acta Science Technology**, v. 29, n. 1, p. 37-41, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/vinicius/Downloads/83-Article%20Text-215-1-10-20070824.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares e Nacionais para o Ensino Médio- PCNEM**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Volume 2. Brasília, 2006.

BRASIL. **Orientações Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 2008.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 20, de 10 de junho de 1986**, p. 11356. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res\\_conama\\_20\\_1986\\_revgd\\_classificacaoaguas\\_altrd\\_res\\_conama\\_274\\_2000\\_revgd\\_357\\_2005.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revgd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revgd_357_2005.pdf). Acesso em: 02 mar. 2019.

COSTA, A. A. F.; SOUZA, J. R. T. **Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico**. Amazônia: Rev Edu em Ciências e Matemáticas, v. 10, n. 19, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/vinicius/Downloads/Dialnet-ObstaculosNoProcessoDeEnsinoEDeAprendizagemDeCalcu-5870419.pdf>. Acesso em: 25 maio 2019.

CUNHA, P. R. *et al.* Satisfação dos Estudantes do Curso de Ciências Contábeis: estudo em Universidades Públicas de Santa Catarina. **Revista Contabilidade Vista e Revista**, ISSN 0103-734X, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/vinicius/Downloads/2162-Texto%20do%20artigo-11710-1-10-20160518.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

KODAK, **Fundamentos da radiografia**. Eastman Kodak company, 1980.

FELTRE, R. **Química**. 7.ed. v. 2. São Paulo: Moderna, 2008.

FERNANDES, M. L. M. **O Ensino de Química e o Cotidiano**. 20. ed. Curitiba: Ibpex, 2007.

GARCIA, E. M. S. *et al.* Metodologias alternativas para o ensino de química: um relato de experiência. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 13., 2017, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Universidade Católica do Paraná, 2017. Disponível em: [http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25830\\_13536.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25830_13536.pdf). Acesso em: 21 fev. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, F.A.R. **Pesquisa Qualitativa x Pesquisa Quantitativa**. 2017. 25 slides. Disponível em: Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/53929/>. Acesso em: 16 mar. 2019.

GRIGOLLETO, J. C., *et al.* Situação do gerenciamento de efluentes de processamento radiográfico em serviços de saúde. **Radiol Bras**, v. 44, n. 5, p. 301-307, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rb/v44n5/08.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2019.

HELLER, A. **Cotidiano e história**. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 1989.

HILLIARD, H. E. **Silver Recycling in the United States in 2000**. 2003. Disponível em: <http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS50115>. Acesso em: 09 mar. 2019.

KHUNPRASERT, P., GRISDANURAK, N., THAVEESRI, J., DANUTRA, V., PUTTITAVORN, W. Policy concept applied to X-ray waste management in Thailand. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 9, n.2, 2007. Disponível em: [file:///C:/Users/vinicius/Downloads/Policy\\_concept\\_applied\\_to\\_X-ray\\_waste\\_management\\_i.pdf](file:///C:/Users/vinicius/Downloads/Policy_concept_applied_to_X-ray_waste_management_i.pdf). Acesso em: 25 fev. 2019.

LIMA, J. F. L. *et al.* A contextualização no ensino de cinética química. **Química nova escola** v. 11, n. 11 p. 26-29, 2000. Disponível em:  
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf>. Acesso em: 24 maio 2019.

LUCA, A. G.; PINO, J. C. A aplicação da experimentação contextualizada e interdisciplinar com estudantes do Ensino Médio: percepções e considerações. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18.,2016, Florianópolis. Florianópolis, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1475-1.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

LUTFI, Mansur. **Cotidiano e educação em química:** os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau. Ijuí: Ed. Unijuí, 1988.

LUTFI, Mansur. **Os ferrados e os cromados:** produção social e apropriação privada do conhecimento químico. 2.ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005.

NOVAK, J.D; GOWIN, D. B. **Learning how to learn.** Cambridge University Press, 1984.

PEREIRA, Gracielle C. L. *et al.* **Alimentos:** tema gerador para aquisição de conhecimento químico. Disponível em:  
<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNAPI2010/paper/viewFile/1710>. Acesso em: 28 abr. 2019.

PIAGET, J. **A equilibração das estratégias cognitivas.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética.** São Paulo: Martins Fontes, 1990.

POZO, J. I. **A solução de problemas.** Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

PUGA, I. T. **Educação ambiental no ensino de química: propostas de atividades para escola pública.** Trabalho de Conclusão de Curso. 2014. (Trabalho de Conclusão de curso em Licenciatura Química) - Universidade de Brasília, Instituto de Química. Disponível em:  
[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10136/1/2014\\_IsadoraTorminPuga.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10136/1/2014_IsadoraTorminPuga.pdf). Acesso em: 08 fev. 2019.

REIS, F. H. S. **Recuperação de Prata de Resíduos e Materiais Fotográficos.** 2011. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química de Lorena. Lorena, 2011. Disponível em:  
<http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/antigas/2004/EQD04003.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

SANTANA, P. C. M. *et al.* **O cotidiano no Ensino de Química:** perspectivas e implicações. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18.,2014, Ouro Preto. Disponível em:  
[file:///C:/Users/vinicius/Downloads/O%20Cotidiano%20no%20Ensino%20de%20Qu%C3%ADmica-%20perspectivas%20e%20implica%C3%A7%C3%B5es%20741\\_1228\\_1402232931\(1\).pdf](file:///C:/Users/vinicius/Downloads/O%20Cotidiano%20no%20Ensino%20de%20Qu%C3%ADmica-%20perspectivas%20e%20implica%C3%A7%C3%B5es%20741_1228_1402232931(1).pdf). Acesso em: 15 mar. 2019.

SANTOS, T. N. P. *et al.* Aprendizagem Ativo-Colaborativa-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. **Química Nova Escola**, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018 Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40\\_4/06-RSA-34-17.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_4/06-RSA-34-17.pdf). Acesso em: 27 maio 2019.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n10/14.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2019.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. **Química Nova Escola**, v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/07-RSA-8709.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/07-RSA-8709.pdf). Acesso em: 24 maio 2019.

SHANKAR, S.; MORE, S. V.; LAXMAN, R. S. Recovery of Silver from waste X-Ray film by alkaline. **Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology**. v. 6, 2010. Disponível em: [file:///C:/Users/vinicius/Downloads/Recovery\\_of\\_Silver\\_from\\_Waste\\_X-Ray\\_Film\\_by\\_Alkali.pdf](file:///C:/Users/vinicius/Downloads/Recovery_of_Silver_from_Waste_X-Ray_Film_by_Alkali.pdf). Acesso em: 25 fev 2019.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIrevista**. v. 1, n. 2, abr., 2006. [yumpu.com/pt/document/read/13056020/a-pratica-pedagogica-do-professor-de-quimica-possibilidades-e-limites](http://yumpu.com/pt/document/read/13056020/a-pratica-pedagogica-do-professor-de-quimica-possibilidades-e-limites). Acesso em 14 mar. 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

USBERCO, J; SALVADOR, E. **Química**. 13. ed. v.3. São Paulo: Saraiva, 2014.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – PLANO DE AULA



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
PERNAMBUCO - *Campus Ipojuca*

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

#### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

<p><b>1. Plano de Aula:</b> Eletrólise</p>
<p><b>1. Dados de Identificação:</b>          Escola: IFPE - Campus Ipojuca          Professor Orientador: Raphael Soares          Professora estagiária: Steffanny Thuanny Zacarias          Série/ano: IV Módulo          Turma: Técnico em Química          Turno: Noite          Carga horária: 2 h/a</p>
<p><b>2. Objetivos:</b>  <b>Objetivo geral</b></p> <p>✓ Empregar a eletrólise para captação da prata em resíduos radiográficos.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>✓ Compreender eletrólise          ✓ Reconhecer os tipos de processos eletrolíticos          ✓ Distinguir o tipo de processo que poderá ser utilizado para a recuperação da prata em resíduos radiográficos.          ✓ Constatar a importância ambiental, social e econômica no processo de captação da prata em resíduos radiográficos.</p>
<p><b>3. Conteúdo</b></p> <p>✓ Eletrólise ígnea          ✓ Eletrólise aquosa          ✓ A prata em resíduos radiológicos</p>
<p><b>5. Metodologia / desenvolvimento da aula</b></p> <p>✓ No primeiro momento foi solicitado que os estudantes se dividissem em grupos. Para cada grupo foi entregue uma situação-problema junto com dois textos auxiliares, um sobre o conteúdo de eletrólise e outros sobre os resíduos radiográficos, para auxiliá-los e guiá-los na resolução do problema.</p>

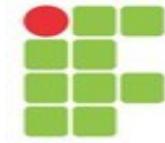
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Após a resolução da situação-problema, foi formado uma roda de conversa para compartilhar as respostas entre os grupos e assim gerar uma discussão.</li> <li>✓ Após a exposição e discussão entre os grupos foi realizado a sistematização do conteúdo pela professora.</li> </ul>
<p><b>6. Recursos didáticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Computador, pendrive, quadro, pitolo, impressos.</li> </ul>
<p><b>7. Avaliação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nas discussões em sala de aula.</li> </ul>
<p><b>8. Bibliografia</b></p> <p>ATKINS, P.; JONES, L. <b>Princípios de química</b>: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012.</p> <p>BORTOLETTO, E. C. <i>et al.</i> Remoção de prata em efluentes radiológicos. <b>Acta Science Technology</b>, v. 29, n.1, p. 37-41, 2007.</p> <p>VOGEL, A. I. <b>Química Analítica Qualitativa</b>. São Paulo: Mestre Jou, 1981.</p>

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do (a) orientando (a): \_\_\_\_\_

Assinatura do (a) Professor (a) Orientador (a): \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B – PRÉ QUESTIONÁRIO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - Campus Ipojuca

Prezado (a) estudante, solicitamos sua colaboração respondendo este questionário. Ele faz parte do Trabalho de Conclusão do curso de Licenciatura em Química. O objetivo deste questionário é construir dados que possam subsidiar este estudo. Informamos que sua identidade será mantida em sigilo.

**Pesquisadora:** Steffanny Zacarias

**Orientador:** Raphael Soares

### Questionário misto

#### Parte I – Identificação e informações do (a) estudante

Gênero: ( ) Masculino ( ) Feminino Idade: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Módulo/Período: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Como obteve o certificado de conclusão do Ensino Médio?

\_\_\_\_\_

Além do curso atual está cursando ou já cursou algum outro de nível médio ou superior?

( ) sim ( ) não

Se sim, qual: \_\_\_\_\_

Já cursou o componente curricular Eletroquímica?

( ) sim ( ) não

Já estudou o conteúdo eletrólise?

( ) sim ( ) não

#### Parte II – Conhecimentos específicos sobre eletrólise:

1) O que você entende por eletrólise?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) A eletrólise é um processo espontâneo?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta

- 
- 
- 3) Atualmente quais os dois processos eletrolíticos existentes?
- 
- 
- 4) O que você entende por deposição eletrolítica?
- 
- 
- 5) Quais as aplicações do processo de deposição eletrolítica?
- 
- 
- 6) (UFRS) - Na eletrólise de nitrato de ferro II, em solução aquosa, ocorre:
- Redução no polo negativo com formação de ferro metálico.
  - Oxidação no polo negativo com liberação de gás oxigênio.
  - Redução no polo positivo com liberação de gás oxigênio.
  - Oxidação no polo positivo com formação de gás NO<sub>2</sub>.
  - Redução no polo negativo com formação de gás hidrogênio
- 7) (UFMG) - Um método industrial utilizado para preparar sódio metálico é a eletrólise de cloreto de sódio puro fundido. Com relação à preparação de sódio metálico, é INCORRETO afirmar que:
- A formação de sódio metálico ocorre no eletrodo negativo.
  - A eletrólise é uma reação espontânea.
  - A quantidade, em mol, de cloro (Cl<sub>2</sub>) formada é menor que a de sódio metálico.
  - A quantidade de sódio metálico obtido é proporcional à carga elétrica utilizada.
- 8) (FEI-SP) - Em relação à eletrólise de uma solução aquosa concentrada de CuCl<sub>2</sub>, assinale a afirmativa errada.
- Há deposição de cobre metálico no eletrodo negativo.
  - Há formação de cloro gasoso no eletrodo positivo.
  - Os íons Cu<sup>2+</sup> são reduzidos.
  - Os íons Cl<sup>-</sup> são oxidados.
  - A reação que se passa na eletrólise pode ser representada pela equação:  $\text{Cu(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}\text{(aq)} + 2 \text{Cl}^{-}\text{(aq)}$
- 9) (FEI-SP) - O alumínio é obtido industrialmente pela eletrólise ígnea da alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Indique a alternativa falsa:
- O íon alumínio sofre redução.
  - O gás oxigênio é liberado no ânodo.
  - O alumínio é produzido no cátodo.
  - O metal alumínio é agente oxidante.
  - O íon O<sub>2</sub><sup>-</sup> sofre oxidação.

**Parte III – Importância do estudo da eletrólise e sua utilização no meio social**

1) Para você qual a importância do estudo da eletrólise?

---

---

2) Você já realizou alguma prática relacionada aos conhecimentos vivenciados na aula de eletrólise?

Sim       Não

Se sim qual?

---

---

3) Já presenciou a aplicação da eletrólise em seu contexto social?

Sim       Não

Se sim qual?

---

---

Aqui termina o nosso questionário.

Obrigada por sua contribuição!

## APÊNDICE C – PÓS QUESTIONÁRIO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - Campus Ipojuca

Prezado (a) estudante, solicitamos sua colaboração respondendo este questionário. Ele faz parte do Trabalho de Conclusão do curso de Licenciatura em Química. O objetivo deste questionário é construir dados que possam subsidiar este estudo. Informamos que sua identidade será mantida em sigilo.

**Pesquisadora:** Steffanny Zacarias

**Orientador:** Raphael Soares

### Questionário misto

#### Parte I – Identificação do (a) estudante

Gênero: ( ) Masculino ( ) Feminino Idade: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Módulo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

#### Parte II – Conhecimentos específicos sobre eletrólise:

1) A eletrólise é um processo espontâneo?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta

---

2) Atualmente quais os dois processos eletrolíticos existentes?

---

3) O que você entende por deposição eletrolítica?

---

4) Quais as aplicações do processo de deposição eletrolítica?

---

5) (UFRS) - Na eletrólise de nitrato de ferro II, em solução aquosa, ocorre:

- f) Redução no polo negativo com formação de ferro metálico.
- g) Oxidação no polo negativo com liberação de gás oxigênio.
- h) Redução no polo positivo com liberação de gás oxigênio.

- i) Oxidação no polo positivo com formação de gás NO<sub>2</sub>.  
 j) Redução no polo negativo com formação de gás hidrogênio
- 6) (FEI-SP) - Em relação à eletrólise de uma solução aquosa concentrada de CuCl<sub>2</sub>, assinale a afirmativa errada.
- f) Há deposição de cobre metálico no eletrodo negativo.  
 g) Há formação de cloro gasoso no eletrodo positivo.  
 h) Os íons Cu<sup>2+</sup> são reduzidos.  
 i) Os íons Cl<sup>-</sup> são oxidados.  
 j) A reação que se passa na eletrólise pode ser representada pela equação: Cu(s) + Cl<sub>2</sub>(g) → Cu<sup>2+</sup>(aq) + 2 Cl<sup>-</sup>(aq)
- 7) (FEI-SP) - O alumínio é obtido industrialmente pela eletrólise ígnea da alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Indique a alternativa falsa:

- f) O íon alumínio sofre redução.  
 g) O gás oxigênio é liberado no ânodo.  
 h) O alumínio é produzido no cátodo.  
 i) O metal alumínio é agente oxidante.  
 j) O íon O<sup>2-</sup> sofre oxidação.

**Parte III – Sobre a abordagem da aula:**

- 1) O estudo da eletrólise no curso de química, após abordagem contextualizada, apresentou-se mais significativo?  
 Sim                       Não
- 2) Você se sentiu interessado em aprender os conteúdos abordados durante a aula?  
 Sim                       Não
- 3) Você acredita que a abordagem contextualizada durante a aula ajudou na compreensão do assunto estudado?  
 Sim                       Não
- 4) Você se sentiu estimulado à discussão em sala de aula?  
 Sim                       Não
- 5) Foi encorajado a expressar sua opinião?  
 Sim                       Não
- 6) Teve oportunidades de fazer perguntas?  
 Sim                       Não

7) Você acredita que a resolução de uma situação problema auxiliou na compreensão dos conteúdos trabalhados?

Sim                       Não

De que maneira?

---

---

8) Os questionamentos que apareceram durante a resolução da situação problema favoreceram a discussão dos conceitos químicos envolvidos?

Sim                       Não

Explique.

---

---

9) A metodologia aplicada lhe desafiou intelectualmente?

Sim                       Não

De que maneira?

---

---

10) A metodologia proposta atendeu suas expectativas?

Sim                       Não

11) De forma geral, quando o professor aborda os conteúdos com aplicação no cotidiano do aluno, em sua opinião, favorece o aprendizado?

Sim                       Não

Justifique sua resposta:

---

---

Aqui termina o nosso questionário.

Obrigada por sua contribuição!

## APÊNDICE D – SITUAÇÃO-PROBLEMA

Os moradores carentes de uma cidade no interior de Pernambuco, residente nas proximidades de um rio onde tiram seu sustento através da pesca, comemoraram há alguns dias a instalação de um consultório odontológico que realiza vários procedimentos dentários inclusive realização de exames raios-x realizados através de equipamentos de radiografia tradicionais. Porém eles estão bastante preocupados, pois veem encontrando à margem do rio várias espécies de peixes mortos o que está comprometendo a produção diária que até então sempre foi satisfatória.

Sem entender o ocorrido, pois nada mudou na cidade além da chegada do consultório odontológico, eles tentam buscar uma justificativa para esse problema ambiental da mortandade de peixes, mas não encontram. Contudo eles precisam urgentemente solucionar esse problema, pois aquele rio é o único na região onde eles podem realizar a atividade pesqueira para o sustento familiar.

Mas o que os moradores não sabem é que o consultório odontológico não realiza o descarte aquedado para os efluentes gerados durante as atividades de serviço de raios-X. Portanto os resíduos gerados são lançados no corpo hídrico da região sem qualquer tratamento.

A partir do texto I responda:

- 1- Quais as possíveis causas podem ser levadas aos pescadores que justifiquem a mortandade das espécies marinhas?
- 2- Levante hipóteses do que poderia ser feito para evitar as causas citadas.

A partir do texto II e consulta em sites através do celular sobre os conteúdos direcionados no texto:

- 3- Encontre uma possível solução para o problema ambiental a partir das hipóteses levantadas. Justifique e esquematize.

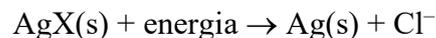
## APÊNDICE E – TEXTOS AUXILIARES

### Texto I: Filmes Radiográficos

Os filmes de raios-X são muito utilizados em clínicas odontológicas e hospitais. Estes filmes são compostos por uma camada gelatinosa, designada também por emulsão, constituída por cristais de haletos de prata (AgX) sensíveis à luz, uma camada protetora que protege a emulsão do contato com as mãos e uma base de poliéster estável à variação de temperatura.

Quando se deseja formar a imagem radiográfica, um canhão emissor de radiação emite raios X, que são ondas eletromagnéticas, capazes de gerar uma sensibilização diferencial destes cristais de AgX. De um lado se encontra o canhão emissor; no meio se situa a estrutura óssea que se deseja radiografar; e, do outro lado, fica o filme radiográfico. Quando a radiação incide sobre o corpo, ela é retida pela porção óssea mineralizada, não conseguindo seguir até o filme. Por outro lado, as estruturas corporais não mineralizadas (como pele e músculos), não são capazes de reter os raios X e esses passam livremente indo incidir no filme radiográfico.

Os cristais de AgX que foram sensibilizados pela radiação sofrem uma transformação química, onde os íons prata são reduzidos à prata metálica, conforme equação a seguir:



Em seguida, para a obtenção da radiografia estes filmes passam por quatro etapas: revelação, fixação, enxágue e secagem (Bortoletto et al 2007). Na revelação ocorre a formação de uma imagem de prata metálica visível (negra) à partir da imagem latente invisível, que se forma no filme após a sua exposição à luz por meio de uma reação química entre o agente revelador e os haletos de prata presentes no filme (conforme explicado antes). A ação básica do revelador é reduzir à prata metálica (negra) os cristais expostos de haleto de prata. Esta redução é realizada por meio da doação de elétrons aos íons de prata, neutralizando assim suas cargas positivas e convertendo-os em prata metálica. Os cristais que não foram expostos não sofrerão a ação do revelador e posteriormente serão removidos do filme pelo fixador. A solução fixadora converte o haleto de prata, que não reagiu na etapa de revelação, em um sal solúvel. Na etapa de remoção dos resíduos deixados pela solução reveladora e fixadora é gerada a água residual.

Nessa água residual é possível encontrar íons de prata que não conseguiram se reduzir a prata metálica. Assim, o descarte adequado desse efluente gerado ou o seu tratamento evita prejuízos ambientais visto que, segundo a legislação brasileira vigente, resolução nº 357/05 do Conama, o limite de prata em efluentes para lançamento em corpos receptores hídricos é de 0,1

mg L<sup>-1</sup> de prata. No ambiente, prata iônica atua como um inibidor enzimático, interferindo no processo metabólico dos organismos. Apesar da sua toxicidade, a prata apresenta elevado valor de mercado e é um metal com risco de escassez, logo a sua recuperação pode trazer grandes benefícios ambientais e econômicos (Bortoletto et al 2007).

## REFERÊNCIA

BORTOLETTO, E. C. *et al.* Remoção de Prata em Efluentes Radiográficos. **Acta Science Technology**, v. 29, n. 1, p. 37-41, 2007.

### Texto II: Eletrólise/Galvanização

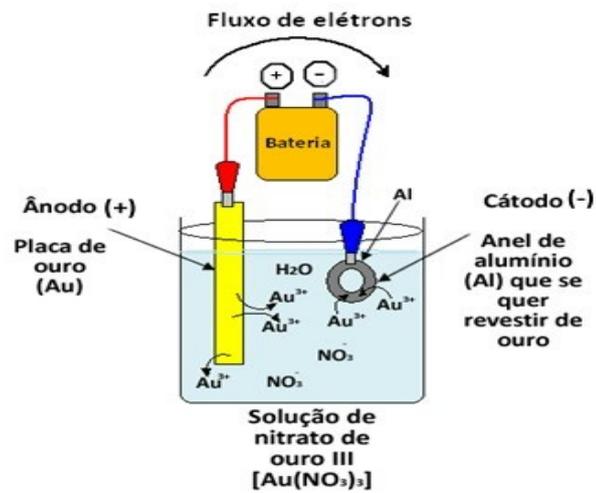
A eletrólise é uma técnica que transforma energia elétrica em energia química, fazendo passar a corrente elétrica por algum material líquido (fundido) ou em solução aquosa. Dentre suas aplicações práticas as mais importantes são produção de metais, como Na, K, Mg, Al etc., de não-metais como Cl<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>, e de outras substâncias úteis como o NaOH, e a deposição de finas películas de metais sobre peças metálicas ou plásticas.

Esta última aplicação tem o nome genérico de galvanização, e os casos mais comuns são os de deposição de cromo (cromagem), de níquel (niquelagem) ou de prata (prateação). Com isso, as peças tornam-se mais brilhantes, bonitas e valiosas, além de resistirem melhor à corrosão. Nesse caso, a peça que desejamos revestir precisa ser condutora e ficar no eletrodo negativo (cátodo), enquanto, no eletrodo positivo (ânodo), deve ficar o metal que queremos usar para revestir a peça. Esses dois eletrodos ficam mergulhados em uma solução do metal que será revestido.

Por exemplo, na figura abaixo há um esquema de eletrólise, em que se deseja dourar um anel de alumínio. O anel é colocado ligado ao polo positivo da bateria, ou seja, ele passa a ser o cátodo do sistema, enquanto uma barra feita de ouro é colocada no ânodo, estando ligada ao polo negativo da bateria. Os dois estão mergulhados em uma solução de nitrato de ouro III [Au(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>].

Ao passar a corrente elétrica pelo sistema, no ânodo há a oxidação do ouro, e a placa começa a sofrer dissolução:  $\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$ .

Por outro lado, no cátodo, há a redução do Au<sup>+3</sup> e a deposição do ouro metálico formado nessa redução sobre o anel:  $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$ .



Galvanoplastia ou eletrodeposição de ouro sobre um anel de alumínio

## REFERÊNCIAS

FELTRE, R. **Química**. v. 2. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2008.

USBERCO, J; SALVADOR, E. **Química**. v.3. 13.ed São Paulo: Saraiva, 2014.