



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
FACULDADE DE QUÍMICA  
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**ANDRESSA SANTOS DOS SANTOS**

**APLICAÇÃO DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COM ENFOQUE EM MEIO  
AMBIENTE, CONFORME METODOLOGIA ABORDADA POR OLIVEIRA E  
COLABORADORES (2010b).**

**Marabá – PA  
Março – 2018**

**ANDRESSA SANTOS DOS SANTOS**

**APLICAÇÃO DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COM ENFOQUE EM MEIO  
AMBIENTE, CONFORME METODOLOGIA ABORDADA POR OLIVEIRA E  
COLABORADORES (2010b).**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Geiso Rafael Fonseca Oliveira**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de  
Licenciado Pleno em Química,  
orientado pelo Prof. Dr. Geiso  
Rafael Fonseca Oliveira.

**Marabá – PA  
Março – 2018**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA**

---

Santos, Andressa Santos dos

Aplicação de práticas experimentais com enfoque em meio ambiente, conforme metodologia abordada por Oliveira e colaboradores (2010b) / Andressa Santos dos Santos ; orientador, Geiso Rafael Fonseca Oliveira. — 2018.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Exatas, Faculdade de Química, Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, Marabá, 2018.

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Educação ambiental 3. Professores de química. 4. Aprendizagem experimental. 5. Ensino. I. Oliveira, Geiso Rafael Fonseca, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. III. Título.

CDD: 22. ed.: 507.1

**ANDRESSA SANTOS DOS SANTOS**

**APLICAÇÃO DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COM ENFOQUE EM MEIO  
AMBIENTE, CONFORME METODOLOGIA ABORDADA POR OLIVEIRA E  
COLABORADORES (2010b).**

**FOLHA DE AVALIAÇÃO**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Geiso Rafael Fonseca Oliveira  
Faculdade de Química – UNIFESSPA – Orientador

---

Prof. Dr. Wagner Soares Alencar  
Faculdade de Química – UNIFESSPA – Membro

---

Prof. Dr. Emerson Paulinho Boscheto  
Faculdade de Química – UNIFESSPA – Membro

Conceito: \_\_\_\_\_

Aprovado em 07/ 02 / 2018

Dedico esse trabalho a Deus, por tornar possível essa conquista, e estar sempre presente na minha vida. A minha família, por sempre acreditar em mim e dar todo apoio durante essa trajetória. Aos amigos, que durante essa jornada tornaram se família e deixaram esses anos de luta mais alegres.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos que tens me dado e por todos os livramentos me destes, pelo milagre de estar me formando e pela força e fé que me mantiveram firme nessa caminhada.

A minha toda família, meus pais Alvimar Barbosa dos Santos e Edilene Santos dos Santos, que sempre me apoiaram e fizeram de tudo por mim, sem eles eu não teria chegado onde eu cheguei, a minha avó Vilani de Alencar Santos que sempre esteve presente, aos meus irmãos Anderson Santos dos Santos e Andreina Santos dos Santos, aos meus avós Geni Barbosa e Aldenor Viana e a todos os meus tios e tias, Eliene Rodrigues, meu padrinho Claudio Rodrigues, Shirlene de Alencar, Adenilson de Alencar, Almir de Alencar, Ademar de Alencar e Elane Lima, Ademir de Alencar, Alcimar Barbosa, Alcy Barbosa, Aldineide Barbosa, Alvilene Barbosa, Audineia Barbosa, meus tios de coração, Ceni Foscarim e João Moreira que sempre torceram por mim, me ajudaram forma direta ou indiretamente.

A CAPES pela oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) como bolsista.

A todos os professores da FAQUIM, em especial a Profa. Dra. Marilene de Abre que me orientou no PIBID, a Profa. Dra. Simone Simoti que deu continuidade a minha orientação no PIBID depois que a professora Marilene teve que se ausentar, e pela caixa de bombons que me destes (significou muito grande para mim, receber tamanho carinho e admiração por parte da senhora), ao Prof. Dr. Sebastião Silva pelo carinho e compreensão com a turma, ao Prof. Dr. Thiago Mielle, pelo excelente profissional e ser humano extraordinário que és, por todo carinho e atenção para com a nossa turma, por sempre ter acreditado em cada um de nós (apesar do nosso jeito peculiar kkk), ao Prof. Dr. Francisco Adriano, por todos os ensinamentos, pela força e os “empurrões” que me destes e principalmente pelas caronas até a parada de ônibus do shopping (sei que fugia da sua rota e mesmo assim se preocupava comigo) ao Prof. Dr. Wagner Alencar (tio Wagner kkkk) pelos sarcasmos e ironias em sala de aula e por sempre nos aconselhar a respeito do que nos aguarda lá fora (mercado de trabalho) e por toda ajuda que destes à minha turma ao Prof. Dr. Geiso Rafael, por aceitar me orientar, por me ajudar e por ter tido paciência comigo, sei que não foi fácil

me aturar durante esse tempo :D kkkk. A todos, meu sincero: muito obrigada, por todo ensinamento!

A minha banca, Prof. Emerson Boscheto e Prof. Wagner Alencar por aceitarem participar da minha defesa.

Aos guardas, as responsáveis pela limpeza, aos cobradores de ônibus que me deixaram passar sem efetuar o pagamento a todos desconhecidos (ou não) que me deram carona até o shopping ou até a cidade nova.

Aos meus amigos, Karla Karoline, Rhanna Sarah, Raiane Sousa, Aieska Reis, Tamara Foscarim, Eduardo Ronildo, a Rayani (apesar de ter conhecido a pouco tempo), Orley Junior (ele pediu kkk) e ao meu afilhado Rodrigo Quezado, por me acompanharem nessa trajetória, sempre me dando conselhos, me apoiando e acreditando em mim.

É claro, não poderia deixar de agradecer a turma mais louca da minha vida! Poder falar orgulhosamente que eu faço parte do grupo QUÍMICOS MAFIOSOS kkkkkkk! É com lágrimas nos olhos que me lembro de todos os nossos momentos juntos, de todas as nossas noites de estudos, nossas reuniões no tapiri, sempre me fazendo rir com todas as nossas conversas seríssimas kkkkk (sim, sobre assuntos sérios). Quero agradecer principalmente pelas noites que vocês me esperavam na parada de ônibus, apesar de estarem cansados, com fome e com sono. Em especial, Nayara Haruko (CuHaru), Gislene Oliveira (Gis de cera), Leticia Leal (Safadona), Flávio Henrique (Back To The Future) Valtiane Gama (Val), Samuel Moura (Samuca), Odiane Cunha (Puro amor pra dar kkkk), Jhenyffer Florencio (Jheylou: a comida da tua casa é uma delícia), Larissa Onça (Larica ou Claudia kkkk), Jhuliana Santana (Jhu), pela amizade e companheirismo, por todas as vezes que vocês dedicaram um pouco do seu tempo para me ajudar com as minhas dificuldades, por cederem a casa de vocês para reuniões de estudos (ou festa kkkk), por todas as caronas, por todos os momentos, que passamos juntas e pelo dinheiro que em algum momento me emprestaram para pagar passagem (DEUS PAGUE VOCÊS kkkkk).

Todos os AMIGOS que aqui fiz, pretendo levar para toda minha vida.

As pessoas que não foram mencionadas devido a uma pequena falha de memória, sintam-se agradecidas!

*"Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não mais lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível."*

*(Thomas Jefferson)*

## SUMÁRIO

	<b>Pg.</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	V
<b>SUMÁRIO</b>	Viii
<b>RESUMO</b>	Ix
<b>ABSTRACT</b>	X
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	Xi
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	Xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. OBJETIVOS</b>	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	16
3.1. ENSINO DE QUÍMICA	16
3.2. AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM QUÍMICA	19
3.3. MEIO AMBIENTE	22
3.3.1. Chuva Ácida	22
3.3.2. Poluição dos rios	24
3.3.3. Eletrofloculação	25
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	27
4.1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES E DA ESCOLA-ALVO	27
4.2. PRÁTICAS REALIZADAS	27
4.2.1. Flor de Enxofre	27
4.2.2. Poluição dos rios	28
4.2.3. Eletrofloculação	29
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	31
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	34
<b>REFERÊNCIAS</b>	35

## RESUMO

O trabalho teve por objetivo realizar três atividades experimentais no segundo ano do ensino médio em uma escola pública de Marabá-PA, baseadas na metodologia desenvolvida no trabalho “Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de química” de Oliveira e colaboradores (2010). Os experimentos aludiram os seguintes temas: chuva ácida, poluição dos rios e descontaminação dos rios, associando os conceitos de química com a problemática ambiental e sua remediação através da educação ambiental. Os expressivos resultados indicam que o uso de procedimentos experimentais fundados na demonstração, verificação e investigação, são determinantes para evolução das aulas de química. Por fim, as práticas experimentais quando propostas e executadas de maneira planejadas constituem uma excepcional ferramenta didática capaz de auxiliar os professores em suas aulas, contribuindo para o despertar do interesse dos alunos pela Química e suas implicações no meio ambiente.

**Palavras-chaves:** Experimentação; Planejamento; Educação Ambiental.

## ABSTRACT

The objective of this study was to perform three experimental activities in the second year of high school in a public school in Marabá-PA, based on the methodology developed in the paper "Developing educational games for teaching chemistry" by Oliveira et al. (2010). The experiments referred to the following topics: acid rain, river pollution and decontamination of rivers, associating the concepts of chemistry with the environmental problem and its remediation through environmental education. The expressive results indicate that the use of experimental procedures based on demonstration, verification and investigation, are determinant for the evolution of chemistry classes. Finally, experimental practices when proposed and executed in a planned way constitute an exceptional didactic tool capable of assisting teachers in their classes, contributing to the awakening of students' interest in Chemistry and its implications on the environment.

**Keywords:** Experimentation; Planning; Environmental education.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pg.</b>
Figura 01. E.M.E.F.M. Acy de Jesus Neves de Barros Pereira.	27
Figura 02. Pétalas dentro do pote de vidro em contato com a fumaça do pó de enxofre.	28
Figura 03. Sistemas com água e café em pó.	29
Figura 04. Sistema da eletrofloculação.	30
Figura 05. Comparação entre pétalas.	31
Figura 06. Sistema filtrado.	32

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>E.M.E.F.M</b>	- Escola Municipal de Ensino Fundamental e Médio.
<b>mL</b>	- Mililitro.
<b>V</b>	- Volt.
<b>OMS</b>	- Organização Mundial de saúde.
<b>WHO</b>	- World Health Organization.
<b>PCN</b>	- Parâmetros Curriculares Nacionais.
<b>km<sup>3</sup></b>	- Quilometro cúbico.
<b>SUS</b>	- Sistema Único de saúde.

## 1. INTRODUÇÃO

A dificuldade de compreensão de conceitos abordados na disciplina de Ciências e Química apontada por alunos tem sido alvo de estudos realizados em todo o mundo (HÖGSTRÖM et al., 2009; OLIVEIRA, 2010a; BENLI et al., 2011; ÜNLÜ e DÖKME, 2011 *apud* SILVA et al., 2014). Tais estudos tiveram como objetivo principal identificar quais são as questões relacionadas a estas dificuldades de aprendizagem, que geram muitas reprovações e rejeições por parte dos alunos do ensino fundamental e médio (SILVA et al., 2014).

O ensino tradicional é administrado de forma que o aluno saiba inúmeras fórmulas, decore reações e propriedades, mas sem relacioná-las com as formas naturais que ocorrem em seu meio. Trabalhar com as substâncias, aprender a observar um experimento cientificamente, visualizar de forma que cada aluno descreva o que observou durante a reação, isto sim leva a um conhecimento definido (QUEIROZ, 2004).

O objetivo da Química compreende a natureza, e os experimentos propiciam ao aluno uma compreensão mais científica das transformações que nela ocorrem. Saber punhados de nomes e de fórmulas, decorar reações e propriedades, sem conseguir relacioná-los cientificamente com a natureza, não é conhecer Química. Essa não é uma ciência petrificada; seus conceitos, leis e teorias não foram estabelecidos, mas têm a sua dinâmica própria (SAVIANI, 2000).

A utilização de métodos diversificados com aulas práticas bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em química, podemos incluir demonstrações feitas pelo professor e experimentos realizados pelo próprio aluno buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, cuja interpretação leve a elaboração de conceitos, sendo importantes na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar suas ideias ou então reestruturá-las (SALESSE, 2012).

A experimentação no Ensino de Química, no processo de ensino-aprendizagem tem sua importância justificada quando se considera sua função pedagógica de auxiliar o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos. A clara necessidade dos alunos se relacionarem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos justifica a experimentação como parte do contexto escolar, sem que represente uma ruptura entre a teoria e a prática (PLICAS et. al., 2010).

Segundo Fonseca (2001), o trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas ideias, comparando-as com a ideia científica, pois só assim elas terão papel importante no desenvolvimento cognitivo.

Para Silva e Zanon (2000) a essência da experimentação vem, enfim, da sua possível capacidade de trabalhar o estudante para que se permita perseguir sua curiosidade e levantar seus próprios questionamentos e hipóteses. O estudante, ao articular fatos - fenômenos - e fazer generalizações, pode mudar a sua forma de ver o universo, desenvolvendo senso crítico e articulando conceitos e teorias ao que é capaz de observar no dia a dia, deixando assim, de olhar o mundo de forma ingênua e acrítica.

A experimentação é um dos pilares da Química e estudos indicam que esta é uma metodologia eficaz para ensino da Química e Ciências em geral (GUIMARÃES, 2009), e, inclusive, para auxiliar na discussão de temas envolvendo a temática ambiental, contribuindo de forma significativa para a Educação Ambiental, auxiliando para a compreensão dos alunos acerca dos fenômenos ambientais e possibilitando a formação de senso crítico e a capacidade de proposição de resoluções ou mitigações dos problemas vivenciados (OLIVEIRA et al., 2016).

A educação ambiental representa um instrumento essencial para superar os atuais impasses da nossa sociedade. A relação entre meio ambiente e educação para a cidadania assume um papel cada vez mais desafiador, demandando a emergência de novos saberes para apreender processos sociais que se complexificam e riscos ambientais que se intensificam (JACOBI, 2003).

A química é uma disciplina que pode ser muito útil para a compreensão do papel individual quanto à preservação ambiental, porém, muitas vezes esta disciplina se restringe a citações de problemas ambientais (ABREU et al., 2008).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Compreender a importância da experimentação no ensino de química ao abordar temas referentes ao meio ambiente.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Observar o interesse que os alunos participantes possuem pelas atividades experimentais;

Demonstrar que, as práticas experimentais quando realizadas conforme propõem Oliveira (2010b) se tornam mais atrativas e motivadoras;

Contribuir para inserção da Educação Ambiental no ambiente escolar através das práticas experimentais, estimulando a sensibilidade e a cidadania ambiental.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. ENSINO DE QUÍMICA

Atualmente, o ensino é entendido como um processo que depende das interações que o aluno tem com o meio, os professores e as ferramentas a que tem acesso. Dentre essas ferramentas, encontram-se os sistemas de representação externa, que podem ser: a escrita, os símbolos e signos matemáticos e as representações imagéticas dos mais diversos tipos (GARCÍA; PERALES, 2006).

Ao se observar esse contexto, verifica-se a importância da criação de recursos didáticos modernos, que estejam desvinculados dos métodos tradicionais de ensino: a velha lousa aliada a muita decoreba (FONSECA, 2001).

Despertar o interesse do aluno para o aprendizado de química no ensino médio vem sendo um dos desafios encontrados pelos professores em sala de aula. Entretanto, o não interesse pela química pode estar relacionado à forma estante, desestimulante e descontextualizada como essa ciência vem sendo tratada na maioria das escolas (CHASSOT, 2003).

A utilização de um novo tipo de abordagem, embora seja útil no processo de ensino-aprendizagem, ainda é pouco usada na prática docente, pois como se sabe o professor de Química ainda valoriza modelos curriculares que enfatizam fórmulas e a memorização (MAROJA, 2007). Ao utilizar-se do método tradicional de ensino (expositivo), privilegiando a memorização o educador compromete os processos de ensino e aprendizagem por não ser capaz de auxiliar os estudantes a superar aqueles obstáculos (GONZALEZ; PALEARI, 2006).

De acordo com o trabalho de Machado e Mortimer (2007), o conhecimento químico é construído pela combinação de três níveis representacionais: fenomenológico, teórico e representacional, isto é, dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica.

Silva e colaboradores (2008) aponta alguns problemas nesse contexto como por exemplo a falta de experimentação, ênfase em regras, fórmulas, nomenclaturas e classificações de forma descontextualizada, tornando a Química uma ciência distante da realidade do aluno e excessivamente abstrata. Além disso, os professores de

Química demonstram dificuldades em relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana e priorizam a metodologia tradicional.

Além disso, os alunos têm grande dificuldade de abstrair conceitos apreendidos nas atividades de sala de aula, impossibilitando dessa forma uma relação destes conceitos com seu dia-a-dia (MARQUES et al, 2008). Não obstante vemos essa realidade devolvida em intermináveis questões sob a forma de testes, provas e exercícios, onde se vê uma mera repetição, gerando uma repulsa e falta de interesse pela disciplina. Há uma explícita desconexão entre os conteúdos científicos e o mundo real, os quais são apresentados em formato “finalizado”, sem nenhuma discussão sobre os processos de construção do conhecimento. Em tais aulas não ocorre a contextualização fazendo com que o aluno tenha um menor engajamento em seu aprendizado (FOUREZ, 2003).

O laboratório tem um papel central no ensino de química e as pesquisas têm revelado a sua importância no engajamento dos estudantes no processo de investigação, articulando o trabalho experimental à resolução de problemas semiabertos podendo ser muito eficaz para a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes pelos estudantes (GOI e SANTOS, 2009).

De acordo com Bueno e colaboradores (2008), na disciplina de química podemos distinguir duas atividades: a prática e a teórica e se não houver articulação entre essas atividades, os conteúdos não são relevantes à formação do indivíduo ou terão pouca contribuição para o desenvolvimento cognitivo deste. Porém, ao que parece, o ensino de química não tem oferecido condições para que o aluno compreenda conceitos nem tão pouco sua aplicabilidade no cotidiano e nem sempre é possível a realização de experimentos, pois muitas escolas não tem laboratório e quando tem, faltam vidrarias e reagentes.

Para Alves (2007), quando são utilizadas apenas aulas expositivas, elas acabam se tornando monótonas, fazendo com que seus conteúdos sejam de difícil compreensão. Por outro lado, se o ensino for conduzido somente por meio de aulas experimentais, os conhecimentos trabalhados não serão assimilados de forma satisfatória, pois a prática do experimento necessita de um embasamento teórico para dar sustentação à compreensão dos conteúdos.

Pinto (2012a) corrobora esta assertiva ao afirmar que um Ensino de Química satisfatório só será possível quando sua didática for capaz de mostrar ao estudante,

de forma clara, objetiva e interessante, a íntima relação que existe entre os conhecimentos teóricos da disciplina e os experimentos que levaram os pesquisadores às descobertas destes conhecimentos.

Segundo Silva e Machado (2008), o aprendizado de Química tornou-se muito difícil para os nossos alunos e, possivelmente, uma das causas desta constatação seja a completa falta de uma concepção didática capaz de promover a associação entre os aspectos teóricos e práticos da disciplina.

Para tentar reverter essa situação, é preciso que a Química seja entendida como algo útil e significativo, e isso ocorrerá no momento que o educador promover a reciprocidade entre conhecimentos científicos com o mundo atual vivenciado pelos alunos (CHASSOT, 2004).

O conhecimento químico, constituído de processos sistemáticos que permeiam o contexto sociocultural, deveria ser abordado com temáticas que promovam relações entre o currículo eleito e o cotidiano do estudante de forma contextualizada e significativa para o educando. Esta abordagem demanda o uso de uma linguagem própria e de modelos diversificados (LIMA, 2012).

Para fugir da rotina na sala de aula ou para despertar o interesse dos alunos em determinados conteúdos é necessário que o professor busque metodologias distintas das que usualmente utiliza em sala de aula. No entanto é natural, que a princípio haja certa resistência por parte de alguns alunos em se adequar a novos métodos de ensino (OLIVEIRA et al., 2010b).

No caso do ensino de Química, o grande desafio é o que deve ser feito para que esta disciplina atraia os estudantes e que a profissão seja uma vocação de muitos jovens. Do mesmo modo que é impossível aprender a nadar longe da água, é muito difícil estimular os jovens para o aprendizado de equações químicas sem dar a eles a oportunidade de praticarem experimentos simples no laboratório (PINTO et al., 2012b).

Trevisan e Martins (2008) certificam que as pesquisas desenvolvidas na área de ensino desta Ciência têm-se concentrado principalmente nos mecanismos didáticos que tratam da compreensão dos conteúdos químicos, abordando de forma particular os processos de ensino e de aprendizagem. Uma vez que possibilita a correção de erros imediata

Também destacamos que as estratégias de ensino utilizadas pelos professores interferem de forma significativa na qualidade da aprendizagem dos alunos. Portanto, o professor precisa repensar seu papel e buscar novas práticas pedagógicas que sejam compatíveis com as atuais exigências educacionais observando ações mediadas pela contextualização, estratégias de ensino de qualidade e abordagens que levem em conta o dia a dia das pessoas e vinculada a história da sociedade (SÁ, 2014).

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

Nesse sentido, Freire (2001) afirma que aprender e ensinar fazem parte da existência humana, histórica e social e deste modo é importante que o compartilhamento do currículo seja um processo reflexivo do fazer pedagógico, das aprendizagens coletivas, da apropriação de novos saberes e troca de experiências. O objetivo é promover um aumento na qualidade do ensino, tornando a sala de aula mais agradável e atraente para os alunos por meio de modelos, figuras, ilustrações, jogos educacionais e experimentação investigativa (Ferreira et al., 2010).

### 3.2. AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM QUÍMICA

No ensino de Química, a experimentação tem um papel importante tanto para alunos, quanto para os professores (VERASSANI, et al., 2012). Segundo Araújo e Abib (2003), a experimentação vem sendo proposta e discutida na literatura de forma bastante diversa quanto ao significado que tais atividades podem assumir no contexto escolar.

Uma das grandes vantagens das atividades experimentais é a possibilidade de, através delas, discutir como a ciência está relacionada à tecnologia presente no dia-a-dia dos alunos, as relações sociais associadas à produção do conhecimento científico, as implicações ambientais decorrentes da atividade científica, dentre muitas

outras formas de se estabelecer uma importante ponte entre os conceitos científicos em destaque e o cotidiano dos alunos (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

As aulas experimentais podem favorecer a criatividade dos alunos das mais diversas formas: solicitando que os alunos pesquisem experimentos que considerem interessantes e justifiquem suas escolhas; estimulando-os a pensar em possíveis substituições nos materiais empregados no experimento, explicando suas justificativas para tal; colocando-os tanto para executar quanto para ajudar a evitar que a realização do experimento seja automatizada; solicitando que façam desenhos ou esquemas que representem a atividade experimental (BORGES, 2002; GASPAR, 2003; CARVALHO et al., 2005).

A experimentação é um dos principais núcleos que permeia a complexa rede conceitual que estrutura o ensino de Química. As Ciências da Natureza, em especial a Química, são conhecidas pelo caráter experimental mais pronunciado. Não obstante, verifica-se que estas atividades, na maioria das vezes, estão ausentes das aulas das ciências (BRASIL, 2014).

Oliveira (2010b) apresenta uma classificação das atividades experimentais, as quais podem ser de demonstração, verificação e investigação.

As atividades experimentais demonstrativas são aquelas nas quais o professor executa o experimento enquanto os alunos apenas observam os fenômenos ocorridos. Essas atividades são em geral utilizadas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em aula, tornando-os mais perceptíveis aos alunos e, dessa forma, contribuindo para seu aprendizado. São frequentemente integradas às aulas expositivas, sendo realizadas no seu início, como forma de despertar o interesse do aluno para o tema abordado, ou término da aula, como forma de relembrar os conteúdos apresentados (ARAÚJO; ABIB, 2003).

O emprego dos experimentos demonstrativos em sala de aula, em alguns casos, é até mesmo recomendado, especialmente quando existem poucos recursos materiais, impossibilitando que vários grupos possam realizar o experimento; quando não se dispõe de um espaço apropriado em que todos os alunos possam participar da execução de um determinado tipo de experimento; ou quando o professor dispõe de pouco tempo para a realização de experimentos, podendo incluí-los no contexto da aula expositiva (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

As atividades experimentais de verificação, como sugere o próprio nome, são aquelas empregadas com a finalidade de se verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos geralmente conhecidas pelos alunos. Por outro lado, essa atividade proporciona aos alunos a capacidade de interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando-os com os conceitos científicos que conhecem, e de efetuar generalizações, especialmente quando os resultados dos experimentos são extrapolados para novas situações (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Na atividade de investigação o aluno deve projetar e identificar algo interessante a ser resolvido, mas não deve dispor de procedimentos automáticos para chegar a uma solução mais ou menos imediata; a solução, na realidade, deve requerer do aluno um processo de reflexão e tomada de decisões sobre a sequência dos passos a seguir (CACHAPUZ et al., 2005). O uso da experimentação, conduzida investigativamente, pode proporcionar uma estreita relação da teoria com o experimento além de expandir as possibilidades da interdisciplinaridade e da contextualização (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

No entanto, Carvalho e colaboradores (2005) ressaltam que não basta reunir os alunos e esperar que todos esses eventos ocorram naturalmente. É necessário planejar as atividades em grupo e observar seu andamento durante a aula; é importante que o professor discuta previamente as regras de convivência, a necessidade de respeitar as opiniões do colega e de garantir que todos tenham participação na execução do experimento.

Sobre este aspecto, cabem alguns cuidados. Conforme relatam Galiazzi et al. (2001), nem sempre as atividades experimentais são motivadoras para os alunos. Principalmente, quando concebidas de forma equivocada, que distorcem a imagem da Ciência, reforçando princípios empiristas, os quais passam a ideia de que o conhecimento surge apenas pela experiência sensorial.

Verassani e colaboradores (2012) também apontam outras dificuldades de utilização dos experimentos, como a falta de laboratório, de equipamentos, a carga horária excedente do professor e curtos períodos de aula para a execução de uma atividade experimental.

Sob essa perspectiva, a motivação é sem dúvida, uma contribuição importante, sobretudo na tentativa de despertar a atenção de alunos mais dispersos na aula, envolvendo-os com uma atividade que lhes estimulem a querer compreender os conteúdos da disciplina. (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Nesse sentido, as aulas experimentais podem estimular os alunos a observar, refletir, analisar e propor hipóteses para suas observações, bem como rever o que pensam sobre um determinado fenômeno (BIASOTO; CARVALHO, 2007).

Atualmente, várias estratégias podem ser utilizadas como atividades experimentais e os espaços para tais práticas também foram ampliados. Assim, por exemplo, vídeos, filmes simulações, horta na escola, visitas planejadas têm valor de atividades experimentais, e o resultado positivo com a atividade dependerá de um bom planejamento. Além disso, as atividades demonstrativo-investigativas, os estudos de espaços sociais e a valorização dos saberes populares também são estratégias elencadas como atividades experimentais (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Pacheco (1997) destaca que “nessa perspectiva que entendemos a experimentação como parte integrante do processo ensino-aprendizagem, pois é uma ferramenta importante na metodologia empregada pelos docentes em sala de aula”. Além disso torna-se um instrumento na concepção crítica referente as discussões na abordagem dos conteúdos.

### 3.3. MEIO AMBIENTE

#### 3.3.1. Chuva Ácida

Atualmente muitas regiões do planeta estão cercadas por problemas ambientais, sendo um deles a deterioração da qualidade do ar. A Comissão de Saúde e Ambiente da Organização Mundial da Saúde (OMS) tem identificado a poluição do ar como problema de saúde pública já atingindo proporções críticas (WHO, 1994).

O fenômeno da chuva ácida foi descoberto por Angus Smith na Grã-Bretanha em meados do século XIX, mas foi essencialmente esquecido até a década de 1950.

Refere-se à precipitação que é significativamente mais ácida que a chuva “natural” (ou seja, não poluída), que por si só é levemente ácida, devido à presença de dióxido de carbono atmosférico dissolvido, que forma ácido carbônico,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . O ácido fraco  $\text{H}_2\text{CO}_3$  é parcialmente ionizado para liberar um íon de hidrogênio,  $\text{H}^+$ , resultando em uma redução do pH do sistema. Por causa dessa fonte de acidez, o pH da chuva “natural” não poluída é de cerca de 5,6. Apenas a chuva que é sensivelmente mais ácida que isto, isto é, com um pH inferior a 5, é considerada chuva “ácida”, já que, devido a traços naturais de ácidos fortes, o que eleva a acidez da chuva em ar puro a um nível um pouco mais alto que aqueles existentes pela presença apenas de dióxido de carbono (BAIRD & CANN, 2011).

Os dois ácidos predominantes na chuva ácida são o ácido sulfúrico, o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e o ácido nítrico, o  $\text{HNO}_3$ , ambos ácidos fortes. De um modo geral, a chuva ácida é precipitada segundo a direção dos ventos a partir da fonte dos poluentes primários, nomeadamente dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$  e óxido nítrico,  $\text{NO}$ . Os ácidos fortes são criados durante o transporte da massa de ar que contém os poluentes primários. Consequentemente, a chuva ácida é um problema de poluição que não respeita as fronteiras estaduais ou nacionais, porque os poluentes atmosféricos geralmente passam por transportes de longo alcance. De fato, o reconhecimento moderno da chuva ácida como um problema decorre de observações feitas na Suécia nas décadas de 1950 e 1960, que eram devidas a emissões de fora de suas fronteiras (BAIRD & CANN, 2011).

A chuva ácida já vem sendo bastante abordada e tem sido usada para introduzir os conceitos de acidez e basicidade no Ensino Médio, em uma tentativa de aproximar a Química do cotidiano do aluno. Considerado tema transversal obrigatório pelos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), o meio ambiente passou a ser utilizado como tema de estudo para o ensino de várias disciplinas, principalmente a Química. Os conteúdos relacionados com o assunto são de grande interesse e permitem ao aluno conhecer e entender as transformações que ocorrem em seu meio, desenvolvendo o senso crítico da necessidade da conservação e preservação do meio ambiente (MAIA et al., 2005).

Os impactos ambientais no ecossistema terrestre e em especial na atmosfera, devido à utilização e transformação de substâncias químicas, poderão ser minimizados pelo uso adequado dos conhecimentos de química e dos recursos

naturais, pelo entendimento dos processos ambientais, bem como, pelo estabelecimento de estratégias de remediação e desenvolvimento sustentado. Este é o grande desafio para as gerações atuais e futuras (MARTINS et al., 2003).

### 3.3.2. Poluição dos Rios

A água é um recurso fundamental para a existência da vida, na forma que nós conhecemos. Foi na água que a vida floresceu, e seria difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso vital. Nosso planeta está inundado d'água; um volume de aproximadamente 1,4 bilhão de km<sup>3</sup> cobre cerca de 71% da superfície da Terra. Apesar disso, muitas localidades ainda não têm acesso a quantidades de água com características de potabilidade adequadas às necessidades do consumo humano (GRASSI, 2001).

A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água. No Brasil, esse problema não é diferente, uma vez que os registros do Sistema Único de Saúde (SUS) mostram que 80% das internações hospitalares do país são devidas a doenças de veiculação hídrica, ou seja, doenças que ocorrem devido à qualidade imprópria da água para consumo humano (MERTEN & MINELLA, 2002).

O comprometimento da qualidade da água pode inviabilizar o seu uso ou tornar impraticável o seu tratamento, tanto em termos técnicos quanto econômicos (SOUZA, 2007). Diversas são as substâncias tóxicas geradas nas diferentes atividades humanas. Nas práticas agrícolas, por exemplo, o uso sem controle de defensivos químicos pode representar um grande perigo ao meio ambiente, aos ecossistemas e à saúde humana (LEITE, 2002).

Há uma falsa impressão de que a água, como um solvente universal, tem a capacidade de, continuamente, dissolver todas as impurezas nela jogadas. Na verdade nenhuma fábrica, nenhuma comunidade ou nenhum produtor rural tem o direito de poluir uma bacia hidrográfica. Não existe água particular. É um bem de domínio público (OLIVEIRA & HENKES, 2013).

Percebemos, então, que manter a qualidade das nossas parcas reservas de água (além de não desperdiçá-las) é uma questão urgente, se quisermos garantir a nossa sobrevivência neste planeta. Em contrapartida, ao nos utilizarmos da água, sempre introduzimos nela algum tipo de poluente, algumas vezes em pequenas quantidades, outras em quantidades enormes (AZEVEDO, 1999).

A água, como tema gerador, tem recebido uma atenção especial em termos de propostas. Talvez isto se dê pela sua abundância e distribuição no Planeta, talvez pela sua proximidade do aluno ou, quem sabe, por fazer parte das sugestões apresentadas pelos PCNs. Muitas dessas propostas são provenientes de cidades litorâneas ou de grandes cidades, nas quais a problemática da poluição da água é mais grave. Intenciono, neste texto, apresentar uma visão mais rural para o desenvolvimento do conhecimento químico usando a água como eixo temático (QUADROS, 2004).

### 3.3.3 Eletrofloculação

Tratando-se de assuntos ambientais, a água tem uma enorme importância, é como uma protagonista em que todos estão na torcida para que ela se de bem. Porém não é o que vemos atualmente, já que a poluição e a degradação de rios, mares, lagos e outros corpos de água vem aumentando constantemente com o desenvolvimento das áreas urbanas e a crescente industrialização das áreas rurais (BELAN, 2014).

Um dos grandes desafios que a humanidade enfrenta, atualmente, é fornecer água limpa para a grande maioria da população em todo o mundo. A necessidade de água potável é crítica, particularmente nos países de terceiro mundo. Rios, canais e outros corpos de água estão sendo constantemente poluídos devido à descarga indiscriminada de efluentes industriais (COCKE et. al., 2001).

O uso porcentual de água está assim distribuído no Brasil: 43% da água é classificada como de uso doméstico, 40% destina-se a agricultura e 17% é utilizada na indústria. A indústria, além de ocupar o terceiro lugar no consumo de água, é um agente potencialmente gerador de impactos ambientais (CRESPILHO & REZEDE 2004).

Vários pesquisadores estão desenvolvendo tratamentos com reatores eletroquímicos para a descontaminação de diversos tipos de efluentes industriais. Esse processo consiste na eletrofloculação, no qual um reator eletroquímico é o centro das reações de coagulação. A eletrofloculação é também chamada de eletrocoagulação e eletroflotação (CRESPILHO & REZENDE, 2004).

A técnica da eletrofloculação desperta muito interesse devido à sua simplicidade de operação além de apresentar possibilidades de tratamento para uma grande variedade de efluentes (BORBA et al., 2010). A eletrofloculação é um processo que utiliza corrente elétrica, envolvendo reatores eletroquímicos, nos quais são gerados coagulantes *in situ*, por oxidação eletrolítica de um material apropriado no ânodo. Normalmente, na região anódica utiliza-se ferro ou alumínio, devido ser materiais de baixo custo, eficazes e facilmente encontrado no mercado. A geração de íons metálicos ocorre no ânodo, enquanto que a de gás hidrogênio ocorre no cátodo (GOBBI, 2013).

A eletrofloculação vem desempenhando um papel importante entre as técnicas não convencionais de tratamento de águas e efluentes industriais. E isso se deve a sua versatilidade, tanto no modo operacional quanto na eficiência de remoção de contaminante (CRESPILHO e REZENDE, 2004).

A técnica de eletrofloculação tem despertado bastante interesse, devido à sua simplicidade de operação e aplicação no tratamento de diversos tipos de efluentes: tratamento de água potável (SANFAN et al., 1987; VIK et al., 1984), descontaminação de águas subterrâneas (POON, 1997), tratamento de esgoto sanitário (WIENDL, 1998) e tratamentos de efluentes de curtumes (MURUGANANTHAN et al., 2004)

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES E DA ESCOLA-ALVO

As atividades propostas foram executadas com os alunos do segundo ano do ensino médio, do turno da manhã da Escola Municipal de Ensino Fundamental e Médio Acy de Jesus Neves de Barros Pereira, localizada no município de Marabá-PA. Figura 01.



Figura 01. E.M.E.F.M. Acy de Jesus Neves de Barros Pereira.

### 4.2. PRÁTICAS REALIZADAS

#### 4.2.1. Flor de enxofre

Para realização desse experimento foram utilizadas pétalas de rosas adquiridas em uma floricultura local, pote de vidro com tampa, colher em aço inox, arame, fita isolante, vela, fósforo e pó de enxofre adquirido em farmácia.

Primeiramente foi realizado dois furos no centro da tampa do pote vidro, em seguida a colher foi dobrada até adquirir a forma de um “C”, e foi amarrada com ajuda do arame na tampa do pote. Dentro do pote de vidros foi colocado um pouco de água

e duas pétalas que foram fixadas utilizando fita isolante. Na parte côncava da colher foi adicionado pó de enxofre, e logo depois a colher foi colocada sobre a chama da vela até que fosse visualizado fumaça saindo do pó de enxofre, nesse momento a tampa foi enroscada no pote de vidro com a colher para dentro do pote. Figura 02.



Figura 02. Pétalas dentro do pote de vidro em contato com a fumaça do pó de enxofre.

Com o passar do tempo os alunos começaram a perceber a mudança de coloração das pétalas dentro do pote de vidro. Nesse momento, foi pedido aos envolvidos que anotassem suas observações.

#### 4.2.2. Poluição dos rios

Para realização desse experimento foram utilizados quatro copos de plásticos de capacidade 300 mL, café em pó, colher de plástico descartável e água da torneira.

Inicialmente foi colocado água em quantidade suficiente para encher um copo, seguidamente foi colocado três colheres de café em pó e foi efetuado a mistura. Essa mistura foi denominada de sistema 01. Em seguida, metade da mistura do sistema 01 foi colocada em um outro copo descartável e foi adicionado água até o preenchimento do copo, essa mistura foi denominada de sistema 02. Em seguida, metade da mistura do sistema 02 foi colocada em um outro copo descartável e foi adicionado água até o

preenchimento do copo, essa mistura foi denominada de sistema 03. O processo foi repetido com o sistema 03 para formar o sistema 04. Figura 03.



Figura 03. Sistemas com água e café em pó.

#### 4.2.3. Eletrofloculação

Para realização desse experimento foram utilizados um copo de vidro, água, café em pó, sal de cozinha, colher de plástico, dois pregos, dois cabos para transferência de carga com garra jacaré e uma bateria de tensão contínua 9,6 V recarregável.

Primeiramente foi colocado água em quantidade suficiente para encher o copo de vidro, em seguida, foi adicionado duas colheres de sal de cozinha, mexendo o sistema até total diluição do sal. Posteriormente, foi adicionado duas colheres de pó de café, o sistema voltou a ser misturado. Os cabos de transferência de carga foram conectados, cada um a um polo da bateria e na outra extremidade do cabo foi conectado os pregos. Os pregos foram mergulhados no copo de vidro que continha a mistura água, sal e pó de café, foi percebido o início de uma reação química e após dez minutos os pregos foram retirados de dentro do copo de vidro e a solução que estava dentro do copo foi filtrada com auxílio de um filtro de papel de café. Figura 04.



Figura 04. Sistema da Eletrofloculação.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três práticas realizadas nesse trabalho foram pensadas para seguirem o que estabelece a classificação das atividades experimentais proposto por Oliveira (2010b). A prática da flor de enxofre foi demonstrada para os alunos envolvidos, as explicações foram ocorrendo a cada mudança no aspecto das pétalas (Figura 05), na ocasião nenhum aluno realizou o experimento, ficaram apenas observando o fenômeno com o passar do tempo.



Figura 05. Comparação entre pétalas.

Ao final do experimento, cada aluno leu suas observações e em conjunto foi elaborado teorias a respeito das possíveis causas da mudança de coloração das pétalas. Assim, após ser debatido as observações, foi proposto que a causa da mudança de coloração das pétalas foi devido a presença de um ambiente ácido provocado pela reação da fumaça do pó de enxofre que ao entrar em contato com ar atmosférico dentro do pote de vidro fechado reage com gás oxigênio e vapor d'água formando os ácidos sulfúrico e sulfuroso. O experimento em questão evidencia as consequências que a chuva ácida provoca no meio ambiente.

Já no segundo experimento, uma aluna foi convidada para realizar todo o processo de diluição, conforme roteiro repassado a ela, na oportunidade, os demais alunos ficaram observando, foi percebido maior entusiasmo por esses alunos e pela aluna que realizou a atividade. Neste momento ficou claro que ao realizarem todo o procedimento experimental os alunos se envolvem mais e passam a questionar os acontecimentos, fixando os conteúdos abordados com maior facilidade. Vale destacar

que a explicação da atividade só ocorreu após longo período de discussão entre os alunos, pois todas as ideias que surgiram foram avaliadas e debatidas, até que se chegasse a uma conclusão.

Ao final da prática foi solicitado aos alunos que pronunciassem sobre suas observações. Após os diálogos que se sucederam foi percebido o fenômeno da diluição, em que os constituintes que poluem os rios (contaminantes) não desaparecem e sim são diluídos pelas chuvas e pela correnteza desse rio. Os alunos discutiram as prováveis causas da poluição das águas dos rios e quais as formas de remediar esse processo de poluição.

O último experimento foi baseado na experimentação por investigação, em que a prática foi desenvolvida sem explicação alguma, apenas foi apresentado os materiais que seriam utilizados, como os alunos estavam e eufóricos devido ao experimento anterior, tentaram “adivinhar” o que aconteceria. Foi pedido atenção aos envolvidos e que todo o procedimento fosse anotado e que suas ideias referentes aos acontecimentos também fossem anotadas.

Após a filtração, o sistema foi apresentado aos alunos (Figura 06) e foi iniciado debate a respeito do que haviam observados e que fenômenos poderia ter ocorrido no sistema. Subsequentemente a conversa foi apresentado a teoria da Eletrofloculação e sua utilização no Tratamento da água (descontaminação), devido ao fenômeno da aglutinação das impurezas por meio de reações de oxirredução. O tema tratamento de água foi discutido com os envolvidos para que fosse percebidos a importância da conservação dos recursos hídricos e os custos que as técnicas de tratamento de água possuem. Figura 06.



Figura 06. Sistema filtrado.

Ao final do processo foi pedido aos alunos que formassem grupos para discutirem suas ideias e foi permitido o uso de celulares para pesquisarem na internet se as ideias sugeridas por eles condiziam com o fenômeno ocorrido. Foi percebido que mesmo com a demora do processo investigativo, a curiosidade dos envolvidos em querer a explicação do processo foi o centro motivador para novas descobertas, principalmente quando as ideias sugeridas não condiziam com o experimento realizado, fazendo com os alunos buscassem novas formas de relacionar o evento ocorrido com as novas explicações que surgiam.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos experimentais propostos neste trabalho colocam em evidência um tema bastante discutido, o Meio Ambiente, no entanto pouco experimentado no ensino médio. Essas atividades se tornam um instrumento de fundamental relevância para interligar o senso crítico e a compreensão da complexidade dos aspectos que envolvem o meio ambiente.

Foi observado que após as práticas realizadas os alunos estavam mais motivados e principalmente curiosos em descobrir as explicações dos fenômenos observados, tornando a aula bem mais interessante. Atitudes como essa devem se tornar frequentes, no entanto devem ser bem planejadas para que os temas abordados possam fazer referência com os assuntos desenvolvidos nas demais disciplinas. Os Planejamentos das ações a serem incrementadas durante o ano escolar devem permear o ensino tradicional com diversas temáticas, entre elas a ambiental, para que as aulas se tornem cada vez mais interessante para os alunos.

Tendo em vista a existência de ferramentas que auxiliam o desenvolvimento no ensino, as atividades podem ser propostas para uma única disciplina, como ocorreu nesse trabalho ou envolver mais disciplinas e assim desenvolver a pluralidade entre as disciplinas que compõem o ensino médio.

Para Alves e Colesanti (2005), o ambiente escolar é um dos locais para a discussão a respeito das problemáticas ambientais, tendo em vista a formação de opinião, a construção de valores e a promoção da mudança de comportamento, fundamentais para que sejam resolvidos ou mitigados os problemas ambientais.

A educação passa a ser mola propulsora para uma solução ambiental do planeta. Só será possível ter um meio ambiente saudável para gerações futuras se nossa sociedade atual educar-se ambientalmente. (BIASSOTO, PACHECO, BONELLI, 2005)

## REFERÊNCIAS

ABREU, D. G.; CAMPOS, M. L. A. M.; AGUILAR, M. B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de química. *Revista Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 688-693, 2008.

ALVES, W. F. A formação de professores e as teorias do saber docente: contexto, dúvidas e desafios. *Revista Educação e Pesquisa*, v. 33. n. 2. p. 263-280, 2007.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

AZEVEDO, E. B. Poluição e Tratamento de Água: duas faces da mesma moeda. *Química Nova na Escola, Química e Sociedade*, p. 21-25, 1999.

BAIRD, C.; CANN, M. *Química Ambiental*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BELAN, A. L. D. Eletrofloculação Aplicada ao Tratamento de Efluentes Têxteis: Revisão Bibliográfica. Monografia de Especialização, UTFPR, p. 40, 2014. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6225/1/MD\\_GAMUNI\\_VI\\_2014\\_12.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6225/1/MD_GAMUNI_VI_2014_12.pdf)> Acesso em: 22/03/2018.

BENLI, E.; DÖKME, I.; SARIKAYA, M. The effects of technology teaching materials on students' image of scientists. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. v. 15, p. 2371-2376, 2011.

BIASOTO, J. D.; CARVALHO, A. M. P. Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007.

BIASSOTO, E; PACHECO, E.B.A.V.; BONELLI, C. M.C. Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem., edit.: Edgard Blücher, 2005.

BORBA, F. H.; MÓDENES, A.; ESPINOZA- QUIÑONES, F. R.; YASSUE, P. H.; MANENTI, D. R.; MORA, N.; PALÁCIO, S. M.; NASCIMENTO, R. Avaliação da eficiência da técnica de Eletro-floculação no tratamento de efluentes de indústrias de subprodutos avícolas. Estudos Tecnológicos, vol. 6, n. 1, p. 36-47, 2010. Disponível em: < <http://www.foz.unioeste.br/~lamat/publicengquim/estudostecnol2010.pdf>> Acesso em: 22/03/2018.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.19, n.13, p.291-313, 2002.

BUENO, L.; MOREIRA, K. C.; DANTAS. D. J.; WIEZZEL. A. C. S.; TEIXEIRA. M. F. S. O Ensino de Química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas. 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Formação de professores do ensino médio. Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio (PNEM). Etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, p. 48, 2014.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A necessária renovação do ensino das ciências. Cortez Editora, 2005.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONSALVES, M. E. R.; REY, R. C. Ciências no Ensino Fundamental. Scipione, 1 ed., 2005.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 3.ed. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2003.

CHASSOT, A. Para que(m) é útil o ensino? 2 ed. Canoas: Ed. ULBRA, 2004.

COCKE D. L.; MOLLAH M. Y. A.; SCHENNACH R.; PARGA J. R. Electrocoagulation (EC) - science and applications. Elsevier Science. Journal of Hazardous Materials B84 p. 29-41, 2001.

CRESPILHO, Nelson. F; REZENDE, Maria. O. Eletroflotação: Princípios e aplicações, 2004.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVIERA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101- 106, 2010

FONSECA, M. R. M. Completamente química: manual do professor. Coleção completamente química, ciências, tecnologia e sociedade. São Paulo: FTD, p. 288, 2001.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências, v. 8, n. 2, p.109-123, 2003.

FREIRE, P. Política e Educação. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. Ciência e Educação, v.7, n.2, p. 249-263, 2001.

GARCÍA, J. J. G.; PERALES, F. J. ¿Cómo usan los profesores de química las representaciones semióticas?. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 5, n. 2, 2006.

GASPAR, A. Experiências de ciências para o ensino fundamental. São Paulo: Ática, 2003.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo a referência da teoria de Vigotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GOBBI, L. C. A. Tratamento de água oleosa por eletrofloculação. 2013.120 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Centro Universitário do Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo. São Mateus, 2013. Disponível em: <[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/nometese\\_361\\_LorenaGobbi.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/nometese_361_LorenaGobbi.pdf)> Acesso em: 22/03/2018.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Resolução de Problemas e Atividades Experimentais no Ensino de Química. UFPR, Curitiba, PR. 21 a 24 de julho de 2008.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GONZALEZ, F. G.; PALEARI, L. M. O ensino da digestão-nutrição na era das refeições rápidas e do culto ao corpo. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 13-24, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GRASSI, M. T. Águas no planeta Terra. *Química Nova na Escola, Cadernos Temáticos*. Edição especial, p. 31-40, 2001.

HÖGSTRÖM, P.; OTTANDER, C. BENCKERT, S. Lab work and learning in secondary school Chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*. v. 40, n. 4, p. 505-523, 2009.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189-205, 2003.

JESUS, E.F.R. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. *Sitentibus*, Feira de Santana, n.14, p. 143-153, 1996.

LEITE, M. A. Análise do aporte da taxa de sedimentação e da conservação de metais na água, plâncton e sedimento do Reservatório de Salto Grande, Americana, SP. São Carlos, 199 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2002.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L. B. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*. Ijuí: Unijuí, p. 21-41, 2007.

MAIA, D. J.; GAZOTTI, W. A.; CANELA, M. C.; SIQUEIRA, A. E. Chuva Ácida, Equilíbrio Químico e Acidez: Um Experimento para Introduzir Conceitos de equilíbrio Químico e Acidez no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 44-46, 2005.

MARQUES, A. L.; ALVES, A. J. V.; SILVA, A. F. G. M.; MORAIS, L.; GUIMARÃES, P. G.; LIMA, J. M.; RIBEIRO, F. B.; SANTOS, L. A. M.; MEDEIROS, E. S.; FRANCO, V. A. A importância de aulas práticas no ensino de química para melhor compreensão e abstração de conceitos químicos. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) UFPR 2008.

MAROJA, C. O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/claudiomaroja/o-curruculo-de-qumica-nas-escolas-pblicas-de-ensino>> Acesso em: 19/01/2018.

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. P.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a Importância da Química na Atmosfera. *Química Nova na Escola, Cadernos Temáticos*, p. 28-41, 2003.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MURUGANANTHAN, M.; RAJU, G. B.; PRABHAKAR, S. A. Separation of pollutants from tannery effluents by electro flotation. *Separation and Purification Technology*, v. 40, n. 1, p. 69-75, 2004.

OLIVEIRA, R. J. O. Ensino de Ciências e a Ética na Escola. *Química Nova na Escola*. v. 32, n. 4, p. 227-234, 2010a.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G.; FERREIRA, U. V. S. Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de química. *HOLOS*, ano 26, v. 5, p. 166-175, 2010b.

OLIVEIRA, L. A.; HENKES, J. A. Poluição Hídrica: Poluição Industrial no Rio dos Sinos-RS. *Revista gest. sust. ambient.*, Florianópolis, v. 2, n.1, p. 186-221, 2013.

OLIVEIRA, R.; CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTA, S. P. Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 3, p. 913-925, 2016.

PACHECO, D. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: *Ensino e Ciência*. São Paulo, 1997.

PINTO, A. C. O ensino médio de química: o que fazer para melhorá-lo? *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 23, n. 6, p. 985-986, 2012a.

PINTO, A. C.; ZUCCO, C.; GALEMBECK, F.; ANDRADE, J. B.; VIEIRA, P.C. Química sem fronteira. *Química Nova*, v. 35, n. 10, 2092-2097, 2012b.

POON, C. P. C. Electroflotation for groundwater decontamination. *Journal of Hazardous Materials*, v. 550, p. 159-170, 1997.

PLICAS, L. M. A.; PASTRE, I. A.; TIERA, V. A. O. O uso de práticas experimentais em Química como contribuição na formação continuada de professores de Química. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil, 2012. Disponível em: < <http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0750-2.pdf>> Acesso em: 01/03/2018.

QUADROS, A. L. Água como tema gerador do conhecimento químico. *Química Nova Na Escola, Relatos de Sala de Aula*, p. 26-31, 2004

QUEIROZ, S. L. Do fazer ao compreender Ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em Química. *Ciência & Educação*, Bauru. v. 10, n. 1, 2004.

SÁ, M. B. Z. O Programa PDE Paranaense e sua influência sobre as práticas de Professores de Química. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014. Disponível em: < <http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000213179>> Acesso em: 01/02/2018.

SANFAN, W.; QINLAI, W., Experimental studies on pretreatment process of brackish water using electrocoagulation (EC) method. *Desalination*, v.66, p. 353- 364, 1987.

SALESSE, A. M. T. A Experimentação no Ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. Monografia de especialização. Pós-graduação em Educação, UTFPR, 2012 Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4724/1/MD\\_EDUMTE\\_II\\_2012\\_21.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4724/1/MD_EDUMTE_II_2012_21.pdf)> Acesso em: 01/03/2018.

SAVIANI, O. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. 7. ed. Campinas: Autores Associados, 2000.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A. experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí, p. 231-261, 2010.

SILVA, E. L.; SILVEIRA, M. P.; RODRIGUES, M. A. A formação inicial e continuada de professores de Química: construindo parcerias com a Educação Básica. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, UFPR, Curitiba/PR, 2008.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos: um estudo de caso. Ciência & Educação, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SILVA, L. C.; RUFINO, M. A. S.; SANTANA, C. M. Explorando as ideias de tensão superficial, polaridade e solubilidade na ação dos sabões e detergentes. Revista Extensão, ISSN: 2236-6784, v. 7, n. 1, p. 147-165, 2014.

SOUZA, R. A. Avaliação de metais em águas na sub-bacia hidrográfica do Rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul. p. 97. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS, 2007.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química;/ possibilidades e limites. UNIrevista, v. 1, n. 2, 2006.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. O professor de Química e as aulas práticas. 2008. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/365\\_645.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/365_645.pdf)>. Acesso em: 25/02/2018.

ÜNLÜ, Z. K.; DÖKME, İ. The effect of three different teaching tools in science education on the students' attitudes towards computer. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. v. 15, p. 2652-2657, 2011.

VERASSANI, B. F. A.; MORAES, C. A.; BINSFELD, S. C. Uso de vídeos como recurso alternativo no Ensino de Química. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia, Salvador/BA, 2012.

VIK, E. A.; CARLSON, D. A.; EIKUM, A. S.; GJESSING, E. T. Electrocoagulation of potable water, *Water Research* 18, 1355-1360, 1984.

WIENDL, W. G., *Processos eletrolíticos no tratamento de esgotos sanitários*. Rio de Janeiro, Editora ABES, 1ª Ed., p. 368, 1998.

WHO – World Health Organization. “Air Pollution in the World’s Megacities – A Report from the United Nations Environment Programme and the World Health Organization”, in *Environment*, v. 36, n. 2, p. 4-37, 1994.