

RECUPERAÇÃO DE COBRE A PARTIR DE RESÍDUOS GERADOS NAS AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

J. S. QUEIROGA^{*},¹, B. C. BARBALHO¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte, Campus Pau dos Ferros
jackson.queiroga@ifrn.edu.br^{*}

Submetido 07/03/2017 - Aceito 21/02/2018

DOI: 10.15628/holos.2018.5739

RESUMO

A atualização sobre métodos alternativos de ensino é importante para desenvolver aulas com responsabilidade ambiental e aprendizagens mais concretas da ciência, visando não apenas alcançar uma pontuação mínima exigida pela escola, mas que os conteúdos possam ser compreendidos pelos alunos de maneira concreta e construtiva. Com isso, o presente trabalho buscou contextualizar, o tratamento de resíduos contendo cobre, produzidos em laboratório, com o ensino do conteúdo de reações químicas e soluções. Inicialmente, foi obtido o resíduo proveniente das aulas práticas de preparo e diluição de soluções e, em seguida, o resíduo foi submetido a um método para recuperação de cobre durante a abordagem sobre reações químicas, promovendo uma conjuntura de

renovação. As aulas foram realizadas no laboratório de físico-química do IFRN – Campus Pau dos Ferros, com alunos do 2º ano do ensino médio, da Escola Estadual José Fernandes de Melo de Pau dos Ferros-RN. No experimento de recuperação do cobre, o resíduo possuía uma concentração inicial de cobre de 24.969 mg/L que reduziu para 107 mg/L após o tratamento, alcançando uma recuperação de 99,5% do cobre existente no resíduo líquido. As aulas práticas foram analisadas de forma qualitativa, e os resultados mostraram que o uso da metodologia experimental pode ser uma ferramenta importante para o processo de produção do conhecimento e para o aprendizado com mais significado para os alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Experimental, Educação Ambiental, Ensino de Química, Recuperação de cobre.

COPPER RECOVERY FROM RESIDUES GENERATED IN THE PRACTICAL CLASSES OF CHEMISTRY IN MIDDLE SCHOOL

ABSTRACT

The update on alternative forms of education is important developing classes with environmental responsibility and more tangible apprenticeships of Science, aiming not only to achieve a minimum score required by the school, but that the contents can be understood by the students in a concrete and constructive way. Based on this, the present work aimed to contextualize the treatment of residues containing copper, produced in laboratory, with the teaching about chemical reactions and solutions. Initially, the residue was obtained from the practical classes of preparation and dilution of solutions, and then the residue was subjected to a method for copper recovery during the approach to chemical reactions,

promoting a conjuncture of renovation. The classes were conducted at the IFRN laboratory of physical chemistry - Campus Pau dos Ferros/RN with students in the second year of high school from the state school José Fernandes de Melo - Pau dos Ferros/ RN. In the copper recovery experiment, the residue had an initial copper concentration of 24.969 mg/L that reduced to 107 mg/L after the treatment, reaching a 99.5% recovery of copper from the liquid waste. The practical classes were analyzed qualitatively, and the results showed that the use of the experimental methodology is an important tool for the process of knowledge production and for a more meaningful learning for the students.

KEYWORDS: Experimental teaching, Environmental education, Chemistry teaching, Recovery of copper.

1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem sido tema de discussões ao longo dos últimos anos e, atualmente, a preocupação com a conservação dos recursos naturais e com a degradação provocada pelo homem tem sido estudada de forma precisa. Recentemente, o homem percebeu que a solução é minimizar a quantidade de resíduo gerado e desenvolvendo técnicas que eliminem o desperdício, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Valle, 2002 *apud* Druzian & Santos, 2006, p. 1).

As agências estaduais de proteção ambiental, normalmente, consideram as instituições de ensino e pesquisa e os laboratórios de análises bioquímicas e físico-químicas como pequenos geradores de resíduos, ou provavelmente ignoram o potencial contaminador das instituições de ensino (Jardim, 1998). Mesmo com esse tipo de classificação, as instituições de ensino devem trabalhar a conscientização dos alunos, funcionários e professores para não descartar os resíduos pela pia (Bento & Paim, 2015).

Com isso, a incineração tem sido utilizada para eliminar os resíduos armazenados em frascos que estão estocados nas instituições. Contudo, a maioria das empresas não tem interesse em incinerar os resíduos das universidades, justificando que os resíduos dos laboratórios de ensino possuem características distintas, pois contêm uma diversidade de compostos o que eleva o custo do processo. Dessa forma, a alternativa encontrada pelas instituições de ensino superior, foi realizar o tratamento dos resíduos químicos na própria instituição, o que leva a vantagem de recuperar alguns reagentes, os quais podem ser reutilizados (Bento & Paim, 2015).

De acordo com o exposto, o presente trabalho tem por objetivo, contextualizar, o tratamento de resíduos líquidos, contendo cobre, produzidos em laboratório, com o ensino do conteúdo de reações químicas e soluções no ensino médio. Com isso, promover a Educação Ambiental, conscientizando os alunos sobre os problemas acarretados pelo descarte de resíduos de forma inadequada, e reutilizando os resíduos oriundos de aulas e experimentos.

Um número significativo de especialistas em Ensino de Ciências propõe a substituição do verbalismo das aulas expositivas, e da grande maioria dos livros didáticos, por atividades experimentais como estratégia de ensino (Fracalanza et al, 1986 *apud* Giani, 2010), embora a experimentação seja apenas uma das muitas alternativas possíveis para que ocorra uma aprendizagem significativa (Giani, 2010).

Nessa mesma linha, pode-se colocar a relação entre a divisão teoria e prática, à medida que se pretende propor aos estudantes uma visão mais próxima do trabalho científico, os aspectos teoria, prática e problemas devem ser tratados como ligados estreitamente (Perez et al, 1999 *apud* Giani, 2010). Nessa perspectiva, a teoria e a prática passam a ser vistas como um processo único que possibilita a aprendizagem de conceitos científicos, habilidade técnica e ética no que diz respeito à produção de resíduos nos laboratórios.

Portanto, pretende-se estimular e incentivar o aluno a estudar química através de uma concepção metodológica mais dinâmica, com uma abordagem que permitirá, por meio do diálogo entre conceitos da química e questões ambientais, a propagação da educação ambiental entre os alunos, bem como o desenvolvimento de uma sensibilidade socioambiental, com um enfoque que busca uma perspectiva de ação holística que relaciona o homem e a natureza.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Eficiência e benefício da recuperação de metais pesados dos laboratórios de ensino

Os resíduos de metais pesados são potencialmente tóxicos quando descartados no meio ambiente sem o devido tratamento. Visando a recuperação e posterior utilização, Sari, Sotiles, Silva, Loss & Ferri (2015), realizaram o tratamento de resíduos de cobre oriundos de atividades experimentais, a partir da precipitação dos íons utilizando uma base forte, seguido de filtração e calcinação e a partir da adição de ácido sulfúrico, ocorreu a formação do sulfato de cobre. Para a determinação do grau de pureza, foi feita a varredura do comprimento de onda do cobre por espectroscopia UV-vis, seguido de uma curva padrão do reagente analítico sulfato de cobre com coeficiente de correlação de 98%. Os resíduos recuperados foram utilizados em uma solução para leitura da absorbância para a determinação da massa real. Comparando a massa teórica utilizada no preparo da solução e a massa real obtida por espectro, foi determinada a pureza do produto recuperado. O valor médio da pureza foi de $59,42\% \pm 0,06$, sendo um valor consideravelmente baixo. Todavia, o sulfato de cobre recuperado já tem sido utilizado em aulas práticas qualitativas, justificando assim, o benefício da recuperação, uma vez que além da preservação do meio ambiente, colabora para uma redução de gastos na compra de reagentes.

Bandeira (2007 apud Franco, Castro & Walter, 2015) descreve de forma sucinta as diferentes alternativas para o tratamento de resíduos contendo metais pesados, e que podem ser realizados no próprio laboratório gerador: A precipitação no qual as espécies em solução são precipitadas, utilizando geralmente algum produto químico. A técnica tem em vista aumentar o tamanho de partícula do precipitado na solução, para que os metais sedimentem e sejam retirados como lamas residuais; Outra técnica é a troca iônica, na qual se baseia no emprego de resinas sintéticas de troca iônica. Por meio de uma reação química os íons da solução se juntam, se acumulando. Também foi sugerida a técnica do processo de separação de membranas, no qual se empregam membranas sintéticas porosas com tamanho de poros tão pequenos que filtram os sais dissolvidos na água; e o tratamento eletroquímico, que se baseia em desestabilizar os contaminantes presentes do meio aquoso, mediante a passagem de uma corrente elétrica no meio. A corrente provoca reações químicas que conduz os contaminantes a um estado estável visando uma precipitação e conseqüentemente a remoção por eletroflotação (Pino 2005 apud Franco et al. 2015).

Os resíduos químicos dos laboratórios de química experimental do Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco foram tratados utilizando técnicas analíticas básicas de precipitação. Os resíduos foram tratados, a concentração de cobre foi reduzida de 238 para $0,32 \text{ mg L}^{-1}$ (Bento & Paim, 2015).

No intuito de substituir ou complementar os métodos de tratamento de resíduos contendo metais pesados, já existentes, surgem às biomassas, subprodutos agrícolas de baixo custo, como uma alternativa promissora por serem materiais adsorventes eficientes, dentre eles a casca da banana. Nesse estudo foram avaliados três tipos de cascas de banana no intuito de verificar qual apresenta maior eficiência na remoção dos metais Manganês e Cromo de soluções de Cromato de Potássio e Permanganato de Potássio nas concentrações 10, 25, 50, 75 e 100 mg

L⁻¹. O trabalho foi realizado com resíduos gerados no Centro Universitário de Belo Horizonte (Franco et al. 2015).

Foram testadas três variedades diferentes de cascas de bananas sendo elas: maçã, prata e caturra. O resultado mais satisfatório foi com a maçã que chegou a remover 90% do cromo (Cr) e o menos eficiente foi com a casca da prata, na qual removeu 80%.

Para o manganês (Mn) houve uma remoção de 96% com a casca da maçã. Com a casca da prata e caturra foram alcançados resultados semelhantes em torno de 90%.

Outro estudo na mesma linha foi feito por Rezende, Ramos, Nunes, Reis, Jesus, Pacífico e Silva (2014) utilizando sementes de acerola como bioissorvente para remoção de Cr(VI) de soluções aquosas. Este trabalho buscou avaliar a potencialidade do uso de sementes de acerola na remoção de Cr(VI), alcançando uma remoção de 66% do metal da solução.

2.2 Contextualização do tema metais pesados no ensino de química

A contextualização começou a ser utilizada a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), é descrito que “o tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo” (BRASIL, 1999, p. 91). Ainda se descreve que “é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (BRASIL, 1999, p. 94).

Na tentativa de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente e possibilitar aos alunos uma aprendizagem que não se caracterizasse somente pela simples memorização de reações e reprodução de procedimentos experimentais, Abreu, Costa, Assis & Iamamoto (2006) inseriu atividades consideradas importantes para a formação profissional, como o tratamento de resíduos e a discussão de temas que possibilitassem a contextualização de conteúdos química no ensino médio.

Com objetivo de alertar os alunos sobre a responsabilidade do químico quanto ao destino final dos resíduos gerados em suas atividades, Abreu *et al.* (2006), propuseram um experimento para reduzir Cr⁶⁺ a Cr³⁺ mostrando aos alunos que procedimentos experimentais simples podem ser adotados para passivar um resíduo potencialmente tóxico.

Na mesma linha, outros experimentos foram sugeridos aos alunos: Resíduos contendo metais pesados, como Hg²⁺ e Pb²⁺, foram precipitados na forma de seus respectivos sulfetos; Resíduos de tioacetamida são segregados para serem usados em passivações posteriores, pois o mesmo precipita com os cátions dos grupos III e IV, como por exemplo, os metais Hg²⁺ e Pb²⁺. Assim esses resíduos foram alternativamente convertidos em formas menos reativas e menos tóxicas (Abreu, *et al.* 2006).

Levando-se em consideração que a conceituação de metal e questões envolvendo química e meio ambiente são temas abordados nos livros didáticos do ensino médio, os metais pesados podem se tornar um importante tema contextualizador no ensino de química (Lima & Merçon, 2011).

Lima & Merçon (2011) realizaram um estudo contextualizando metais pesados no ensino de química, sendo alvitadas atividades didáticas, que gerariam a junção entre o tema e os

conteúdos programáticos da disciplina, tais como: resolução de situações-problema, valorizando as capacidades de julgamento e de tomada de decisão. Além disso, buscando não só a compreensão dos conceitos científicos, mas sua correlação com as aplicações tecnológicas, bem como suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Em seguida, eles sugerem que o tema também permite uma abordagem interdisciplinar em conjunto com a biologia ao se correlacionar o processo de biomagnificação com a cadeia alimentar.

2.3 Importância das atividades experimentais no ensino de química

O ensino experimental pode ter um importante papel para desmistificar uma visão distorcida que o ensino tradicional promove da ciência e apresentar ao aluno a importância do conhecimento científico para a compreensão das questões que afligem o mundo contemporâneo. A partir dos fatos do nosso dia a dia, dos meios de comunicação e da vivência dos alunos, o professor deve buscar construir o conhecimento científico de forma a proporcionar uma releitura do mundo por meio de uma evolução conceitual. De modo geral, esse tipo de ensino, contempla características principais que parecem ser compartilhadas no construtivismo, como; a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; e, as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem (Mortimer, 1996).

Outros estudiosos como Maldaner (1998 *apud* Lima, 2012) também concorda que, para o avanço da qualidade do Ensino de Química deve se buscar favorecer a experimentação como ferramenta de ensino. Esse método de alcance de conhecimentos, oportuniza ao aluno realizar uma reflexão mais crítica no que se pretende ensinar. Além de promover, o envolvimento ativo, criador e construtivo, desenvolvendo o seu conhecimento cognitivo a partir dos conteúdos abordados em sala de aula.

Seja qual for a concepção metodológica a ser adotada, os saberes desenvolvidos no ensino de Química devem ser fundamentados em estratégias que estimulem a curiosidade e a criatividade dos estudantes, despertando sua sensibilidade para a inventividade e compreendendo que esta ciência e seus conhecimentos permeiam a sua vida, estando presentes nos fenômenos mais simples do seu cotidiano (Astolfi, 1995 *apud* Lima, 2012).

Machado & Mortimer (2007) valorizam e justificam que os alunos ao se acharem com situações próximas de suas realidades, os mesmos procurarão atribuir sentido àquilo que estão vivenciando, utilizando-se dos conceitos para dar sentido ao que estão estudando, formularão suas próprias hipóteses, exercitando sua criatividade e curiosidade, articulando aquilo que está sendo ensinado com seus conhecimentos prévios. Os alunos irão congregiar os discursos e as visões de mundo que rodeiam durante as atividades sugeridas, as aulas do professor, a discussão com os colegas, as leituras etc. Dessa forma, justapondo o conteúdo à vida do aluno, aproveitará conceitos e conhecimentos prévios para sustentar o início do desenvolvimento da capacidade de interpretação da linguagem científica.

Segundo Blosser (1988 *apud* Azevedo, 2004), as atividades investigativas na qual se incluem os experimentos, devem promover aos estudantes, qualidades como: *habilidades* no sentido de manipular, organizar, investigar; *conceitos* estudando modelos teóricos, hipóteses; *habilidades cognitivas* com pensamento crítico, solução de problemas; *compreensão da natureza*

da ciência com empreendimentos científicos, cientistas e como eles trabalham, existência de multiplicidade de métodos científicos; *atitudes* como curiosidade, interesse, perseverança.

3 METODOLOGIA

De acordo com Fonseca (2002 *apud* Silveira & Córdova, 2009), a modalidade de pesquisa experimental desse trabalho foi a antes-depois, ou seja, foram analisadas amostras de soluções contendo metais pesados, para determinar valores de referências das quantidades de metais existentes nas soluções. Em seguida, as soluções foram submetidas a um tratamento específico. Após o tratamento, as soluções foram reanalisadas para constatar se o tratamento foi eficiente.

Feito o trabalho experimental, em seguida, foi realizada uma abordagem qualitativa em sala de aula, no qual foi feita uma exposição dialogada e discussão sobre as teorias de soluções. Em laboratório, no intuito de contextualizar os conceitos debatidos em sala de aula, foram trabalhados experimentos articulando os assuntos de reações químicas e soluções. Na ocasião, foi avaliado o rendimento dos alunos durante as atividades experimentais, analisando as respostas escritas (elaboradas pelos mesmos) durante as sequencias de atividades, e a participação nas mesmas (Suart, 2008).

3.1 Procedimento experimental

3.1.1 Equipamentos e reagentes utilizados

- ❖ UV – Vis Espectrofotômetro, modelo Cary 60, Série AU11370529 da Agilent Technologies;
- ❖ Agitador magnético sem aquecimento Code F203A0160, S/N 143708, 12 V, 0,6 W da marca Velp Científica;
- ❖ Agitador magnético com aquecimento modelo 78HW-1;
- ❖ Papel filtro quantitativo JP40 – Faixa Branca, permeabilidade ao ar: 26 L/s m², maioria dos poros: 25µm, marca J. Prolab;
- ❖ Sulfato de cobre (CuSO₄ . 5H₂O) da marca Dinâmica, NCM/SH 7758-99-8, com teor de pureza de 98%;
- ❖ Hidróxido de sódio (NaOH) da marca Dinâmica, NCM/SH 1310-73-2, com teor de pureza de 97%;
- ❖ Hidróxido de amônio P.A. ACS (NH₄OH) da marca Vetec, NCM/SH 126.

3.1.2 A determinação da curva padrão

Para a determinação da curva padrão foram preparadas soluções de referência contendo cobre (Cu²⁺), a partir da diluição de uma solução estoque com concentração de 24969 mg L⁻¹ preparado com reagente de sulfato de cobre (CuSO₄ . 5H₂O).

A partir da solução inicial foi preparado um volume de 100 mL da solução com a diluição da solução inicial para uma concentração de 1000 mg L⁻¹ de Cu²⁺, na qual foi adicionado 8 mL de NH₄OH (P.A.) para formação do complexo (íon tetraaminocobre (II)). Em seguida foram feitas as diluições para mais 9 soluções nas quais as concentrações variaram: 20 a 800 mg L⁻¹ de Cu²⁺. Por

fim, foram realizadas as leituras no UV-Vis para determinação da curva (Bento & Paim, 2015 p. 241).

A adição de NH_4OH em excesso, resultou em um complexo denominado “ $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ ”, que consiste no íon tetraamincobre (II), $\text{Cu}[\text{NH}_3]_4^{2+}$ (Bento & Paim, 2015, p. 239).

Com essa metodologia, foi traçada a curva analítica para o elemento cobre sendo obtido um coeficiente de correlação (R_2) superior a 0,999 (Figura 1). Trata-se de uma técnica robusta e de baixo custo em comparação com outras técnicas espectrométricas (Bento & Paim, 2015, p. 241).

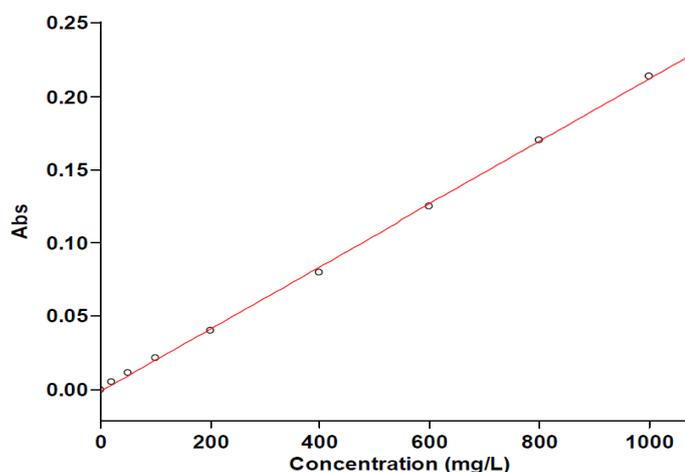
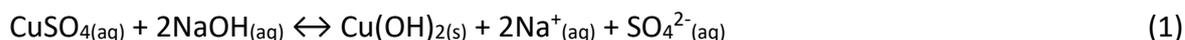


Figura 1: Curva de calibração do Cu^{2+} .

3.1.3 Tratamento dos resíduos contendo cobre

O tratamento foi feito conforme sugere Bento e Paim (2015). Antes de dar início ao tratamento, foi realizada a leitura na solução de sulfato de cobre, para verificar a concentração inicial de cobre na solução. Esse procedimento é necessário para o cálculo do volume da solução de hidróxido de sódio necessária para que ocorra a reação, além de permitir verificar a eficiência do tratamento. Em seguida, com uma pipeta volumétrica foram medidos 10 mL de solução do resíduo denominado CuSO_4 e posto em um erlenmeyer de 125 mL, na sequência com uma pipeta graduada foi adicionado 1,3 mL de solução NaOH à 3 mol.L^{-1} em banho frio com agitação em um agitador magnético sem aquecimento, Equação 1:



Em seguida, a mistura foi aquecida com agitação em um agitador magnético com aquecimento, até completa precipitação do cobre como óxido de cobre, Equação 2:



O precipitado foi separado por filtração utilizando papel filtro quantitativo e, no líquido remanescente, foi realizada a determinação de cobre por espectrofotometria de absorção molecular no UV-Vis.

3.2 Procedimentos de aplicação do experimento no ensino de química

As aulas sobre soluções e reações químicas foram ministradas em 30 horas/aulas entre teoria em sala de aula e prática em laboratório (Figura 2). As aulas experimentais foram realizadas em dois momentos, no laboratório de físico-química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – Campus Pau dos Ferros. Participaram das aulas 19 alunos do 2º ano do ensino médio da Escola Estadual Doutor José Fernandes de Melo de Pau dos Ferros/RN.

Para as aulas foram trabalhadas sugestões de estudiosos como Maldaner, Astolfi, entre outros aqui citados nesse trabalho.

Foi utilizada uma exposição dialogada de ensino, expondo e discutindo as teorias, realizando exercícios e avaliações para trabalhar os conteúdos de Soluções (Classificações das soluções; Mecanismo da dissolução; Regra da solubilidade; O fenômeno da saturação de uma solução; Curvas de solubilidade; Solubilidade de gases em líquidos; Concentração comum (C)), utilizando como recursos; quadro com lápis, apagador e livro didático.

Na aula prática sobre soluções, dividiu-se a turma em três grupos. Em seguida foi discutido o assunto de soluções já visto em aulas anteriores, até chegarmos ao momento, em que os alunos foram orientados a seguirem o roteiro a eles disponibilizado para colocar em prática a teoria estudada e aprofundar o conhecimento sobre o conteúdo de soluções, utilizando como recursos além do quadro com lápis e apagador; reagentes e vidrarias.

Durante a aula experimental foi trabalhado o preparo e diluição de soluções, sendo efetuados cálculos para determinar o volume ou a massa necessária para preparar soluções aquosas de hidróxido de sódio e sulfato de cobre, utilizando como concentração a unidade em quantidade de matéria (mol/L - mols por litro), na qual é a expressão de concentração recomendada pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) e pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac).

Na aula seguinte, a turma foi dividida em três grupos novamente. Após a divisão dos grupos foi trabalhado o conteúdo de reações químicas com uma atividade de recuperação do cobre em forma de óxido. Através de uma visão macroscópica, foi percebido o que acontece no momento em que ocorre uma reação e, posteriormente foram classificadas as reações ocorridas. Como forma de contextualização do conteúdo, foi sugerido o tratamento dos resíduos produzidos da aula anterior, utilizando como recursos além do quadro com lápis e apagador; reagentes, vidrarias e equipamentos.

Para o registro das aulas e avaliação da evolução dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto de preparo e diluição de soluções e reações químicas, foi solicitada a resolução de questionamentos sobre os assuntos envolvidos e das atividades realizadas e a participação nas atividades. Vale salientar que na primeira etapa das aulas experimentais os questionamentos foram respondidos em grupos, e entregue uma atividade por equipe. Na segunda aula prática, os alunos trabalharam em grupo, porém foi solicitado que cada aluno entregasse as respostas dos questionamentos a eles colocados.



Figura 2: Fluxograma das aulas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados nesse trabalho serão descritos em partes: No tópico 4.1 será descrito o resultado do experimento da recuperação do cobre. Na parte 4.2 será descrito os resultados da aplicação das aulas, utilizando os sub-tópicos 4.2.1 para a aula de preparo e diluição de solução e 4.2.2 para aula de reações químicas, na qual foi utilizado o experimento realizado nesse trabalho.

4.1 Tratamento dos resíduos contendo cobre

A solução contendo resíduos de CuSO_4 foi tratada, em meio alcalino, com adição de NaOH , formando inicialmente um precipitado de $\text{Cu(OH)}_{2(s)}$. Após verificação da formação do precipitado dentro da solução, a mesma foi aquecida até a formação de um novo precipitado de cor preta. Para finalizar o tratamento, o precipitado foi filtrado e posto a secar resultando no óxido de cobre (CuO) (Figura 3).



Figura 3: Óxido de cobre recuperado.

Foram realizadas análises qualitativas nos resíduos líquidos antes e após o tratamento, empregando espectrometria de absorção molecular na região UV-Vis. Os espectros obtidos com as amostras de resíduos eram bem distintos, conforme mostra Figuras 4 e 5:

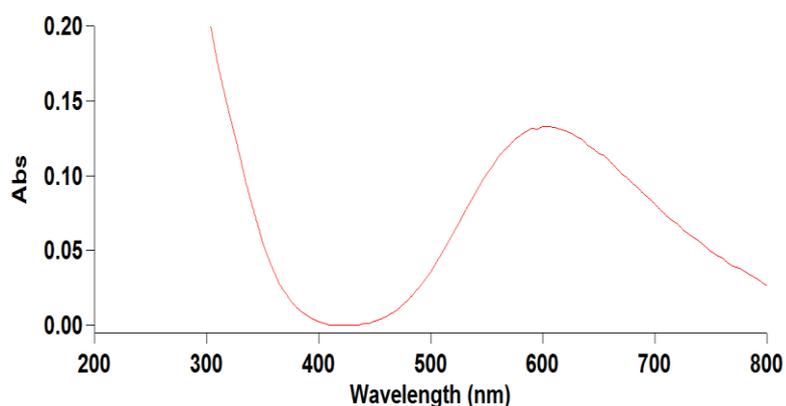


Figura 4: Gráfico mostrando o espectro antes do tratamento do resíduo de CuSO_4 .

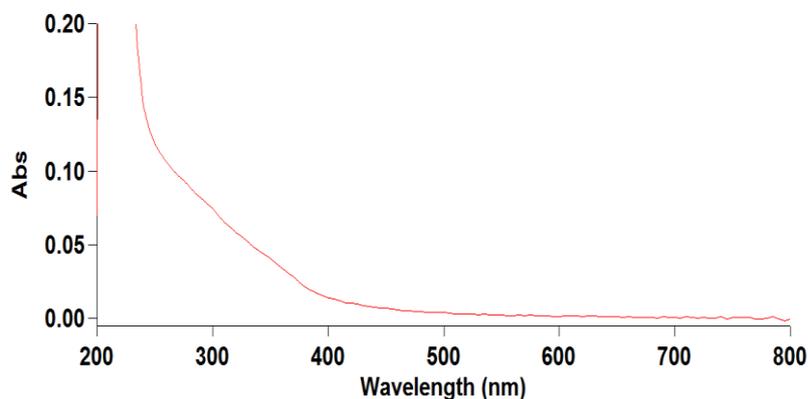


Figura 5: Gráfico mostrando o espectro após o tratamento do resíduo de CuSO_4 .

De acordo com a Figura 4, observa-se que o resíduo de cobre apresentava um sinal bastante pronunciado na região do visível, em 605 nm. Após o tratamento (Figura 5) esse sinal não é observado, indicando que ocorreu a recuperação do cobre para uma concentração abaixo do ponto de detecção do equipamento.

Também, foram feitas análises da concentração da solução contendo cobre antes e após o tratamento no UV-Vis. A concentração da amostra antes do tratamento era de 24.969 mg/L

(Figura 6a). Após o tratamento foi feita leitura final com o líquido extraído da filtragem, a mesma apresentou um resíduo de 107 mg/L (Figura 6b).

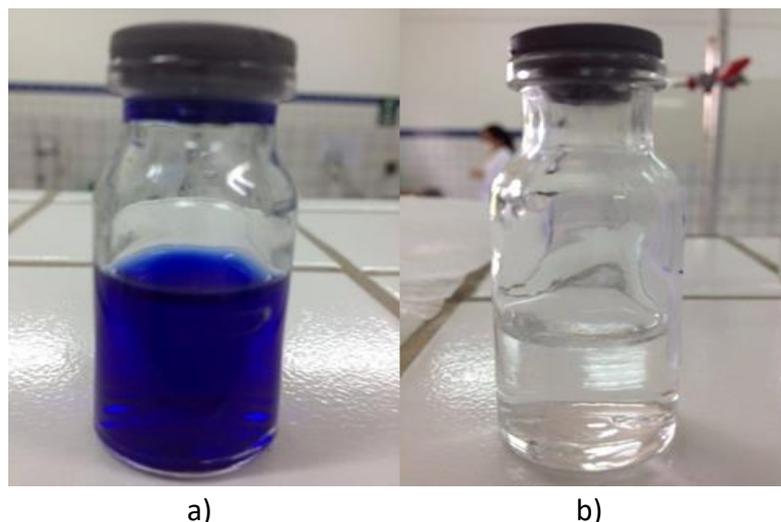


Figura 6: Solução de CuSO_4 – a) Antes do tratamento: o resíduo apresentava cor azul em virtude dos íons cobre (Cu^{2+}), quanto mais intensa estiver a cor, mais concentrada; b) Após o tratamento: não pode ser percebida a olho nu, concentração de íons cobre (Cu^{2+}).

Quanto ao líquido remanescente, com o resultado alcançado no experimento, o mesmo deverá receber um novo tratamento para ser descartado no meio ambiente. Pois, de acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) através da resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, Seção II - Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, no seu Art. 16 que orienta que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo”, ou seja, conforme os padrões de lançamento de efluentes, que estabelece como valor máximo no caso do cobre, a concentração para descarte deste metal, seja de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

4.2 Aplicação da aula

As aulas foram elaboradas, para despertar nos alunos, a consciência da importância do descarte de resíduos de forma responsável, para o meio ambiente. Para isso inicialmente foram produzidos resíduos em uma aula de preparo de soluções, e em outro momento foi tratado o resíduo que havia sido produzido, trabalhando o conteúdo de reações químicas.

4.2.1 Aula sobre o conteúdo de soluções

A forma como foi trabalhado os conteúdos e as atividades realizadas faziam com que os alunos exercitassem a pesquisa através do seu livro didático e obtivessem bom aproveitamento nas aulas.

A articulação entre a teoria e a prática fez com que fosse despertada a curiosidade nos alunos, e os mesmos interagissem de forma muito proveitosa. Na realização da prática os alunos participaram ativamente dos procedimentos metodológicos, desde a necessidade da realização dos cálculos até a execução das atividades técnicas (Figura 7).



Figura 7: Grupos em trabalho na aula de soluções

Foi percebida a participação de todos, nas respostas aos questionamentos, a eles colocadas, no final do experimento. Segue abaixo as respostas das questões sugeridas (Figuras 8, 9, 10), e transcrição dos questionamentos e das respostas da atividade feita por um dos grupos.

GRUPO B

Preparo de solução com soluto sólido e solvente líquido:

- 1- Apresente os cálculos utilizados para a preparação de 50 mL da solução 0,1 mol/L de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:

$$m_1 = ?; V = \frac{50}{1000} = 0,05 \text{ L}; M = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{m_1}{MM \times V(L)} \Leftrightarrow m_1 = M \times MM \times V(L)$$

$$m_1 = 0,1 \text{ mol/L} \times 249,69 \text{ g/mol} \times 0,05 \text{ L}$$

$$m_1 = 1,24845 \text{ g}$$

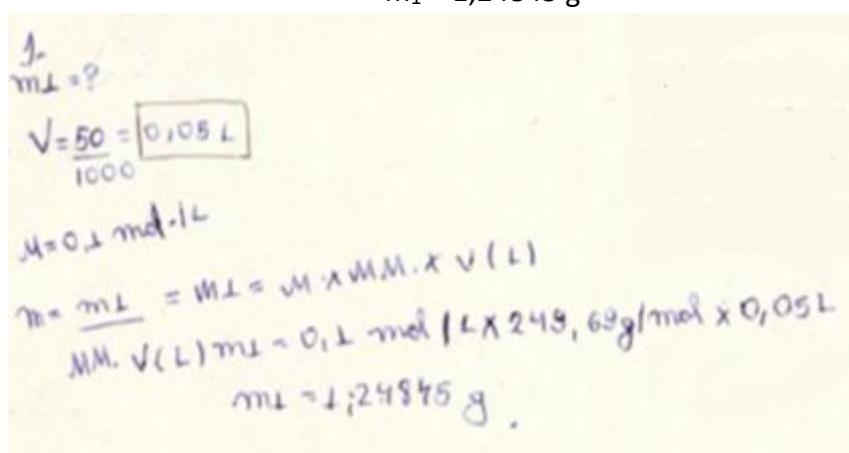


Figura 8: Resposta descrita pelos alunos da questão 1. (M = concentração molar; m_1 = massa do soluto; V(L) = volume em litro; MM = massa molar do soluto).

- 2- Apresente os cálculos utilizados para a diluição solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ preparada anteriormente para 0,05 mol/L:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$0,1 \text{ mol/L} \times V_1 = 0,05 \text{ mol/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,05 \text{ mol/L} \times 50 \text{ mL}}{0,1 \text{ mol/L}}$$

$$V_1 = \frac{2,5 \text{ mL}}{0,1} = 25 \text{ mL de CuSO}_4$$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
 $0,1 \text{ mol/L} \times V_1 = 0,05 \text{ mol/L} \times 50 \text{ mL}$
 $V_1 = 0,05 \text{ mol/L} \times 50 \text{ mL}$
 $0,1 \text{ mol/L}$
 $V_1 = 2,5 \text{ mL} = 25 \text{ mL de CuSO}_4$
 $0,1$

Figura 9: Resposta descrita pelos alunos da questão 2. (Observação: M_1 = concentração molar inicial da solução; V_1 = volume inicial de solução, que era necessário para preparar a solução na concentração desejada; M_2 = concentração molar a qual se desejava preparar; V_2 = volume da solução, no qual se desejava preparar).

3- Descreva, incluindo as vidrarias utilizadas no processo, como você procederia preparar 250 mL de uma solução 0,02 mol/L de NaCl (considere 100% de pureza):

$$m_1 = ?; V = 250 \text{ mL} \leftrightarrow \frac{250}{1000} = 0,25 \text{ L}; M = 0,02 \text{ mol/L.}$$

$$m_1 = M \times MM \times V(L)$$

$$m_1 = 0,02 \text{ mol/L} \times 58,44 \text{ g/mol} \times 0,25 \text{ L}$$

$$m_1 = 0,2922 \text{ g}$$

“Para preparar a solução de sulfato de cobre, consultar, no rótulo ou na tabela periódica, qual a massa molar (em g/mol) do sal. De posse dessas informações:

Calcule a massa de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ necessária para preparar 250 mL de solução 0,02 mol/L.

$$M = \frac{m_1}{MM \times V(L)}$$

Pese a quantidade calculada de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ em um béquer de 100 mL. Acrescente um pequeno volume de água destilada ao béquer, dilua com auxílio de um bastão de vidro e transfira o sal dissolvido para um balão volumétrico de 50 mL.

Complete o volume da solução com água destilada até a marca da aferição do balão (menisco). Tampe e agite o balão volumétrico para a completa homogeneização”.

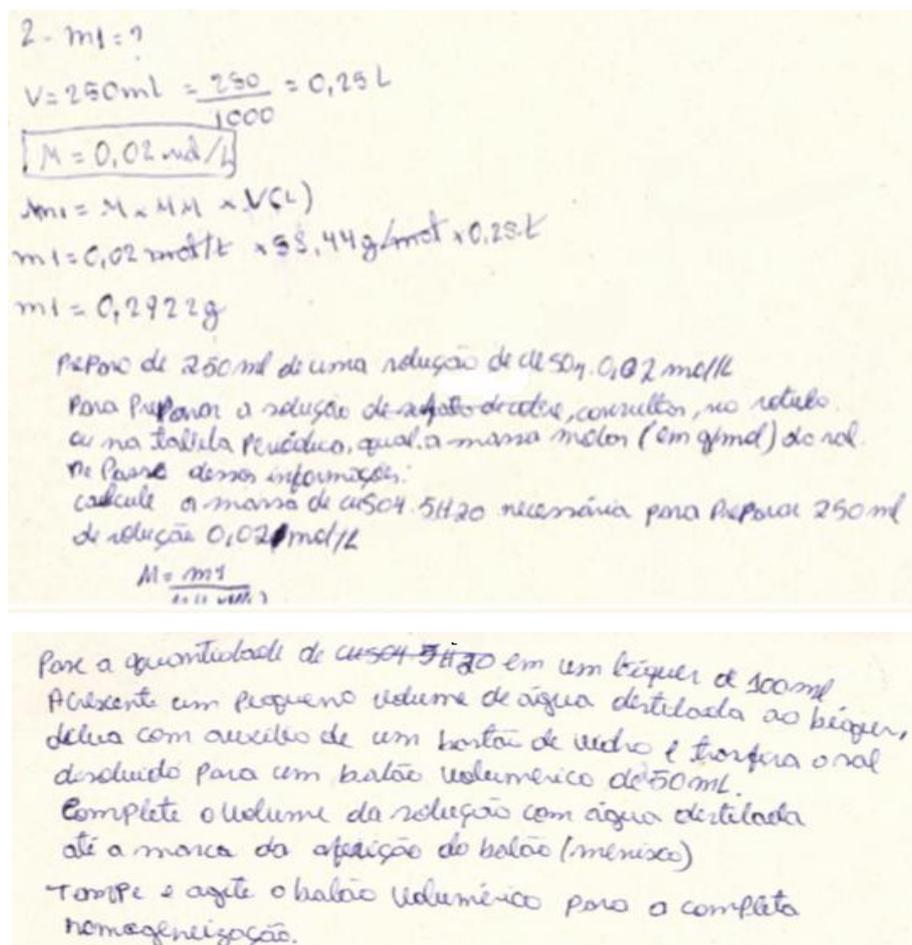


Figura 10: Resposta descrita pelos alunos da questão 3

Considerações da aula de preparo e diluição de solução

As questões 1, 2 e 3 fazem parte do procedimento sugerido para que os alunos aprofundassem o conteúdo já estudado. Assim, foi trabalhado o preparo de solução utilizando a concentração em quantidade de matéria (mol/L) e como fazer a diluição de solução.

As questões 1 e 2 foram respondidas pelos os grupos A, B e C de forma coerente. Na questão 3, percebeu-se que houveram alguns equívocos na parte da escrita do procedimento. Notou-se que os alunos transcreveram o procedimento de preparo de soluções trabalhado anteriormente de CuSO_4 . Apesar da semelhança entre os procedimentos, o reagente a ser preparado era o NaCl .

4.2.2 *Aula de reações químicas*

Na segunda etapa da aplicação do trabalho foi sugerida uma revisão sobre o assunto de reações químicas em uma aula experimental no laboratório de físico-química do IFRN, para tanto foram utilizados os recursos; reagentes e materiais necessários à atividade, quadro com lápis e apagador.

Os alunos participaram ativamente dos procedimentos metodológicos (Figura 11). Foi colocada uma situação aos alunos, que favorecesse o grupo a interpretar as etapas do

procedimento experimental, estimulando atitude nos mesmos e a curiosidade no que se ocorria durante as mudanças ocorridas no processo da recuperação do cobre.



Figura 11: Aula de reações químicas no laboratório

No final do experimento foi sugerido aos alunos, a resolução de questionamentos, como forma de avaliar a compreensão dos alunos no que se refere à contextualização da prática com a teoria.

Segue abaixo a transcrição dos questionamentos e das respostas da atividade feita pelos alunos e entregue individualmente.

REAÇÕES QUÍMICAS	
1) Cite as evidências percebidas na ocorrência das reações química, nas etapas da recuperação do cobre realizadas.	
2	A solução mudou de cor.
3	O cobre passou pelas reações químicas, era azul e ficou preto.
12	Coloração mais forte: Azul, verde claro e preto. A solução mudou de cor várias vezes ate chegar a meta que era a cor preta.
14	As reações químicas do cobre. Eu percebi que mudou de cor, que passou pelo processo de resfriamento e de aquecimento e que ficou preto no final.

Quadro 1: Respostas da questão 1

Baseado na resposta dos alunos na primeira pergunta (Quadro 1), percebe-se que os mesmos estavam atentos no processo de recuperação do cobre, pois, perceberam que houve reações com mudanças na coloração durante o processo.

REAÇÕES QUÍMICAS	
2) Observando as equações das reações ocorridas para recuperação do cobre, o que acontece quando uma substância reage? Ela some?	
2	Ela não some. Houve uma dupla troca que ocorre quando dois compostos reagem, permutando entre si dois elementos ou radicais e dando origem a dois novos compostos.
8	Eles não sumiram, se reagiram entre si, se rearranjando trocando de lugares.
10	Diante de cada procedimento houve troca de elementos.
11	Ela some a maior parte do reagente e aparece em forma de decomposições de cobre
14	Não. Não somem, eles regiram entre si trocando de lugar.

Quadro 2: Respostas da questão 2

Nas respostas da segunda pergunta (Quadro 2), de modo geral eles conseguiram interpretar que durante as reações ocorridas os elementos não somem, ocorrendo um rearranjo dos elementos conforme descreve a Lei de Lavoisier e com a Teoria Atômica de Dalton. Quando

uma reação química é realizada num recipiente fechado, a massa dos produtos é igual à massa dos reagentes e átomos não são criados nem destruídos numa reação química, mas sim rearranjados (Reis, 2013).

REAÇÕES QUÍMICAS	
3) Com base no que vimos na teoria e no conhecimento de Química, classifique as reações ocorridas no experimento em: síntese ou decomposição, simples troca ou dupla troca.	
1	Equação 1: $\text{CuSO}_{4(aq)} + 2 \text{NaOH}_{(aq)} \leftrightarrow \text{Cu(OH)}_{2(s)} + 2 \text{Na}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$ (1) Classifica-se em reações de dupla-troca. Equação 2: $\text{Cu(OH)}_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{CuO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ (2) Classifica-se em reação de análise ou de decomposição
2	Equação 2: $\text{Cu(OH)}_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{CuO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ (2) Classifica-se em reação de análise ou de decomposição
3	Foram dupla-troca
11	Dupla troca porque foi realizada em dois momentos, conseguiu-se recuperar o cobre.

Quadro 3: Respostas da questão 3

Por último, as respostas questão 3 (Quadro 3) deixa a ideia que, para os alunos, existem classificações para as os diversos tipos de reações. No entanto, não conseguiram classificar as reações descritas no processo de recuperação do cobre de acordo com diversos autores como (Peruzzo (2006), Feltre (2008) & Reis (2013)). Vejamos que eles perceberam a existência de reações: o aluno 1 respondeu exatamente com as reações ocorridas no processo. Os alunos 2, 3 e 11, entenderam que houveram reações mais não descreveram as duas reações. Nesse ponto, seria interessante fazer outras atividades, no intuito de aprimorar os conhecimentos almejados para essa questão.

5 CONCLUSÃO

Nesse trabalho a educação ambiental foi trabalhada de modo contextualizado com os conteúdos de soluções e reações químicas, utilizando como situação problema a produção de resíduos e recuperação dos mesmos.

Com o tratamento realizado foi alcançado um índice de recuperação de 99,5% do cobre existente na solução e, o óxido de cobre recuperado poderá ser utilizado para novas aulas práticas.

Quanto ao líquido remanescente, com o resultado alcançado no experimento, o mesmo deverá receber um novo tratamento para ser descartado no meio ambiente, por não estar de acordo com os padrões de lançamento de efluentes, que estabelece como valor máximo, no caso do cobre, a concentração para descarte deste metal, seja de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Em relação ao experimento, além dos resultados alcançados da recuperação, foi muito importante para que o professor tivesse um maior domínio sobre as etapas do procedimento. Desse modo, nas aulas ministradas, o professor apresentou uma maior habilidade na contextualização dos conteúdos.

As questões colocadas aos alunos, avaliada de modo geral, permite estimar que os mesmos responderam bem a tentativa de promover uma aprendizagem mais concreta da ciência, visto que, foi possível avaliar que as questões a eles colocadas foram respondidas de forma coerente com o conteúdo estudado e as práticas trabalhadas, e relacionados com o

conhecimento prévio que os alunos possuíam sobre os conteúdos de soluções e reações químicas.

A metodologia trabalhada com os alunos, promoveu qualidades como: *habilidades* no sentido de manipular e organizar, pois foram capazes de preparar as soluções sugeridas; *habilidades cognitivas* estudando modelos teóricos, visto que eles tiveram que compreender as equações e reações envolvidas no preparo das soluções, e outros conhecimentos a eles colocados no final dos experimentos; *atitudes* com a solução de problemas, pois foi sugerido o preparo de uma nova solução, onde os mesmos demonstraram interesse em solucionar o novo problema.

Pode se dizer ainda, que a contextualização e a experimentação, consiste em um recurso pedagógico capaz de contribuir para a construção de conhecimentos, pois foi retirado o aluno da condição de espectador passivo. Durante as aulas, os alunos discutiam os processos que ocorriam no experimento de forma muito pertinente e proveitosa, sendo adquiridos conhecimentos espontaneamente, sem a “pressão” na qual eles são expostos nas aulas tradicionais. Nas aulas tradicionais é criada uma situação educativa, definida pelo um professor supostamente dotado de saber, regularmente em contato com os alunos, cuja a presença é obrigatória, e que se supõe estar aprendendo, lhes ensinando um conteúdo socialmente pré-determinado, por meio de uma série de decisões tomadas em situação de urgência e para alcançar metas.

6 REFERÊNCIAS

- Abreu D. G., Costa, C. R., Assis, M. D. & Yamamoto, Y. (2006). Uma Proposta para o Ensino da Química Analítica Qualitativa. *Química Nova*, Ribeirão Preto - SP, volume 29, número 6, pp. 1381-1386.
- Azevedo, M.C.P.S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P., Azevedo, M. C. P. S., Nascimento, V. B., Cappechi, M. C. M., Vannutchi, A. I., Castro, R. S., Pietrocola, M., Vianna, D. M. & Araújo, R. S.. *Ensino de Ciências: unindo pesquisa e prática: (19-33)*. São Paulo: Thompson.
- Bento, W. A. S. e Paim, A. P. S. (2015). Tratamento dos resíduos de cobre, prata, chumbo, cromo e permanganato de potássio gerados em laboratório de ensino de Química da UFPE. *Ambiência*, Guarapuava (PR), volume 11, número 1, pp. 237 – 246.
- Brasil (1999). Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC; SEMTEC.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2011). Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério do Meio Ambiente*, Brasília, número 92, pp. 89.
- Druzian, E. T. V. & Santos, R. C. (2006). Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA): Buscando uma Resposta para os Resíduos de Laboratórios das Instituições de Ensino Médio e Profissionalizante. *Revista Liberato*, Rio Grande do Sul, v. 7, n. 7.
- Feltre, R. (2008). *Química geral*. São Paulo: Moderna.
- Franco, C. C., Castro, M. M. & Walter, M. E. (2015). Estudo das cascas de banana das variedades

- prata, caturra e maçã na biossorção de metais pesados gerados pelos efluentes dos laboratórios do Centro Universitário de Belo Horizonte. *E-xacta*. Belo Horizonte, volume 8, número 1, pp. 99-115.
- Giani, K. (2010). *A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa*. (190 f. Dissertação de Mestrado em Ciências). Universidade de Brasília, Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação, Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Brasília, DF.
- Jardim, W. F. (1998). Gerenciamento de resíduos químicos em laboratório de ensino e pesquisa. *Química Nova*, São Paulo – SP, volume 21, número 5, pp. 671-673.
- Lima, O. G. J. (2012). Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. *Revista espaço acadêmico*, número 136.
- Lima, V. F. & Merçon, F. (2011). Metais Pesados no Ensino de Química. *Química nova na escola*, São Paulo – SP, volume 33, número 4.
- Machado, A. H. & Mortimer, E. F. (2007). Química para o Ensino Médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: Zanon, L. B. & Maldaner, O. A. (Org.). *Fundamentos e Pressupostos de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil* (pp. 21-41). Ijuí: Unijuí.
- Mortimer, E.F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre - RS, volume 1, número 1, pp. 20-39.
- Peruzzo, F. M. (2006). *Química na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna.
- Reis, M. (2013). *Química 2: Ensino Médio*. São Paulo: Ática.
- Rua, E. R. & Souza, P. S. A. (2010). Educação Ambiental em uma Abordagem Interdisciplinar e Contextualizada por meio das Disciplinas Química e Estudos Regionais. *Química nova na escola*, São Paulo – SP, volume 32, número 2, pp. 95-100.
- Sari, R., Sotiles, A. R., Silva, L. D., Loss, E. M. S. & Ferri, A. V. (2015). Determinação da pureza de sulfato de cobre recuperado das aulas práticas de química, *Synergismus Scientifica UTFPR*, Pato Branco, volume 10, número 1, pp. 37-43.
- Silveira, D.T. & Córdova, F.P. (2009). A pesquisa científica. In: Gerdhardt, T. E. & Silveira, D. T. (Orgs.). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre, RS: UFRGS.
- Suart, R. C. (2008). *Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas*. (218f. Dissertação Mestrado em ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto de Biociências, São Paulo.