

CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS NOS CAMINHOS PARA CONTEXTUALIZAR A ESTEQUIOMETRIA

CONVERGENCES AND DIVERGENCES IN THE PATHWAYS TO CONTEXTUALIZE STOICHIOMETRY

Rodrigo Mota Santos¹
Ana Valéria Santos de Lourenço²

Resumo

Este artigo apresenta diferentes abordagens traçadas na tentativa de contextualizar o ensino de estequiometria. A contextualização do ensino de química tem como objetivo fomentar a capacidade do aluno, enquanto cidadão, de racionalizar atitudes críticas e condizentes, perante os mais variados eventos que ocorrem na vida em sociedade e que demandam conhecimento químico para seu entendimento. Com o objeto de compreender as diferentes maneiras de contextualizar o ensino de estequiometria, buscando averiguar as convergências e divergências, esse artigo selecionou dois artigos com propostas de ensino com abordagens diferentes (A e B) e, comparou-as. Foram utilizadas as proposições apresentadas por Bardin na análise de conteúdo, na construção das categorias e nas posteriores inferências e interpretações. Dos documentos analisados, emergiram quatro categorias em comum: conceitos de estequiometria, cotidiano, experimentação e atividades avaliativas, tidas como importantes para que se obtenha um ensino contextualizado. As propostas divergem na forma na qual as categorias são articuladas, apresentando diferentes graus de contextualização. A proposta A se sobressaiu por ter possibilitado um ensino questionador e instigante para seus alunos aproximando-se de uma contextualização pela compreensão da realidade social. Enquanto que a proposta B, embora carecesse no aprofundamento do conteúdo explicitado, permitiu elevar a participação de seus alunos e apresentou uma contextualização científica de fatos e processos. Por fim, não se pode inferir que os resultados obtidos estão relacionados diretamente com as características das abordagens pedagógicas selecionadas, pois se deve considerar também a formação dos autores, a concepção de ensino-aprendizagem, experiência em sala de aula entre outras possíveis variáveis influenciadoras na execução das propostas.

Palavras-chave: Contextualização. Ensino de Química. Estequiometria. Propostas de Ensino.

Abstract

This work presents different paths traced in the attempt to contextualize the teaching of stoichiometry. The contextualization of the teaching of chemistry aims to foster the capacity of the student as a citizen to rationalize critical and responsible attitudes in face of the most varied events that occur in life in society and that demand chemical knowledge for its explanation. In order to understand the different ways of contextualizing the teaching of stoichiometry, searching for convergences and divergences, this article compared two proposals with different approaches. It used the propositions presented by Bardin in the analysis of content in the construction of the categories and in the later inferences and interpretations. Four common categories emerged from the documents analyzed: concepts of stoichiometry, daily life, experimentation and evaluation activities, considered important for contextualized teaching. The proposals differ in the way in which the categories are articulated, presenting different degrees of contextualization. Proposal A stood out because it made possible a questioning and instigating teaching for its students approaching a contextualization by the understanding of the social reality. While proposal B, although lacking in the deepening of the explicit content, nevertheless allowed to increase the participation of its students and presented a scientific context of facts and processes. Finally, it can't be inferred that the results obtained are directly related to the characteristics of the pedagogical approaches selected, since one must also consider the authors' formation, the teaching-learning conception, classroom experience among other possible influencing variables in the implementation of the proposals.

Keywords: Contextualization. Chemistry teaching. Stoichiometry. Teaching Proposals.

¹ Universidade de São Paulo.

² Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

Olhares Para a Contextualização do Ensino de Química

Ao buscarem definir a palavra contextualização para nortear o estudo de como os livros didáticos de química abordam o tema, os autores Wartha e Alário (2005), não encontraram uma correspondência direta. Como resultado, obtiveram a palavra contextualizar como termo equivalente, o qual tem significado de “enraizar uma referência em um texto, de onde fora extraída, e longe do qual perde parte substancial de seu significado” (WARTHA; ALÁRIO, 2005, p. 43). Compreende-se uma relação de indissociabilidade existente entre uma dada referência com a preservação de seu significado original. Um determinado tema, portanto, só fará sentido naquele meio para qual fora inicialmente designado.

A contextualização tem potencial de viabilizar ao estudante a construção de significados sobre um dado objeto, quando este é atrelado ao contexto da sua realidade de vida, possibilitando a incorporação crítica de novos valores, opiniões e posicionamentos aos conhecimentos científicos-escolares. Tendo em vista a possibilidade de um maior entendimento acerca do funcionamento do mundo a sua volta, o estudante passa a compreender a Ciência como uma construção social, moldada pelos interesses da sociedade e a manipular criticamente o conhecimento científico-escolar construído (SANTOS, 2007).

No ensino de química, espera-se que a contextualização amplie as discussões em sala de aula, que versem sobre conflitos de interesse, construção histórica, questionamentos de cunho ambiental, tecnológico, político, cultural, econômico e ético que permeiam a química (WARTHA; ALÁRIO, 2005). Assim, viabiliza-se ao estudante condições para que desenvolva a sua capacidade de reflexão e argumentação para que possa se posicionar perante os mais variados eventos que ocorrem em sociedade; com a aproximação do conteúdo científico escolar com seu cotidiano de vida, o estudante pode vir a apropriar-se de sua própria cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

Porém, alerta-se para que a contextualização não seja reduzida meramente a exemplificações ou curiosidades científicas com o intuito de motivar os estudantes de maneira simplória sem explicitar a real complexidade e as interlocuções do conhecimento químico para com o mundo. Os livros didáticos analisados, a principal ferramenta de trabalho dos professores, apresentaram um enfoque pobre na contextualização do conhecimento químico. Apresentaram uma abordagem desvinculada de discussões, o que dificulta um posicionamento ativo do aluno e sua participação como um sujeito crítico pertencente à sociedade (WARTHA; ALÁRIO, 2005).

Considera-se que, para ser considerado cidadão, o sujeito deva ser capaz de tomar decisões críticas, entendendo as relações de consequência atribuídas às suas escolhas. Em outras

palavras, o ensino de química preza por um posicionamento protagonista do sujeito enquanto estudante.

[...] o objetivo básico do ensino de química para formar o cidadão compreende a abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente na sociedade, tomando decisões com consciência de suas conseqüências. Isso implica que o conhecimento químico aparece não como um fim em si mesmo, mas com objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 29).

A elucidação de criticidade descrita por Santos e Schnetzler (1996) auxilia no entendimento de que contextualizar o conteúdo de química utilizando apenas curiosidades científicas não abrange o requisito básico da compressão, por parte do aluno, dos efeitos de suas ações, inviabilizando a construção eficaz de cidadania por meio dessa estratégia de ensino. Como a química possui uma notória presença na vida em sociedade (presente nos alimentos, produtos de beleza, roupas, *smartphones*, produtos de limpeza e em todos os outros materiais) ao articular o conteúdo com esse meio social, favorece-se ao estudante o desenvolvimento do senso crítico, se gerido por meio de uma efetiva contextualização (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

O ensino de estequiometria, tradicionalmente, é realizado de forma puramente representacional. E, para o entendimento deste conteúdo o aluno compreender tanto as representações químicas quanto as transformações químicas, perpassando do macroscópico para o microscópico. Santos e Silva (2013) ao realizarem uma pesquisa bibliográfica sobre o estado da arte das principais dificuldades encontradas no ensino de estequiometria, ressaltam justamente como obstáculos de aprendizado o pensamento abstrato e a transição entre os níveis de representação microscópica, macroscópica e simbólico da química. Dentre os tópicos que encontram dificuldades, pode-se citar a manipulação matemática, o conceito de quantidade de matéria e no entendimento da Constante de Avogadro.

A estequiometria ou o cálculo estequiométrico:

[...] é a parte da química que estuda a quantidade de matéria envolvidas em uma reação química [...] A interpretação correta de uma equação de reação química é fundamental para o estudo dos cálculos que determinam as quantidades de substâncias envolvidas (BELTRAN; CISCATO, 1999 apud COSTA; SOUZA, 2013, p. 110).

Dado que o processo de formação do aluno no Ensino Médio possui também como objetivo a formação de um cidadão crítico, capaz de interpretar o mundo que o cerca, a estequiometria exige o domínio da leitura e escrita científica, além de requerer uma abstração para o ensino deixar de ser centrado apenas na parte representacional e de memorização.

Sendo o professor o responsável por mediar o ensino, julga-se necessário investigar as concepções de contextualização que carregam consigo. Ao pesquisarem o entendimento sobre a dimensão social que a química pode oferecer, Santos e Mortimer (1999) descreveram um aspecto animador. Expuseram o aumento da participação dos alunos nas aulas daqueles professores que trabalharam, mesmo de forma simplória, com a contextualização. Segundo o relato, houve a motivação pela turma nas discussões geradas e, a relação aluno-professor, antes tímida, melhorou.

Observou-se, também, que as discussões facilitaram a aprendizagem, tanto pelo ensino aproximar-se de uma prática contextualizada quanto pelo aumento do processo dialógico em sala de aula, mínimo em abordagens tradicionais (conteudistas e com pouca ou nenhuma contextualização). Para atingirem esses avanços, desenvolveram uma série de atividades não usuais em suas aulas de química. A mudança da prática de ensino, distanciada da abordagem tipicamente tradicional, mostra-se capaz de favorecer as habilidades de questionamento, julgamento e ação dos alunos.

As concepções de um grupo de professores sobre o que é a contextualização foi objeto de estudo para Silva e Marcondes (2010). Ao final da intervenção proposta os autores descrevem quatro visões da contextualização emergidas no grupo (quadro 1).

Quadro 1 – Concepções e ideias de contextualização

Concepções apresentadas	Ideia de contextualização
Aplicação do conhecimento químico	Contextualização como apresentação de ilustrações e exemplos de fatos do cotidiano ou aspectos tecnológicos relacionados ao conteúdo químico que está sendo tratado.
Descrição científica de fatos e processos	Os conhecimentos químicos estão postos de modo a fornecer explicações para fatos do cotidiano e de tecnologias, estabelecendo ou não relação com questões sociais. A temática está em função dos conteúdos.
Compreensão da realidade social	O conhecimento químico é utilizado como ferramenta para o enfrentamento de situações problemáticas, o conhecimento científico está em função do contexto sócio-técnico.
Transformação da realidade social	Discussão de situações problemas de forte teor social, buscando sempre, o posicionamento e intervenção social por parte do aluno na realidade social problematizada. Os conteúdos estão em função da problemática em estudo.

Fonte: Adaptado de Silva e Marcondes (2010).

Os autores observaram a predominância da ideia de contextualização como aplicação do conhecimento químico, ao ponto que nem fora citada a concepção de transformação da realidade social, essa possuindo um forte apelo de intervenção do meio social. Nota-se certa resistência de conceber a contextualização de maneira integrada entre os conceitos científicos e a sociedade.

Pela visão dos professores: “a contextualização tem um único propósito, que é ensinar conteúdos de química” (SILVA; MARCONDES, 2010, p. 109). Ou seja, a contextualização não é vista como uma possibilidade de transgredir o conteúdo básico e associar-se com as questões atuais presentes na cotidiano a qual o aluno está inserido.

O ensino de química tem a pretensão de formar cidadãos participantes na construção conjunta do seu entorno, começando pela a escola, ficando esclarecida a inevitabilidade de pensar em aulas e propostas de ensino articuladas com conhecimento de maneira integrada e interdisciplinar, priorizando a ação e reflexão. Assim, o futuro cidadão provido de consciência sobre sua responsabilidade social poderá, embasado cientificamente, contribuir de maneira significativa em intervenções que demandem do saber químico, como, por exemplo, os conhecimentos de óxido-redução possibilitam a compreensão sobre a conservação dos alimentos, que por sua vez, embasam o julgamento de futuras escolhas (CRISTINA et al., 2016).

A Contextualização pela Ciência, Tecnologia e Sociedade

Segundo Auler e Bazzo (2001), o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu entre as décadas de 60 e 70 devido a necessidade de se discutir os efeitos acarretados pelos avanços tecnológicos e científicos da época, assim como o avanço da degradação do meio ambiente e as contínuas guerras, tornando-se alvo de um olhar político e mais crítico.

No ensino de Ciências são inseridas reflexões sobre as inter-relações entre a temática de ciência e tecnologia, trazendo como objetivos educacionais a participação ativa do estudante, em contraponto das abordagens pedagógicas tradicionais.

[...] ao ensino de Ciências com enfoque CTS, delega-se a função de preparar os futuros cidadãos a participarem ativamente no processo democrático de tomada de decisões na sociedade. Para tal, objetiva-se que os alunos possam compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; desenvolver a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos (SILVA, 2007, p. 21).

Infelizmente, algumas dificuldades são aparentes na tentativa da inserção do movimento CTS nas aulas de ciências da natureza; as dificuldades dizem respeito ao escasso material didático disponível, a formação inicial dos professores em vigor na qual se distanciam da interdisciplinaridade, questões acerca das políticas educacionais, a falta de compreensão dos professores sobre o movimento e o atual esquema do conteúdo programático (AULER; BAZZO, 2001, p. 2).

Complementando sobre o papel do professor nas aulas de Ciências da Natureza, Teixeira (2003) descreve que sua posição perante a sala de aula tem que ser diferente no movimento CTS. O perfil do professor deverá ser de um organizador do espaço de aula e das atividades desenvolvidas fornecendo subsídios para um ambiente de participação ativa dos estudantes. Assim, o professor passa de um detentor do conhecimento para um mediador do processo de aprendizagem.

O movimento CTS possui uma organização de ação a ser seguida. A aula pautada nesse movimento é estruturada e a dinâmica não é inflexível, portanto, é plausível de sofrer adaptações. Insere-se uma problemática retirada da sociedade e posteriormente uma tecnologia relacionada ao tema é discutida. Os conteúdos trabalhados são definidos a partir do tema proposto e em seguida, com o aporte dos novos conhecimentos, uma nova análise da tecnologia é tratada e volta-se a pensar na problemática inicial. Outros aspectos do ensino recebem atenção dentro do movimento CTS, como a discussão de questões da natureza da ciência, o trabalho do cientista e a neutralidade das ciências, que usualmente não entram em pauta em um ensino comumente conteudista (TEIXEIRA, 2003).

Silva (2007) discorre sobre a contextualização na proposta do CTS que provém do seu caráter interdisciplinar, ao analisar a ciência e tecnologia de diferentes pontos de vista e sempre voltados para os aspectos sociais. Essa visão ampliada permite a contextualização porque trabalha com problemas e até mesmo com as consequências das próprias ações, articulando as questões das mais simples até mais complexas. Dessa forma, o movimento CTS possibilita o desenvolvimento de atributos que perfazem os cidadãos, pois ao se trabalhar com os aspectos da natureza da ciência, por exemplo, o estudante compreenderá que a ciência por ser produto do ser humano e a tecnologia a ela associada não são imparciais, sofrendo interferências em razão aos interesses políticos envolvidos.

A Contextualização pelos Três Momentos Pedagógicos

Os três momentos pedagógicos (TMP) é uma proposta de trabalho pedagógico pautada nos ideais de Paulo Freire para uma educação libertadora, que visa um aluno político por meio da problematização da realidade e dos homens, sustentado por uma abordagem temática em contraposição a usual abordagem conceitual e foi proposta inicialmente por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (GIACOMINI; MUENCHEN, 2015).

A definição da abordagem conceitual é definida pelos autores com base em seus idealizadores iniciais como uma “perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino”

(GIACOMINI; MUECHEN, 2015, p. 341) caracterizado como uma ideia descontextualizada e que leva a um ensino propedêutico. Enquanto que a abordagem temática caracteriza-se como uma organização a partir de temas, no qual o conceito científico que será estudado dependerá do tema escolhido. Esse possui como objetivos:

[...] produzir uma articulação entre os conteúdos programáticos e os temas abordados, superar os principais problemas e limitações do contexto escolar, produzir ações investigativas e problematizações dos temas estudados, levar o aluno a pensar de forma articulada e contextualizada com sua realidade e fazer com que ele possa ser ator ativo do processo de ensino/aprendizagem (GIACOMINI; MUENCHEN, 2015, p. 342).

A proposta é estruturada em três etapas: A Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC). O Quadro 2 apresenta a sistematização dos objetivos de cada uma das etapas.

Quadro 2 – Estruturação dos momentos pedagógicos

Momento	Etapas	Estrutura
Problematização Inicial	Levantamento dos conhecimentos prévios	Apresentação de questões ou situações que possuam potencial problematizador.
Organização do Conhecimento	Desenvolvimento de conhecimentos novos	Os conhecimentos necessários para a compreensão do tema são estudados com estímulo do professor por meio de variadas ferramentas.
Aplicação do Conhecimento	Verificação da aprendizagem	Retomada da PI com base no conhecimento construído na OC para que os alunos compreendam e expliquem situações do cotidiano com o conhecimento adquirido.

Fonte: Adaptado de Balbinot et al. (2010).

A ideia de interdisciplinaridade presente nos pressupostos para uma contextualização efetiva aparece como indissociável na proposta pautada pelos TMP. A abordagem temática interdisciplinar supera os obstáculos gerados da fragmentação do ensino e entende que a interdisciplinaridade pretende “ligar fronteiras das disciplinas, bem como seus esquemas conceituais e suas análises, a fim de propiciá-las uma maior integração e convergência” (GIACOMINI; MUENCHEN, 2015, p. 343).

Tendo em vista a contribuição com o ensino-aprendizagem de química e pautados na premissa que o ensino deva contribuir com a formação cidadã, o objetivo deste artigo é comparar e problematizar a maneira pela qual o conteúdo de estequiometria foi contextualizado em duas diferentes propostas de ensino que articularam abordagens pedagógicas distintas, CTS e TMP,

buscando as convergências e divergências entre os documentos na contextualização do ensino de estequiometria/cálculos estequiométricos.

Percurso Metodológico

Para estudar o conteúdo estequiométrico à luz da contextualização em diferentes propostas de ensino, esta pesquisa aproximou-se das proposições de investigação da metodologia apresentada por Bardin (2011), fazendo-se uso de uma interpretação qualitativa com base na análise de conteúdo e por meio da elaboração de categorias. A análise de conteúdo é dividida em três etapas, a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados.

Na pré-análise ocorreu a seleção dos documentos que formaram o corpus. Dessa maneira, selecionaram-se artigos científicos seguindo uma busca bibliográfica utilizando-se do Portal de Periódicos Capes para a localização das produções que seguissem os seguintes critérios: fossem da área do ensino de química, apresentassem uma proposta de intervenção em sala de aula com foco no ensino de estequiometria; e que utilizassem de abordagens distintas entre si. No buscador foram utilizados os seguintes descritores nos filtros de busca: contextualização e estequiometria.

Para inclusão no corpus final de análise, os documentos selecionados deveriam pertencer a revistas científicas de livre acesso pela internet, com classificação Qualis CAPES no biênio 2013-2016 mínima B1 na área de Ensino e áreas correlatas; assim como para os anais dos eventos científicos, considerou-se apenas os trabalhos completos publicados em eventos de nível nacional na área de ensino de Ciências e Química.

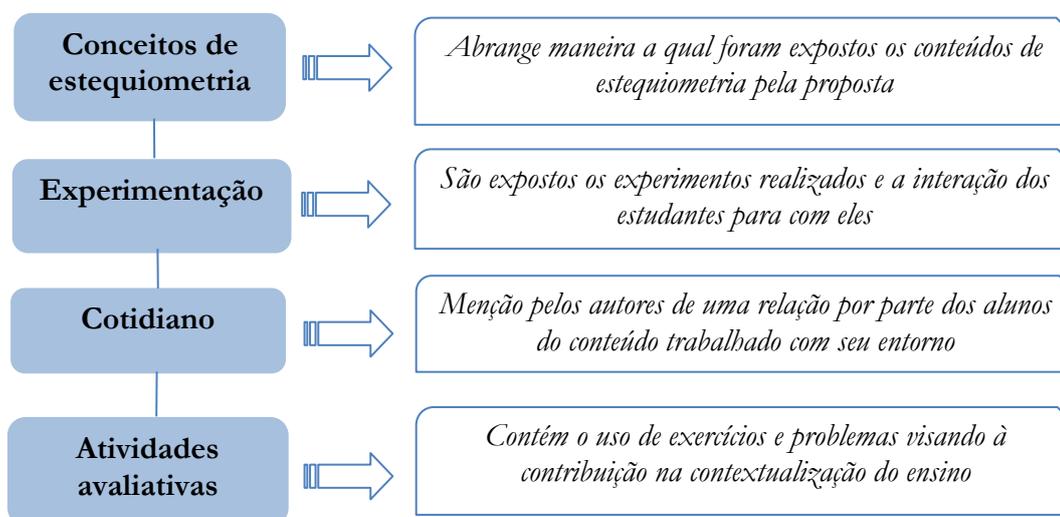
Dessa forma, dois documentos foram selecionados para a composição do corpus, denominados de Proposta A o artigo “O efeito de uma sequência didática de cálculos químicos com enfoque CTS no contexto da EJA” e de Proposta B o artigo “Adoçando as oficinas temáticas: da dificuldade em estequiometria à confecção de alfajores”. Salienta-se que escolha de dois documentos deu-se, prioritariamente, pela adequação ao mote desta pesquisa e aos objetivos previamente estabelecidos de aspecto comparativo e que se optou por aquelas produções recentes com linguagem acessível. Essa busca também evidencia a dificuldade de encontrar prontamente propostas de ensino contextualizadas para o ensino de estequiometria.

Na segunda etapa, a exploração do material, Bardin (2011) esclarece que é o momento de em que ocorre a organização do material, no qual são definidas as categorias pelo processo de categorização. Esse processo levou em conta a leitura flutuante realizada para se elencar as categorias; tratou-se de uma leitura despreziosa do corpus evitando trazer um olhar pré-determinado sobre o tema que será estudado. As categorias descrevem sucintamente as

características pertinentes do conteúdo analisado, nesse caso, exprimem o que os autores articularam em comum, mas que diferem na forma, para atingirem a contextualização prevista em suas propostas.

Após o término das duas primeiras etapas metodológicas, obtiveram-se a partir do corpus quatro categorias unitárias que seguem os conceitos de exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade e fidelidade e, produtividade. São elas:

Figura 1 – Categorias elaboradas segundo análise de conteúdo



Fonte: os autores (2019).

Inferências realizadas da análise do conteúdo categorizado

Concluído a elaboração das categorias, realizou-se o tratamento de dados pela inferência - uma descrição minuciosa de todas as informações de interesse observadas - e interpretação das informações coletadas, caracterizando o tratamento de dados como última etapa.

1ª Categoria: Conceitos de Estequiometria

Visando a contextualização de estequiometria pelo movimento CTS, a PA enfatizou sua intervenção com equações químicas, já que o tema abrange diversas situações no cotidiano, como por exemplo, nos cálculos existentes na prescrição de medicamentos, especificamente na proporção necessária para determinado agente ativo reagir com outra substância no organismo. As reações químicas foram incluídas nos questionários pré-teste e pós-teste, como também aparecem diversas vezes durante a Sequência Didática (SD).

Os conceitos descritos na PB, que embasou a oficina aplicada pela metodologia dos TMP foram agrupados como “cálculos estequiométricos” sem uma delimitação específica dos

conteúdos que envolveriam as oficinas. Porém, durante a leitura foi observado os seguintes conceitos: lei de conservação de massas de Lavoisier; reagente limitante e em excesso; mol³; quantidade de matéria; proporção e massa. A única analogia descrita fez referência a confecção de bolos com reação química. E, no decorrer do artigo nenhuma equação de reação química fora apresentada.

2ª Categoria: Experimentação

A experimentação na PA surgiu como penúltima etapa da SD desenvolvida. O experimento foi introduzido sem o uso de um roteiro experimental e logo após o professor questionar os estudantes acerca de um problema de mensuração de massa. Após o questionamento norteador da atividade, foi apresentada uma reação química de neutralização. Com posse dessa informação, as massas do sistema foram mensuradas, antes e depois da reação. Determinaram a massa de sal contida no comprimido antiácido e depois confrontaram com o valor teórico exposto na embalagem do comprimido.

Na PB foram realizados dois experimentos no segundo encontro com os estudantes. Os experimentos tiveram como objetivo estudar a lei de conservação de massas de Lavoisier. Os alunos observaram a variação de massa em uma reação de combustão, utilizando para isso uma balança confeccionada com materiais de baixo custo, e foram guiados por um texto introdutório de situação problema.

O segundo experimento abordou o conceito de reagente limitante e excesso, adicionando uma quantidade variável de vinagre com uma quantidade fixa de bicarbonato de sódio em uma garrafa pet, com uso de uma bexiga para retenção do gás formado. Ao final dos experimentos, iniciou-se uma discussão dos conceitos de mol, quantidade de matéria, proporção, massa e conservação de massa.

3ª Categoria: Cotidiano

Na PA o momento em que os alunos apresentaram uma conexão com seu cotidiano ocorreu após a aplicação da primeira etapa da SD, no momento que teve como finalidade aprofundar o conceito teórico de cálculos químicos. Ao serem apresentados ao gás metano como poluente atmosférico, muitos alunos lembraram-se dele como fonte de energia alternativa em automóveis e outros confundiram como constituinte do gás de cozinha.

³ Na escrita do artigo optou-se em reproduzir a escrita dos autores. Dessa maneira, embora mol seja símbolo e unidade de medida para quantidade de matéria, aqui será descrita como os autores expuseram.

Ao responder um questionário inicial perguntando se (os alunos) consideram que a estequiometria tem aplicação no cotidiano, os autores da PB observaram a visão da estequiometria no cotidiano, por uma “química da cozinha”, especialmente na confecção de bolos e, em receitas em geral. Na conclusão das oficinas, os autores relataram o aumento da participação dos alunos na sala de aula, respondendo questões teóricas de química na lousa, relacionando os conhecimentos articulados na oficina com reações químicas.

4ª Categoria: Atividades Avaliativas

A SD aplicada pela PA constantemente voltava-se para a aplicação exercícios e problemas a serem solucionados, sendo contabilizados cinco momentos significativos. O primeiro surgiu como questionamento do professor para calcular quantidade de hidróxido de magnésio presente nos medicamentos previamente pesquisados pelos próprios estudantes. O segundo, composto por quatro itens, apareceu como aprofundamento e reprodução do raciocínio anteriormente apresentado, com temática de combustão. O terceiro foi acompanhado de uma problemática social, envolvendo dimensões como economia, meio ambiente e os cortadores de cana. O quarto apresentado foi o problema questionador da experiência e o quinto problema abordou a obtenção, produção de amônia e poluição atmosférica.

A PB também aplicou questionários pré e pós-aplicação da SD contendo cinco questões. Duas de conteúdo específico e uma sobre dificuldade de realização dos cálculos estequiométricos e duas de opinião, a fim de avaliar os entendimentos sobre natureza da ciência e tecnologias. Uma das questões do questionário foi voltada ao cálculo de proporcionalidade. Os autores afirmam que a análise dos dados dos questionários pré e pós-intervenção, proporcionaram resultados positivos, indicando uma melhora na compreensão de proporcionalidade.

Já na PB foram extraídos dois problemas e um exercício. Um problema foi o eixo articulador da oficina, a confecção dos alfajores, o segundo problema e o exercício eram constituintes de um questionário que a compôs. Na confecção dos alfajores os estudantes tiveram que calcular a quantidade final do produto – o alfajor - e a de reagentes necessários (ingredientes) na proporção proposta; o grupo vencedor (somente aqueles que acertassem os cálculos) foi premiado ao final.

No exercício os estudantes tinham que explicar o que desencadeava o choro ao cortar uma cebola junto a construção da respectiva reação química. Os autores utilizaram um questionário inicial para sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes no primeiro encontro. Porém, optaram por não realizar o questionário final para verificar a efetividade da oficina em relação aos conteúdos de estequiometria, substituindo a verificação do questionário

pela mobilização de conhecimentos necessários para a confecção dos alfajores. O Quadro 3 apresenta as inferências anteriormente descritas e sistematizadas.

Quadro 3 - Resumo das inferências relatadas

Categoria	PA	PB
Conceitos de estequiometria	Equações químicas como eixo; Cálculo de proporcionalidade a partir da reação química; quantidade de matéria e massa.	Lei de conservação de massas; reagente limitante e excesso; mol; quantidade de matéria; proporção e massa.
Experimentação	Determinação da massa de bicarbonato de sódio em um comprimido efervescente.	Queima de materiais diferentes para confirmação da lei de conservação de massas; reação de neutralização e reagente limitante e excesso.
Cotidiano	Assimilaram substância apresentada em outro contexto.	Relacionaram exemplos do cotidiano com reações químicas.
Atividades Avaliativas	Diversos exercícios com reações químicas; problemas com temáticas sociais; uso de questionário para verificação do conhecimento.	Confecção de alfajores; uso do questionário para os demais exercícios pouco explícitos.

Fonte: os autores (2019).

Interpretação: Diferentes Maneiras de Contextualizar o mesmo Conteúdo

Ao investigar a abordagem dos autores sobre os conceitos de estequiometria, evidencia-se que a PA estruturou a SD que propôs aplicar em torno das equações de reação química, pois apareceram diversas vezes na descrição do trabalho.

A PB em toda sua extensão do trabalho não apresentou as reações químicas. A ausência das reações químicas no desenvolvimento da proposta pode acarretar algum prejuízo aos estudantes e ao desenvolvimento das oficinas na resolução dos cálculos. Na fala inicial da PA sobre a importância do ensino de estequiometria já era apresentado sua relação intrínseca da estequiometria com as equações, enquanto que a PB visou romper mecanização presente no ensino desse conteúdo.

Com base nos pressupostos teóricos, a analogia referida pelos autores no decorrer do texto sobre a confecção de um bolo pode não ter sido apropriada, para o ensino de cálculos estequiométricos. Pois, se entendemos que a estequiometria envolve a interpretação correta de uma equação de reação química, e entendemos que na formação de um bolo, essencialmente, tem-se uma transformação química. Contudo, pode-se utilizar a analogia para o ensino de proporcionalidade, sendo útil na introdução do raciocínio lógico matemático essencial para compreensão de cálculos estequiométricos.

Costa e Souza (2013) enfatizam que o ensino de estequiometria é permeado de obstáculos. É comum os alunos apresentarem dificuldade na compreensão dos conceitos de quantidade de matéria e mol. Não sendo assim, conceitos simples de serem compreendidos; os mesmos autores afirmam que a falta de tempo para desenvolver o pensamento no nível atômico-molecular e a preocupação excessiva dos professores com o aspecto matemático em detrimento da interpretação química, visto a dificuldade nos conhecimentos básicos de matemática pelos estudantes, contribuem para surgimento de dificuldades nessa área.

As propostas tiveram pouco tempo para serem trabalhadas (seis horas para PA e três horas/aula para PB) e, mesmo assim, nesse tempo curto sugeriram mudanças na postura dos seus alunos. Uma forma de tentar superar as barreiras existentes pela dificuldade dos estudantes no raciocínio lógico-matemático é visar à integração e convergência com a disciplina de matemática, pensando em trabalhar a interdisciplinaridade, tendo o cuidado de não suprimir a interpretação química dos problemas.

Na categoria de experimentação, embora ambos as propostas realizaram experimentos, o que gera uma motivação para tornar os alunos ativos em sua própria aprendizagem, foram abordagens distintas. A PA priorizou uma abordagem questionadora, fazendo os alunos refletirem sobre um problema e em seguida atuarem. Indo de encontro com a premissa da abordagem CTS trazendo como objetivos educacionais a participação ativa do estudante.

[...] ao ensino de Ciências com enfoque CTS, delega-se a função de preparar os futuros cidadãos a participarem ativamente no processo democrático de tomada de decisões na sociedade. Para tal, objetiva-se que os alunos possam compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; desenvolver a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos. (SILVA, 2007, p. 21).

E a PB, embora indicasse a atividade como uma situação problema, por exemplo, no experimento da conservação de massa de Lavoisier, não foi apresentado problema para ser resolvido. Os alunos possuíam um roteiro a ser seguido, o que não privilegiou uma postura questionadora, ao invés disso limitou as possibilidades dos estudantes de elaborarem um raciocínio investigador. Ademais, os experimentos que abordaram sobre reagente limitante e excesso não foram explorados na redação pelos autores.

Para uma abordagem pautada na metodologia dos TMP, não há o estabelecimento de uma norma de realização de experimentos, porém a proposta tem que proporcionar vivências investigativas. E, segundo a redação do trabalho, o experimento na PB não privilegiou a investigação, proporcionando aos alunos uma postura de observadores do fenômeno. Os referenciais de contextualização prezam por um ensino que permita o “aluno participar

ativamente na sociedade, tomando decisões com consciência de suas consequências” (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 29).

Na quarta categoria, é interessante notar que em ambas as propostas os alunos, em sua maneira, demonstraram relações do conteúdo com seu cotidiano. Tal relação aproxima o ensino de química com a realidade do estudante, que precisa ser aprofundado, pois a premissa da contextualização são relações e debates não superficiais que contemplem diversos âmbitos, saindo do conhecimento químico e se discutindo ações possíveis a serem tomadas como cidadãos ativos na sociedade.

Na última categoria, pode-se analisar que a PA abordou de maneira interessante os problemas, partido da problemática dos cortadores de cana-de-açúcar teve como ponto de partida o contexto social ao qual o trabalhador estava exposto. Desenvolver uma questão em cima dessa interface favoreceu debates e instigou os alunos a refletirem sobre as condições de trabalho expostas. Foi um problema de caráter CTS ao envolver dimensões não só científicas, como também as sociais e tecnológicas. Enfatiza-se que a proposta CTS não é acrítica, ela possibilita, por exemplo, a “denúncia das estruturas desumanizantes que existem em nossa sociedade” (TEIXEIRA, 2003, p. 184). Dessa forma, o aluno é apresentado nesta atividade a questões sociais que são relevantes para a formação do cidadão, podendo aumentar o interesse pelas Ciências Naturais e seus desdobramentos sociais.

O uso do questionário veio com intuito de analisar a efetividade da intervenção que futuramente pode servir para melhorar a SD trabalhada. A PB focou na confecção dos alfajores como eixo das oficinas, com olhar especial no raciocínio lógico matemático de proporção. Vale ressaltar que, a premiação somente aos grupos que realizassem os cálculos corretos não considerou o esforço e empenho dos alunos no processo de aprendizagem. A escolha de premiar o grupo que resolvesse corretamente os cálculos pode não favorecer os diferentes saberes presentes na diversidade de alunos. Pode vir a acarretar em uma desmotivação no processo de aprendizagem pelo aluno, afetando sua autoestima, e uma desvalorização dos ideais da formação de um aluno político e reflexivo, já que ao premiar o acerto não há uma discussão sobre o erro.

Frisa-se a preocupação dos autores em levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, com justificativa de melhor organizar a proposta para cada público como a abordagem pautada no TMP recomenda (BALBINOT et al., 2010).

Tecendo as relações com a contextualização

Ao descreverem a importância de suas propostas, os autores almejavam a aproximação do conhecimento químico para com os estudantes, ou seja, visaram contextualizar o ensino de

estequiometria em suas intervenções. E, ao compararmos o recorte teórico estabelecido de contextualização, Wartha e Alário (2005); Santos e Schnetzler (1996) e Santos e Mortimer (1999) que, em síntese, falam que contextualizar é uma construção de significados que não são neutros e o sujeito entende as relações de consequências atribuídas à suas escolhas. A abordagem deve ser integrada com os conhecimentos químicos e a discussão se inicia no âmbito social; resultando na participação dos alunos em aula em comparação com uma aula não contextualizada.

Nota-se que, as propostas analisadas obtiveram uma aproximação distinta do que se entende por contextualização. Na PA ficou mais evidente a imersão de temas sociais desencadeadores de reflexão e, conseqüentemente, sobre o impacto das escolhas enquanto sujeitos, visto nas falas dos alunos após a resolução do problema. Foi na PA também que a integração do conhecimento químico se sobrepôs, auxiliando a contemplar os objetivos da proposta ao conectar a química com questões ambientais, sociais e tecnológicas. E na PB houve uma melhora na participação dos alunos nas aulas, relacionando o conteúdo com reações químicas, um passo inicial no despertar dos estudantes pelo conhecimento químico.

Retomando Silva e Marcondes (2010) e, as concepções elencadas sobre os entendimentos de contextualização, a PA mais se aproximou da ideia de uma contextualização de compreensão da realidade social, pois o conhecimento químico trabalhado com os alunos ressoou sobre o problema social apresentado. Enquanto que a PB, aproxima-se de uma contextualização científica de fatos e processos, utilizando-se dos conhecimentos químicos para explicar o cotidiano do aluno, não estabelecendo fortes relações com o âmbito social.

Os resultados dessa investigação podem vir a subsidiar a reflexão e a ação de pesquisadores e professores da área, uma vez, que fornece informações de como foram estruturadas propostas de contextualização do conteúdo estequiométrico, os resultados obtidos e a maneira com a qual se aproximaram do entendimento do ato de contextualizar. Com base nessas informações, novas propostas podem ser elaboradas e aprimoradas com objetivo de tornar significativo para os estudantes o aprendizado dos conteúdos químicos em sala de aula.

Ressalta-se que, essa classificação não possui julgamento de valores e relação de detrimento entre as ideias de contextualização, e sim, expõe as dificuldades em se expandir os conhecimentos químicos para outros campos de estudo.

Considerações Finais

Ao analisar como os autores se propuseram a trabalhar com os ideais do CTS e TMP para o ensino de estequiometria, podemos investigar não só como uma alteração na rotina da sala de aula pode trazer uma mudança de postura na aprendizagem dos alunos, como também traçar um

olhar crítico sobre a abordagem tratada nas propostas, visando apropriar-se de algumas características que devem ser utilizadas e questionar outras que precisem ser modificadas e/ou não reproduzidas.

Em convergência, de ambas as propostas emergiram quatro categorias importantes para contextualizar a estequiometria. Precisa-se, segundo a análise realizada: abordar os conceitos de estequiometria, realizar experimentações, haver um momento de relacionar o conteúdo com o cotidiano e propor atividades avaliativas condizentes com a prática. Em divergência, as propostas caminharam em visões distintas da prática contextualizada, o que foi refletido na execução das atividades propostas.

Em resumo, a PA destacou-se principalmente na inter-relação com âmbitos tecnológicos, políticos e ambientais, que possibilitaram o debate e discussões para além dos conteúdos químicos, sem esquecer que o foco do trabalho era o ensino de cálculos químicos embasados nas equações químicas. A proposta trouxe problemáticas para os alunos, possibilitou uma postura questionadora, considerou os conhecimentos prévios dos estudantes e equilibrou os conteúdos que visou trabalhar no tempo disponível. A PB apresentou dificuldades em sua proposta, pela falta de uma delimitação clara iniciada nos objetivos que foram amplos e genéricos. Embora a proposta tivesse potencial na execução das oficinas, acabou por ficar superficial nos entendimentos de uma boa contextualização, decorrente não da metodologia escolhida e sim pela execução.

Não se pode inferir que foi a escolha da abordagem CTS ou TMP que refletiu no trabalho final analisado. Existem variáveis a serem consideradas, desde a formação dos autores, a concepção de ensino-aprendizagem, experiência em sala de aula, contato com as metodologias entre outras possíveis que influenciaram diretamente em seus trabalhos e que não tivemos acesso. Contudo, pautados no referencial teórico adotado e pelo conjunto dos resultados descritos, a PA obteve o melhor desenvolvimento em sua proposta de intervenção. A contextualização promovida pelo movimento CTS foi a que mais se beneficiou da integração do cotidiano dos estudantes com o conteúdo químico de cálculos estequiométricos.

Uma proposta de intervenção para o ensino de estequiometria fundamentada na contextualização e que vise principalmente à formação crítica do estudante, pode ser elaborada de maneiras distintas. Tais elaborações demandam, de dois principais fatores segundo nosso entendimento, do professor – sua formação e motivação; e do ambiente escolar – do apoio da coordenação, dos alunos e infraestrutura. Não é o objetivo desse artigo, portanto, fazer uma proposta genérica que tenha como objetivo suprir e prever as variáveis presentes em cada contexto das escolas brasileiras.

Para uma análise mais específica da relação entre duas propostas diferentes e um mesmo objetivo, seria interessante a análise de um trabalho realizada com as mesmas condições e variáveis controláveis, como a utilização de artigos que contemplem intervenções em sala de aula, aportados por enfoque diferentes do ensino de ciências, escritos por um mesmo autor ou grupo de pesquisa.

Referências

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132001000100001. Acesso em: 25 jun. 2019.

BALBINOT, A. B.; BULEGON, A. M.; OLIVEIRA, E. H. T.; BEHAR, P. A.; PORTELA, V. C. C. A Prática Docente em Educação e Distância: O Uso do Modelo Metodológico dos Três Momentos Pedagógicos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre. v. 8 n. 3, p. 1-11, dezembro, 2010. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/18108>. Acesso em: 06 jun. 2019.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

COSTA, A. A. F.; SOUZA, J. R. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. *Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 10, p. 106-116, ago/dez, 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2190>. Acesso em: 01 abr. 2019.

CRISTINA, A.; MACHADO, I. V.; LUIZ, R. A.; CARDOSO, T.; MOTA, R. D. P. O ensino de química para formar o cidadão numa abordagem contextualizada. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...] Florianópolis: SBQ, 2016. p. 1-8.** Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0658-1.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2019.

FERREIRA, K. M.; VASCONCELOS, T. N. H. O efeito de uma sequência didática de cálculos químicos com enfoque CTS no contexto da EJA. **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 12, n. 14, p. 1-26, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3296>. Acesso em: 13 abr. 2019

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 339-355, mês, 2015. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2521>. Acesso em: 06 abr. 2019.

PRIMO, J. O.; PRICINOTTO, G. Adoçando as Oficinas Temáticas: da dificuldade em Estequiometria à Confecção de Alfajores. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...] Florianópolis: SBQ, 2016. p. 1-9.** Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2152-2.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**. Campinas, v. 1, n. especial, nov. 2007. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=contextualizacaoensino>. Acesso em: 15 jun. 2019

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. A dimensão social do ensino da química: um estudo exploratório da visão de professores. In: Encontro Brasileiro de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., 1999, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: ABRAPEC, 1999. p. 1-9. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/A57.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. O Estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**. Girona, n. Extra, p. 3205-3210, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308303>. Acesso em: 20 set. 2020

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa ensino de química para formar cidadão. **Química Nova Escola**. São Paulo, v. 4, n. 4, p. 28-34, nov. 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2019.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: idéias e proposições de um grupo de professores**. São Paulo, 2007. 144p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/context_ens_quim_dissert.pdf Acesso em: 27 jun. 2019.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência**. Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00101.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2019

SILVA, L. P.; BARBOSA, J. C.; VASCONCELOS, T.; MACIEL, M. D. O enfoque CTS na prática e na formação docente. In: Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 10., 2017, Sevilla. **Anais [...]** Sevilla, 2017. p. 223-228. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/14_O_enfoque_CTS_na_pratica_e_na_formacao_docente.pdf. Acesso em: 18 jun. 2019.

TEIXEIRA, P. M. M. A Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento C.T.S. no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151673132003000200003&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 11 jun. 2019.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. A contextualização no Ensino de Química através do livro didático. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 22, n. 22, p.42-47, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.