



RECONFIGURAÇÃO CURRICULAR EM QUÍMICA POR MEIO DE UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO: A NEGOCIAÇÃO COLETIVA DE SABERES

CURRICULAR RECONFIGURATION IN CHEMISTRY THROUGH A STUDY SITUATION: THE COLLECTIVE NEGOTIATION OF KNOWLEDGE

Ademar Antonio Lauxen

Universidade de Passo Fundo, Curso de Química Licenciatura, adelauxen@upf.br

 <http://orcid.org/0000-0002-3952-4317>

Camila Segalin

Universidade de Passo Fundo, Curso de Química Licenciatura, 151532@upf.br

Alana Neto Zoch

Universidade de Passo Fundo, Curso de Química Licenciatura, PPG Ensino de Ciências e Matemática, alana@upf.br

 <http://orcid.org/0000-0001-8424-240X>

Ana Paula Härter Vaniel

Universidade de Passo Fundo, Curso de Química Licenciatura, anavaniel@upf.br

 <http://orcid.org/0000-0003-1015-5842>

Janaína Chaves Ortiz

Universidade de Passo Fundo, Curso de Química Licenciatura, jchaves@upf.br

Lairton Tres

Universidade de Passo Fundo, Curso de Química Licenciatura, lairton@upf.br

 <http://orcid.org/0000-0003-0432-1701>

Resumo

O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados da construção coletiva desenvolvida num projeto que articulou ensino, pesquisa e extensão. O projeto é realizado no curso de Química Licenciatura, da Universidade de Passo Fundo. Neste texto, apresentam-se os resultados decorrentes de um processo colaborativo de elaboração e de aplicação de uma Situação de Estudo (SE) em seis escolas de educação básica, com participação de 176 estudantes do primeiro ano do ensino médio. O tema proposto para a SE foi combustão, especialmente por sua ligação com a vivência dos estudantes. Essa SE possibilitou a contextualização e o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem, bem como contribuiu para a formação continuada dos professores por meio da reflexão acerca da própria prática pedagógica, contribuindo,

também para a formação inicial dos acadêmicos-bolsistas, integrantes do projeto e professores-formadores que puderam conhecer e refletir sobre a realidade da sala de aula e da escola.

Palavras-chave: Contextualização; Formação inicial; Formação contínua; Situação de Estudo.

Abstract

This article aims to present the results of collective construction developed in a project that articulated teaching, research and extension. The project is carried in the teaching chemistry course, from University of Passo Fundo. This paper presents the results arising of a collaborative process from the development and implementation of a Study Situation (SS) in six basic education schools, attended by hundred seventy-six students for the first year high school. The proposed theme for the Study Situation was combustion, specially its linkage with the students experience. This SS allowed the contextualization and enhancement for the teaching and learning process, and has contributed for continuous teachers formatting through the reflection about their own pedagogical practice. Also, has collaborated to initial formation of scholarship holders, project staff and teachers-mentors that were able to know and reflect about the reality of classroom and school.

Keywords: Contextualization; Initial formation; Continuous formation; Study Situation.

Introdução

Entende-se que o ensino superior precisa nortear as suas ações pela integração entre o ensino, a pesquisa, a extensão e as inovações tecnológicas voltadas para o contexto em que se encontra inserida a Instituição de Ensino Superior (IES), na perspectiva de contribuir para o desenvolvimento econômico, social e tecnológico. Mais especificamente, as ações de extensão, devem ter como objetivo aproximar a instituição da comunidade. Do mesmo modo, aceita-se que o conjunto das atividades desenvolvidas é uma possibilidade de integração da comunidade acadêmica com a população e, assim, de desenvolver os princípios da cidadania ética e responsável, em que os sujeitos se tornam corresponsáveis pelas transformações sociais. Nesse sentido,

Existe uma troca de conhecimentos, em que a universidade também aprende com a própria comunidade sobre os valores e a cultura desta comunidade [...]. Extensão é um processo educativo, cultural, científico que articula Ensino e Pesquisa de forma indissolúvel e viabiliza uma relação transformadora entre universidade e sociedade, levando a instituição aos diversos segmentos sociais [...] (WAHLBRINCK; PACHECO, 2015, p. 66).

A partir dessa compreensão, o curso de Química Licenciatura da Universidade de Passo Fundo (UPF) desenvolve um projeto que visa se constituir como espaço/tempo de

formação, articulando o ensino, a pesquisa e a extensão. Integram esse projeto professores da universidade (professores-formadores), professores da educação básica e acadêmicos (licenciandos) bolsistas do Programa de Apoio Institucional a Discentes de Extensão e Assuntos Comunitários (Paidex). As ações desse projeto tiveram início em março de 2014, com encontros presenciais e por meio do ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*. Dentre os objetivos do projeto, destaca-se a busca pelo protagonismo e pela autonomia docente, especialmente no desenvolvimento do seu próprio programa de ensino. Desse modo, a leitura e a escrita são fortemente estimuladas.

Na construção coletiva, visou-se a organização curricular, sendo proposta que essa fosse viabilizada por meio de Situação de Estudo (SE), pois acredita-se que essa colabore para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem por envolver a vivência dos estudantes, como afirmam Boff, Rosin e Del Pino (2012):

A SE é uma proposta de ensino que situa o estudo em um contexto real de relevância social, rica conceitualmente para os entendimentos das explicações científicas. Ressalta-se que essa proposta vem apresentando contribuições significativas para a formação dos estudantes e na transformação dos educadores (BOFF; ROSIN; DEL PINO, 2012, p. 172).

Diante do avanço na compreensão, pelo conjunto dos envolvidos, da necessidade de outra lógica de organização do currículo escolar, especialmente na área das Ciências da Natureza, tomou-se como ponto de partida a estruturação de uma SE sobre combustão, pois “além de ser uma transformação química de grande importância social e cultural, o fenômeno da combustão é bastante presente na vivência das pessoas, e sobre ele os alunos [tem] muitas ideias ou conceitos do cotidiano” (MALDANER; PIEDADE, 1995, p. 16). Assim, a partir do que já havia sido proposto por Maldaner e Piedade (1995), a construção coletiva e colaborativa pelos sujeitos participantes do projeto resultou na SE, intitulada, “Combustão: uma transformação química em análise”. O presente artigo visa demonstrar como ocorreu a articulação na organização dos conceitos/conteúdos a serem abordados no decorrer do desenvolvimento da SE, bem como os resultados decorrentes da aplicação da SE nas escolas em que os professores da educação básica atuavam. Ao mesmo tempo, busca-se demonstrar com esse texto a importância da formação contínua dos educadores, especialmente quando esse processo ocorre por meio das interrelações de diferentes sujeitos, em espaço/tempo de construção coletiva.

O desenvolvimento da SE nas escolas iniciou-se com a aplicação de um pré-teste, visando investigar os conhecimentos prévios dos estudantes da educação básica. Em seguida, foram utilizadas atividades experimentais simples e com materiais do contexto de vivência dos estudantes, no sentido de contribuir para a construção conceitual, relacionando-as ao tema combustão. E, para finalizar, realizou-se um pós-teste que continha as mesmas questões do pré-teste. Os resultados desses momentos da aplicação da SE, bem como os obtidos nos pré e pós-testes serão discutidos mais detalhadamente no decorrer do presente texto.

Os diálogos para a formação profissional na interação triádica

A extensão universitária assume o papel fundamental de possibilitar a aproximação entre a sociedade e a instituição, sendo “[...] de suma importância tanto para a universidade, que ganha mais credibilidade; quanto para o aluno, que aprende muito mais realizando extensão (transmitindo conhecimentos); e, também, para a sociedade que adquire benefícios” (RODRIGUES et al., 2013, p. 147). Baseado na possibilidade de constituir espaços/tempos de socialização/construção de saberes, o curso de Química Licenciatura da UPF, seguindo os princípios norteadores da instituição no que tange às suas ações comunitárias, realiza o projeto de extensão: “A formação continuada dos professores de Ciências/Química: roda de conversas, envolvendo os saberes e fazeres docentes”, o qual visa à formação de professores, tanto da educação básica quanto do ensino superior; de acadêmicos em processo de constituição para a docência; e pós-graduandos, no sentido de possibilitar a ampliação do conhecimento sobre os fenômenos químicos e a necessária transposição didática para as situações de ensino em diferentes contextos em que esses sujeitos atuam, articulando ensino, pesquisa e extensão.

Desse modo, constitui-se a Tríade de Interação Profissional (SCHNETZLER, 2002) que possibilita trocas de experiências e debates ricos conceitualmente, por ter-se o encontro de vários sujeitos com diferentes vivências pedagógicas, contribuindo-se para a formação de todos os envolvidos em um processo dialógico. Como afirma Schnetzler (2002):

Embora as tríades de interação profissional visem prioritariamente a melhoria da formação inicial de professores de química, [...] tal proposição também incentiva a formação continuada de professores do ensino médio e, principalmente, a de formadores de professores (professores universitários), ao considerar que melhorar a licenciatura em química implica melhorar a formação dos formadores que nela atuam (SCHNETZLER, 2002, p. 22).

Visando ao aperfeiçoamento da formação docente dos participantes, e, em decorrência desse processo, à melhoria na aprendizagem dos estudantes da educação básica, essa tríade realiza, mensalmente, um encontro na UPF e outro pelo ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*, facilitando a participação dos que apresentam dificuldades de se deslocar por diversas vezes para o espaço universitário.

A utilização do *Moodle* se caracteriza, também, como um desafio para que o professor se instrumentalize no uso de ferramentas tecnológicas variadas. Aponta-se que durante esses encontros ocorrem leituras de materiais diversificados, como artigos, os quais oferecem embasamento para as atividades que a tríade propõe desenvolver. Por meio das leituras, realizam-se debates, possibilitando a exposição de situações vivenciadas pelos integrantes da tríade em suas atividades diárias, ocorrendo então trocas de experiências que contribuem para o aperfeiçoamento da prática pedagógica. Nesse sentido, a tríade baseou-se na organização curricular por meio de SE para desenvolver suas atividades. Maldaner e Zanon (2004) afirmam que a SE:

Trata-se de uma orientação para o ensino e a formação escolar que, de acordo com nosso pensamento, supera visões anteriores na medida em que articula saberes e conteúdos de ciências entre si e, também, com saberes cotidianos trazidos das vivências dos alunos fora da escola, permitindo uma abordagem com característica interdisciplinar, intercomplementar e transdisciplinar (MALDANER; ZANON, 2004, p. 44).

Assim, a proposta de organização curricular por meio de SE vai ao encontro com o que é apontado por Ribeiro e Maldaner (2013), quando destacam que “[...] o conhecimento científico-escolar deve ser introduzido em caráter de entendimento do cotidiano, para que os alunos possam recriá-lo com vistas às necessidades que surgem continuamente ao longo da história individual e coletiva dos seres humanos” (RIBEIRO; MALDANER, 2013, p. 2). Ou seja, o processo de ensino e aprendizagem deve contribuir para que os estudantes tenham acesso ao conhecimento contextualizado necessário para a resolução dos seus problemas diários. Concordando com esse princípio Silva e Serra (2018, p. 126) afirmam que “O ensino das ciências deve ser organizado em torno de assuntos e temas científicos com implicações sociais, promovendo a curiosidade, a exploração de possíveis explicações para diversos fatos, a pesquisa e a discussão, realçando, assim, a questão da responsabilidade e autonomia do aluno [...]”.

Os estudantes têm um conjunto de conhecimentos do cotidiano, porém, precisam participar do processo escolar para construir habilidades que possibilitem a compreensão e a reconstrução do conhecimento científico, de modo que esse possa contribuir para o aperfeiçoamento das suas práticas diárias. Dessa maneira, um papel importante dos professores é apresentar situações novas, ricas conceitualmente, para que

[...] diante de novas situações, os conceitos possam evoluir e possam ser redirecionados na interação com o professor e em confronto com os textos que passam a participar do contexto em questão. Poderíamos chamar a esse processo de conceitualização ascendente, porque indica o caminho em direção à abstração e a um determinado pensamento a ser constituído. Ao mesmo tempo pode acontecer um outro processo, que permite que as situações da vivência e do cotidiano sejam apercebidas à luz dos conceitos da ciência já constituídos na mente dos estudantes e estes passem a ter uma nova leitura dos objetos culturais e dos fatos do cotidiano, dando concretude ao sistema abstrato de conceitos em elaboração (MALDANER; ZANON, 2004, p. 57).

Os processos ascendente e descendente permitem aos estudantes a construção do conhecimento. É o que a SE visa proporcionar-lhes por meio de diversas metodologias, partindo de um tema do cotidiano dos educandos. Nessa perspectiva, o tema “Combustão” foi escolhido, como citado anteriormente, por ser uma situação de alta vivência dos estudantes, rica para o aprendizado de conceitos importantes da química e, também, pelo fato dos educandos já terem ideias construídas sobre o fenômeno e, conseqüentemente, os alunos falarem sobre isso (MALDANER; PIEDADE, 1995). Assim, possibilita-se a contextualização, pois “contextualizar os currículos é integrá-los nas realidades em que as escolas se inserem, é derivá-los da cultura e dos conhecimentos populares dos alunos. É encadeá-los nos discursos já dominados pelos alunos e comunidades escolares” (GALIAZZI et al., 2008, p. 20).

Assim, a proposta dessa SE está de acordo com os apontamentos de Müller e Maldaner (2013, p. 2), pois “busca a articulação entre os conhecimentos científicos construídos em sala de aula e as vivências no cotidiano dos educandos, permitindo a evolução dos significados desses conceitos num processo interativo”. Portanto, o presente texto busca demonstrar as contribuições de utilizar-se dessa forma de organização curricular, discutindo como ocorreu a aplicação da SE construída pelo coletivo (a tríade), no contexto das escolas dos professores envolvidos no projeto, especialmente por esse processo articular o ensino, a pesquisa e a extensão.

Atividade experimental: negociação de significados e construção do conhecimento químico

A SE “Combustão: uma transformação química em análise” foi desenvolvida em seis escolas, em que os professores de Química participantes do projeto de extensão atuam, localizadas em Passo Fundo – RS e cidades próximas, em turmas de primeiro ano do Ensino Médio. No total, houve a participação de 176 estudantes.

O desenvolvimento da SE nas escolas iniciou-se com a aplicação de um pré-teste que continha questões, tanto objetivas quanto discursivas, relacionadas à combustão de diversos materiais, estando esses presentes no cotidiano dos estudantes. É importante salientar, que as mesmas questões foram aplicadas no pós-teste, visando avaliar as alterações nas concepções/compreensões dos estudantes acerca da combustão.

Após o pré-teste realizou-se o debate tomando por base nossa dependência dos processos de combustão no dia a dia, por exemplo, para cozinhar alimentos ou para locomover-se, utilizando veículos movidos por combustão. Nesse sentido, introduziu-se a situação problema: “O que é preciso para que ocorra a combustão?”, constituindo-se um momento em que os estudantes apresentaram seus conhecimentos prévios sobre o tema, e, em seguida, por meio da mediação do professor debateu-se acerca das condições para que uma transformação química, do tipo combustão, seja iniciada, abordando os fatores que compõem o triângulo do fogo: combustível, comburente e fonte de energia inicial. Além disso, as condições para a manutenção dessa transformação, o processo de consumo das substâncias envolvidas, a formação de novas substâncias e quando ocorre o término da transformação.

A fim de problematizar a discussão inicial, compararam-se os combustíveis vela (parafina) e etanol, relacionando com as condições para que a combustão se inicie: necessidade de faísca (energia inicial) e presença de $O_{2(g)}$ (componente do ar atmosférico). Nesse momento, o professor retomou a ideia anteriormente discutida, a respeito do ar, adentrando em novos níveis de conhecimento, mediando a articulação necessária entre o conhecimento anterior, a respeito do ar, e o novo conhecimento a respeito de um componente específico do ar, no caso, o gás oxigênio. Destaca-se como importante esse momento de negociação de significados, em que o professor retoma os conceitos e a discussão inicial, problematizando as compreensões primeiras dos

estudantes, especialmente porque sabe em que conclusão ou conhecimento quer chegar, porque quer organizar uma forma de pensar sobre o fenômeno da combustão.

Assim, no sentido de facilitar a relação entre professor, estudante e conhecimentos científicos, uma ferramenta muito utilizada na química são as atividades experimentais, pois

As contribuições das atividades experimentais investigativas são plurais e permitem ao educando desenvolver uma melhoria qualitativa, especialmente na compreensão de fenômenos, no desenvolvimento de habilidades de expressão escrita e oral, no uso da linguagem química, na elaboração de conceitos, na elaboração de hipóteses e no planejamento da atividade experimental, etc. (LAUXEN; VANIEL; LINCK, 2015, p. 102).

Nesse sentido, para dar conta de responder ao seguinte questionamento: “Como perceber que a quantidade de $O_{2(g)}$ disponível pode determinar o fim da combustão da vela e do álcool etílico?” o professor realizou a atividade experimental utilizando três frascos de vidro de tamanhos diferentes para a combustão da vela (cuidando para que todas as velas tivessem o mesmo tamanho). Quando as chamas das três velas estavam com a mesma intensidade, foram colocados os vidros sobre elas, verificando o tempo necessário para a chama se apagar em cada um dos casos. Chamou-se a atenção para o tempo e o tamanho do frasco.

Posteriormente, utilizando-se três, ou mais, tampinhas metálicas de garrafa, sem o plástico, contendo álcool etílico na mesma quantidade, em cada uma, colocou-se sobre duas delas, ao mesmo tempo, frascos de vidro, de tamanhos diferentes, quando o álcool etílico já estava em combustão com chamas uniformes. A partir dessas observações, foi possível obter e debater acerca da relação entre o tamanho do frasco de vidro, o tempo de reação da vela/álcool etílico e oxigênio, e a quantidade de cada substância/sistema envolvido no processo que foi consumida/transformada. Ao final da atividade experimental, realizou-se o questionamento: “Neste caso, o que está determinando o fim da combustão?”, abordando qual substância se constitui como limitante para a continuidade da reação. Cabe um alerta para que não se cometa equívocos na interpretação dos resultados desse processo, como já bem discutido por Braathen (2000) e Galiazzi et al. (2005), pois por longo tempo a extinção da chama nesse experimento foi atribuída ao término total do gás oxigênio no sistema.

Em seguida, realizou-se a comparação com o processo de combustão, em uma tampinha, em sistema aberto, ou seja, sem colocar o vidro sobre o álcool etílico em combustão, indagando: “No caso de um sistema aberto, qual é o determinante do fim da combustão?”, abordando a relação dos três fatores, entre os quais a disponibilidade do combustível para a continuidade da reação. Esse processo de negociação foi mediado pela linguagem e pela atividade experimental, instrumentos culturais do processo de construção do conhecimento científico, no sentido de possibilitar a ampliação da compreensão dos conceitos envolvidos no fenômeno da combustão. A mediação pela linguagem é baseada no princípio de Vigotski, descrito por Auth et al. (2004):

Aceitamos o princípio histórico-cultural proposto por Vigotski de que para haver aprendido os alunos precisam se apropriar primeiramente das palavras que expressam os conceitos, começando, então, a dominar os primeiros significados. O uso da palavra não pressupõe que o conceito já esteja pronto, mas que o significado apenas está começando (AUTH et al., 2004, p. 268).

Assim, a mediação pela linguagem envolve a inserção de palavras que precisam ser significadas. Além disso, a negociação é ancorada na mediação pelas atividades experimentais numa abordagem sociocultural da construção do conhecimento científico que envolve dois aspectos expostos por Gonçalves e Galiazzi (2004):

O primeiro aspecto a ressaltar é a contextualização do conteúdo nas atividades experimentais. [...] Contextualizar um conteúdo implica, em síntese, trazer para a discussão em sala de aula aspectos culturais, econômicos, políticos e sociais relacionados com ele. Uma segunda característica [...] é o movimento de questionamento, construção de argumentos, comunicação e validação de argumentos que se constitui no educar pela pesquisa, que as fundamenta metodologicamente (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004, p. 246).

Para significar que ocorreu uma reação/transformação no processo de combustão, com formação de novas substâncias, foi realizada novamente a combustão da vela e do álcool etílico, em sistema fechado, porém, para essas atividades experimentais, utilizou-se água de cal e papel contendo cloreto de cobalto, como possibilidades para a negociação de novos estágios de compreensão, no sentido de identificação das substâncias formadas nessa reação. Pela mediação do professor, construiu-se a compreensão de quais substâncias são formadas na combustão de ambos os reagentes (vela/álcool etílico), tendo como instrumento de negociação de significados a linguagem e a atividade experimental em seu caráter investigativo. Destaca-se que

A experimentação investigativa favorece as relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das ciências (no nosso caso, Química) e também o surgimento de discussões dialógicas entre estudantes e entre esses e o professor. Cabe ao professor a mediação pela linguagem científica, já que a observação do fenômeno por si só não é capaz de trazer à tona os conceitos químicos que permitem interpretar o fenômeno ocorrido (GONDIM; MÓL, 2007, p. 4).

O fenômeno da combustão pode ser registrado, descrevendo a interação entre os reagentes e a sua transformação em produtos, porém, na química, esse fenômeno pode ser representado por uma dimensão simbólica denominada equação da reação química. Destaca-se a importância da utilização da representação das equações das reações químicas, pois essas são mediadoras do conhecimento químico. Maldaner e Piedade (1995) afirmam que “é fundamental que um sistema de signos químicos e o próprio pensamento químico se constituam para que possa ocorrer verdadeira aprendizagem química” (MALDANER; PIEDADE, 1995, p. 17). Portanto, é necessário que o professor apresente aos estudantes esse tipo de representação específica da química, significando

o que são as substâncias consideradas reagentes, as substâncias que são consideradas produtos, e onde e como são representadas na equação da reação química.

Para além disso, realizou-se um resgate histórico acerca do fenômeno em estudo e a abordagem da combustão de outros combustíveis, que contém átomos de outros elementos químicos em sua constituição, diferentes de carbono e hidrogênio, permitindo a compreensão de que serão gerados produtos diferentes de gás carbônico (dióxido de carbono) e água.

Como terceiro momento da aplicação da SE realizaram-se atividades de sistematização, visando permitir que os estudantes organizassem suas compreensões e demonstrassem a evolução conceitual, num processo dialógico em que os envolvidos puderam trocar ideias, discutir percepções e concepções construídas, possibilitando ações de intervenção dos educadores de forma a mediar a aprendizagem que se forjava.

A partir da realização das atividades experimentais e das aulas expositivo-dialogadas, foi possível abordar de forma contextualizada, conceitos como: noção de elementos químicos e suas representações por símbolos; a ideia de que são interações entre átomos que formam as substâncias; as leis de Proust e Lavoisier; a ideia de que todas as espécies (substâncias) estão em um mesmo recipiente, mas podem ser isoladas; a compreensão de que ao representarmos os reagentes e os produtos, isso não implica que a reação se realize de forma completa, entre outros.

Analisando a compreensão construída sobre o fenômeno da combustão

Para a avaliação da construção do conhecimento no que tange ao fenômeno da combustão, foram realizadas três questões objetivas no pré e pós-teste. Além dessas três questões objetivas, foco principal dessa análise, serão apresentados alguns excertos de respostas dos estudantes (identificados pela letra A e sequência numérica) em outras duas questões discursivas, as quais servirão para ilustrar a evolução no processo de construção do conhecimento. Os resultados das questões objetivas estão apresentados em gráficos, os quais fornecem os dados de todas as turmas (176 estudantes), das seis escolas participantes. A fim de elucidar melhor o desenvolvimento da SE, as questões do pré e pós-teste serão analisadas separadamente.

A primeira questão avaliada, disponível no Quadro 1, solicitava que os estudantes relacionassem diferentes combustíveis com os produtos formados a partir das suas reações de combustão.

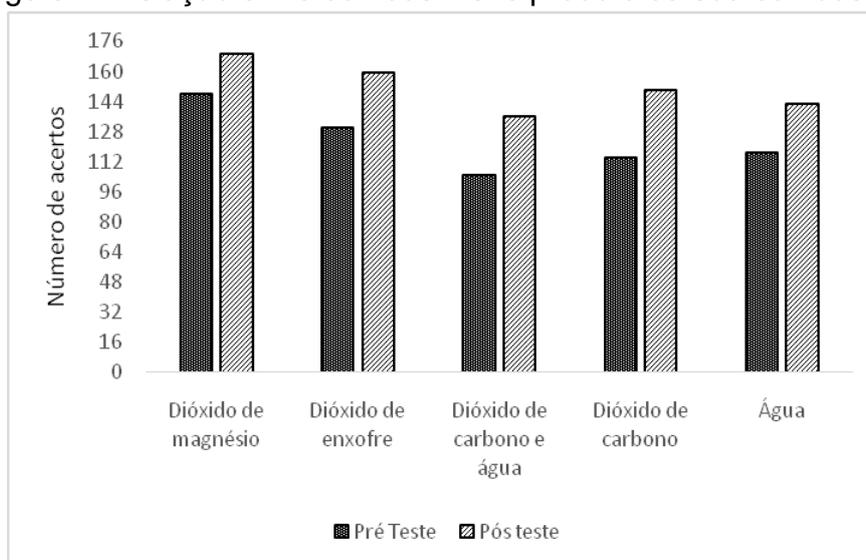
Quadro 1: Questão envolvendo reagentes e produtos, aplicada no pré e pós-teste

Relacione de forma correta a segunda coluna de acordo com a primeira dos reagentes com os produtos formados na combustão:	
(A) Etanol ($C_2H_5OH_{(l)}$)	() $MgO_{(s)}$
(B) Magnésio ($Mg_{(s)}$)	() $SO_{2(g)}$
(C) Enxofre ($S_{8(s)}$)	() $CO_{2(g)}$ e $H_2O_{(l)}$
(D) Gás hidrogênio ($H_{2(g)}$)	() $CO_{2(g)}$
(E) Carvão ($C_{(s)}$)	() $H_2O_{(l)}$

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à questão citada, os dados destacados na Figura 1 demonstram que, no geral, no pré-teste, os estudantes apresentavam uma boa correlação entre as duas colunas (entre os reagentes e os produtos da reação), porém, no pós-teste, houve maior número de acertos, indicando que ocorreu uma evolução na compreensão acerca desse fenômeno, ou seja, os estudantes conseguiram compreender que os produtos gerados serão os óxidos contendo os átomos dos elementos químicos presentes nas substâncias reagentes.

Figura 1: Relação entre combustível e produto da sua combustão



Fonte: Dados da Pesquisa

Além dos dados apresentados na figura 1, pode-se demonstrar que ocorreu uma melhor compreensão do fenômeno por meio das respostas que os estudantes registraram ao serem questionados sobre o que relacionavam com o termo combustão. Assim, no momento do pré-teste os estudantes A16 e A35 responderam:

“um elemento químico” (A16).

“a palavra combustão para mim relaciona como alguma coisa no motor do carro para funcionar” (A35).

Porém, quando responderam após o desenvolvimento da SE (pós-teste) os mesmos estudantes ampliaram a compreensão:

“[...] uma transformação química” (A16)

“[...] relaciona com fogo, combustível, comburente e fonte de calor” (A35).

De acordo com Santos e Quadros

A aprendizagem, enquanto evolução conceitual, construída na interação social envolve os alunos, o professor, o meio, etc. e é mediada pela linguagem. Assim sendo, consideramos como indispensável reconhecer as

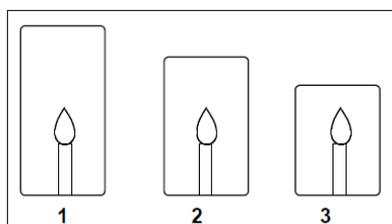
ideias dos alunos ou a forma de pensar sobre um determinado fato/fenômeno e fazer com que eles evoluam na maneira de explicar, ou seja, promover evolução conceitual (SANTOS; QUADROS, 2008, p. 2).

No desenvolvimento da proposta, as atividades desenvolvidas partiram das ideias prévias dos estudantes, pela mediação com os conceitos científicos, e, baseado nos resultados pode-se afirmar que favoreceram a evolução conceitual.

A outra questão analisada, disponível no Quadro 2, envolvia o debate acerca do consumo de gás oxigênio na reação de combustão da vela.

Quadro 2: Questão envolvendo o consumo de gás oxigênio, aplicada no pré e pós-teste

Na figura a seguir estão apresentadas três situações que representam uma vela acesa dentro de um frasco.



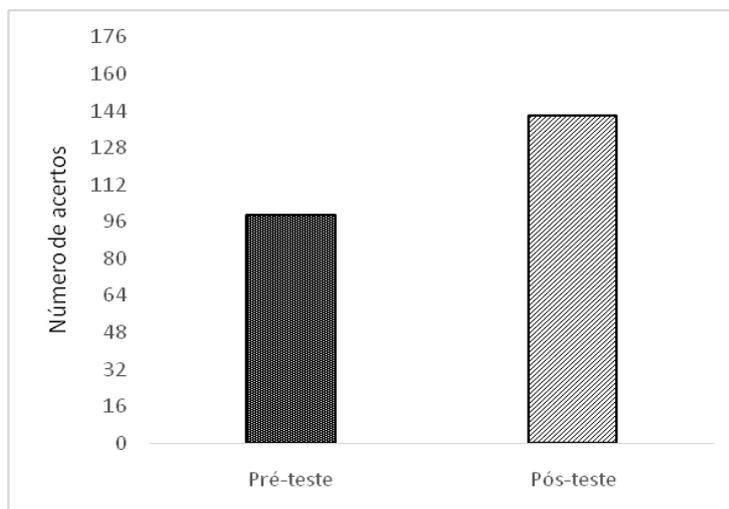
Analise a Figura ao lado e marque a alternativa que expressa **corretamente** o que ocorre na combustão:

- A () Na situação 1, a reação irá demorar menos tempo.
 B () Na situação 2, a reação irá acabar mais rapidamente.
 C () Na situação 3, a reação irá terminar antes que a reação na situação 2.
 D () As reações das três situações levarão o mesmo tempo para terminar.

Fonte: Dados da pesquisa.

Então, quanto a essa questão, pode-se perceber, na Figura 2, que, no pré-teste, houve 99 acertos, apontando uma certa dificuldade na compreensão da necessidade da presença de gás oxigênio para a ocorrência da reação. Esse número de acertos subiu para 142 após o desenvolvimento da SE, evidenciando que as atividades experimentais e os debates mediados pelos professores contribuíram para uma melhor compreensão dos reagentes necessários para a ocorrência do fenômeno, envolvendo os aspectos da proporcionalidade entre reagentes e produtos. Em estudo anterior (BRAATHEN, 2000), que discute o mito do experimento da combustão da vela para comprovar o teor de gás oxigênio presente no ar, afirma que “os alunos sabem que o oxigênio é necessário para a queima, mas não conseguem estabelecer qual é o seu real papel” (BRAATHEN, 2000, p. 45). Galiazzi et al. (2005) afirmam que as dificuldades de compreensão do fenômeno da combustão ocorre pelo “[...] não reconhecimento do oxigênio como um dos reagentes, possivelmente por ser um gás invisível, aparentemente sem massa, e o entendimento equivocado da combustão como uma característica intrínseca de uma substância, não como uma reação [...]” (GALIAZZI et al., 2005, p. 25).

Figura 2: Análise do número de acertos para a questão envolvendo a reação de combustão em sistema fechado



Fonte: Dados da pesquisa.

Nosso estudo evidenciou a “[...] contribuição das atividades experimentais para o processo de compreensão dos fenômenos e melhoria na aprendizagem dos conceitos de Química/Ciências” (LIMA, 2015, p. 39), pois,

A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação (GIORDAN, 1999, p. 44).

A última questão analisada, disponível no Quadro 3, abordava os materiais/substâncias que poderiam sofrer combustão, ou seja, os possíveis combustíveis.

Quadro 3: Questão que envolve possíveis combustíveis, aplicada no pré e pós-teste

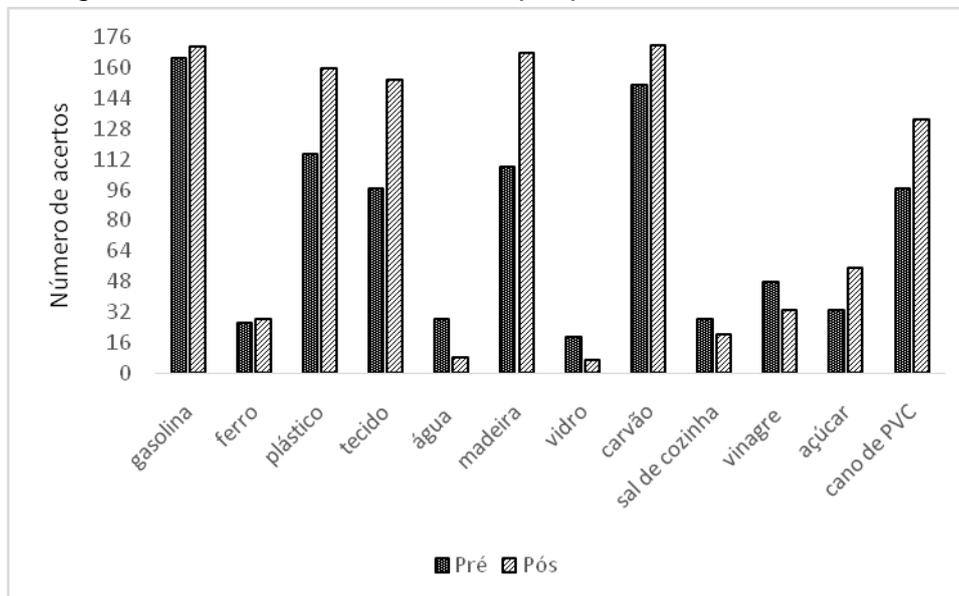
Marque com um X os materiais descritos abaixo que podem sofrer combustão:			
<input type="checkbox"/> gasolina	<input type="checkbox"/> tecido	<input type="checkbox"/> vidro	<input type="checkbox"/> vinagre
<input type="checkbox"/> ferro	<input type="checkbox"/> água	<input type="checkbox"/> carvão	<input type="checkbox"/> açúcar
<input type="checkbox"/> plástico	<input type="checkbox"/> madeira	<input type="checkbox"/> sal de cozinha	<input type="checkbox"/> cano de pvc

Fonte: Dados da pesquisa.

Então, observa-se, na Figura 3, que ocorreu melhor compreensão do tema abordado, em especial, acerca de alguns materiais, tais como tecido, plástico, PVC e madeira, pois esses sofrem combustão e a relação entre o pré e o pós-teste enfatiza que um número maior de estudantes relacionou tais materiais como combustíveis após o desenvolvimento da SE. O mesmo ocorreu com os materiais, água, vidro e sal de cozinha, que, no pré-teste, já apresentavam um baixo índice de apontamentos como

sendo combustíveis; no pós-teste, um número ainda menor de estudantes os descreveram como tal, o que pode ser indício de avanços na compreensão conceitual.

Figura 3: Substâncias/materiais que podem sofrer combustão



Fonte: Dados da pesquisa.

Também, pode-se perceber uma evolução na compreensão do conceito de combustão por parte dos estudantes a partir dos excertos das suas manifestações acerca da seguinte questão: “Discuta (explique) por que uma folha de papel não entra em combustão sozinha (espontaneamente)”.

No pré-teste:

“Por que precisa de outro elemento para entrar em combustão” (A7).

“Porque tem que ter 3 elementos o oxigênio, o fogo, e o combustível no caso a folha de papel” (A23).

“Porquê ela é apenas um combustível sem material de combustão. É necessário gases para ter fogo e ocorrer a combustão” (A53).

No pós-teste:

“Por que não tem energia por perto para fazê-lo entrar em combustão” (A7).

“Porque precisa de 3 itens, combustível, comburente e calor, nesse caso, tem o papel que é o combustível e tem o comburente, que é o oxigênio, mas não tem a fonte de calor e por isso que o papel não pega fogo sozinho” (A23).

“Bem, estou escrevendo em uma folha de papel, feita de celulose ($C_6H_{10(s)}$) que é combustível, e a folha está em contato com o comburente ($O_{2(g)}$),

porém não temos uma fonte de calor na própria folha para iniciar uma combustão [...]” (A53).

Santos e Quadros (2008) afirmam, em decorrência aos seus estudos, “que a evolução conceitual aconteceu para a maioria dos alunos e, noutras vezes em que esse conteúdo for retomado, de forma recursiva, novas evoluções tendem a acontecer” (SANTOS; QUADROS, 2008, p. 12). Isso aponta para a ideia de que o processo de aprendizagem não se esgota num único momento de intervenção e destaca a importância de propor novas situações para que novas evoluções possam ocorrer. Isso fica demonstrado especialmente no caso da resposta de A53, pois mesmo que tenha havido equívocos em algumas representações, buscou utilizar-se da linguagem química para expressar suas ideias, o que denota uma evolução, porém não consolidada, necessitando de novas intervenções no processo de negociação de significados.

Portanto, a partir das questões avaliadas é possível concluir que os estudantes apresentavam uma boa compreensão, devido à ocorrência desses fenômenos no seu cotidiano. Mas, com as mediações ao longo do desenvolvimento da SE, os participantes puderam apresentar uma evolução conceitual. Consequentemente, destaca-se a importância da utilização dessa forma de organização curricular, pois, partindo-se de situações da vivência dos estudantes, esses demonstram maior interesse e, também, apresentam mais argumentos sobre o assunto, contribuindo com o desenvolvimento das aulas.

Assim, podem utilizar-se de seu conhecimento do cotidiano para ancorar os conhecimentos científicos, reconstruindo-os, bem como dos conhecimentos científicos construídos para aperfeiçoar suas práticas diárias. Desse modo, a aprendizagem escolar efetiva contribui para a formação do cidadão, no sentido de que a “aprendizagem induz desenvolvimento mental essencial para a inserção cultural das novas gerações, capacitando-as a cumprirem com responsabilidade o papel social que vierem a assumir” (RIBEIRO; MALDANER, 2013, p. 8).

Outro aspecto que é possível concluir a partir dos dados e da análise do processo como um todo, é que ao se promover a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão num processo de interatividade, com construção colaborativa/coletiva, envolvendo diferentes sujeitos no decorrer do processo, desde o professor-formador, passando por acadêmicos e professores da educação básica, inclusive os estudantes da escola de ensino médio, rompe-se com a cultura dissociativa de que não é possível integrar de forma efetiva esses três aspectos (ensino-pesquisa-extensão) que constitui o fazer das instituições de ensino superior.

Nesse sentido, a relação ensino/pesquisa/extensão supõe a transformação significativa do fazer pedagógico possibilitando a alunos e professores assumirem a condição de sujeitos dos processos de ensino e aprendizagem, levando à socialização e à democratização do saber acadêmico, estabelecendo uma dinâmica de intercâmbio e participação nas comunidades internas e externas na vida universitária (WAHLBRINCK; PACHECO, 2015, p. 64).

Ainda, na medida em que os professores da educação básica estão inseridos num grupo triádico, constituído também por acadêmicos e professores universitários, e a suas construções e ações fornecerem dados para a reflexão, a análise desenvolvida no contexto da tríade pode contribuir para reconfigurar a sua ação, possibilitando que os envolvidos atuem como pesquisadores. Entende-se como pesquisador, nesse contexto, alguém que reflete sobre a sua prática, colaborando para a sua própria formação, seu aperfeiçoamento e para o desenvolvimento de sua *práxis* numa perspectiva mais qualificada. Como apontado por Lauxen e Del Pino (2018), se esse processo de se constituir pesquisador ocorrer num processo coletivo de formação contínua, em que situações práticas forem objetos de análise crítica e reflexiva, novos olhares e diferentes modos de interpretar as ações serão constituídos “[...] contribuindo para a produção de novos significados conceituais, ampliando o conhecimento profissional, sejam esses, específicos, pedagógicos e/ou curriculares” (LAUXEN; DEL PINO, 2018, p. 69).

Considerações Finais

A proposta da SE “Combustão: uma transformação química em análise”, e sua avaliação por meio da aplicação do pré e pós-teste, bem como do contínuo acompanhamento do processo de construção do conhecimento no decorrer da execução, pelos integrantes da tríade, mostrou-se capaz de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem, tornando-o mais contextualizado e interessante para os estudantes da educação básica, possibilitando a aprendizagem significativa, por meio da superação da forma tradicional de organização do ensino de ciências. Assim, destaca-se que

Na medida em que se tornarem regulares os processos de desenvolvimento de sucessivas SEs, em cada ambiente escolar, de forma dinamicamente articulada, espera-se que seja progressivamente superada a linearidade e a fragmentação que caracterizam a forma tradicional de organização do ensino em Ciências, ainda bastante centrada no seguimento dos mesmos programas prontos e repetitivos (MALDANER; ZANON, 2004, p. 58).

Além da SE proporcionar mudanças no processo de aprendizagem por parte dos estudantes, a sua construção, envolvendo a tríade (professores-formadores, professores da educação básica e acadêmicos), possibilitou o debate e a participação ativa de todos os integrantes, viabilizando a reflexão acerca da própria prática pedagógica. Essa perspectiva remete ao contexto da pesquisa a partir da realidade dos atores do processo, pois entende-se que “a pesquisa, como princípio formador e como prática, deveria tornar-se constitutiva da própria atividade do professor, por ser a forma mais coerente de construção/reconstrução do conhecimento e da cultura” (MALDANER, 2003, p. 88).

Assim, aceita-se que os professores não podem ficar presos à mera execução de atividades propostas por outros, que, muitas vezes, não conhecem a realidade da sala de aula, mas que esse profissional deve construir suas próprias propostas de trabalho. Para que isso seja possível, entende-se que

[...] o professor necessita de espaços de formação continuada, que proporcionem momentos de interação com os seus pares para a reflexão e (re) significação de situações vividas no cotidiano da escola. A tomada de consciência do professor, nesse processo de interação, vai gradativamente constituindo-o como um sujeito mais autônomo (LAUXEN; DEL PINO; TRES, 2016, p. 170).

Portanto, no projeto de extensão “A formação continuada dos professores de Ciências/Química: roda de conversas, envolvendo os saberes e fazeres docentes”, ocorre essa interação entre os diferentes sujeitos do processo, visando contribuir para a formação da autonomia e permitir o protagonismo do educador. Além disso, esse processo contribuiu para a formação dos professores da educação básica, bem como dos acadêmicos. Corroborar com essa ideia Santana e Franzolin (2018), quando apontam a importância de se investir na formação de professores, ajudando-os a superar dificuldades, delineando um processo formativo que contribua para que os docentes tenham um maior repertório de ideias, superem inseguranças, e possam planejar atividades que apresentem um caráter investigativo.

A SE elaborada e executada pela tríade, foi um processo em que os professores puderam utilizar sua autonomia, elaborando o material para suas aulas de acordo com o tema proposto, a combustão. Assim sendo, puderam realizar um processo de ensino e aprendizagem contextualizado e com participação ativa dos estudantes, bem diferente do tão rejeitado ensino tradicional que, normalmente, é baseado na mera reprodução de conteúdos contidos no livro didático, tendo os estudantes como meros executores de atividades descontextualizadas.

Todo esse processo desenvolvido no projeto de extensão, como já descrito, contribuiu para a aprendizagem dos estudantes das escolas e para a formação continuada dos professores da educação básica. E também, contribuiu para a formação inicial dos acadêmicos bolsistas, pois esses tiveram a possibilidade de entrar em contato com a realidade da sala de aula ainda no início da graduação. Ainda, contribuiu para o aperfeiçoamento da prática docente dos professores da universidade, pois esses estando em contato com o que ocorre nas salas de aula da educação básica, têm mais subsídios para formar os novos professores que irão atuar futuramente naquele local.

Desse modo, entende-se que projetos dessa natureza que se fazem por meio da ação e interação de professores da educação básica, estudantes de graduação e pós-graduação e professores universitários, em que é envolvido o ensino, a pesquisa e a extensão, contribuem para a melhoria na educação e permite que a Universidade cumpra seu papel com agente de inovação e transformação.

Referências

AUTH, M. A.; MALDANER, O. L.; WUNDER, D.A.; FIUZA, G.S.; PRADO, M. C. Situação de estudo na área de ciências do ensino médio: rompendo fronteiras disciplinares. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijui, 2004, p. 253-276.

- BOFF, E. T. O.; ROSIN, C. K.; DEL PINO, J. C. Situação de Estudo: aproximações com as Orientações Curriculares Nacionais e o Livro Didático. In: **Revista Contexto & Educação**, Editora Unijuí, Ano 27, n. 87, p. 166-185, jan-jun, 2012.
- BRAATHEN, P. C. Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio no ar. In: **Química Nova na Escola**. SBQ: São Paulo, n. 12, p. 43-45. nov. 2000.
- GALIAZZI, M. do C.; GONÇALVES, F. P.; SEYFFERT, B. H.; HENNIG, E. L.; HERNANDES, J. C. Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. In: **Química Nova na Escola**. SBQ, São Paulo, n. 21, p. 25-28, maio 2005.
- GALIAZZI, M. C; AUTH, M.; MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Aprender em rede na educação em ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: **Química Nova na Escola**. SBQ, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.
- GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijui, 2004, p. 237-252.
- GONDIM, M. S. da C.; MÓL, G. de S. Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.
- LAUXEN, A. A.; VANIEL, A. P. H.; LINCK, M. R. Trabalhando com situações de estudo para a construção dos conceitos de Ciências Naturais no ensino fundamental. In: STURM, L. (Org.). **Qualidade do ensino na educação básica**: Contribuições das ciências da natureza, da matemática e de suas tecnologias. Passo Fundo: Ed. UPF, 2015, p. 21-34.
- LAUXEN, A. A.; DEL PINO, J. C.; TRES, L. A construção do pensamento químico no ensino fundamental e médio: um diálogo entre teoria e prática. In: STURM, L.; SGARI, R. (Org.). **Prazer e renovação no trabalho docente**. Campinas: Pontes, 2016, p. 169-184.
- LAUXEN, A. A.; DEL PINO, J. C. O professor-formador e a formação continuada mediada pelos pares. In: **Pedagogia em Foco**. Iturama (MG), v. 13, n. 10, p. 63-80, jul./dez. 2018.
- LIMA, A. de S. **Atividades experimentais como ferramenta metodológica para melhoria do ensino de ciências**: anos iniciais do ensino fundamental. Santa Maria, 56 p., 2015. Dissertação PPGECCV– Universidade Federal de Santa Maria.
- MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. A formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de química. In: **Química Nova na Escola**. SBQ: São Paulo, n. 1, p. 15-19, maio, 1995.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professores/pesquisadores. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.).

Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004, p. 43-64.

MÜLLER, L. C.; MALDANER, O. A. Dificuldades constatadas na significação conceitual no ensino de química: Situações de Estudo. In: 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (33º EDEQ), Ijuí-RS. **Anais...** Ijuí-RS: Unijuí, 2013.

RIBEIRO, C. T.; MALDANER, O. A. Conhecimento científico-escolar: a combustão como objeto referente para análise do nível de significação de conceitos básicos em Química. In: 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (33º EDEQ), Ijuí-RS. **Anais...** Ijuí-RS: Unijuí, 2013.

RODRIGUES, A. L. L.; PRATA, M.S.; BATALHA, T. B. S.; COSTA, C. L. N.; NETO, I. F. P. Contribuições da extensão universitária na sociedade. In: **Cadernos de Graduação - Ciências Humanas e Sociais**. Aracaju, v. 1, n. 16, p. 141-148, mar. 2013.

SANTANA, R. S.; FRANZOLIN, F. O ensino de Ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. In: **Revista de Ensino de Ciências de Matemática (REnCiMa)**. v. 9, n. 3, p. 218-237, 2018.

SANTOS, A. N. dos; QUADROS, A. L. de. Há evolução conceitual sobre transformações químicas a partir da discussão de modelos sobre fenômenos? In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. In: **Revista Química Nova**. São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, Á. de L.; SERRA, K. C. O AVA Moodle e suas possibilidades no ensino-aprendizagem de Ciências: trabalhando o conteúdo “geração de energia elétrica” no ensino fundamental. In: **Revista de Ensino de Ciências de Matemática (REnCiMa)**. v. 9, n. 1, p. 122-139, 2018.

WAHLBRINCK, I. F.; PACHECO, L. M. D. Extensão universitária: possibilidade de práxis libertadora pela ética do cuidado. In: **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental/UFES**, Santa Maria, v. 19, n. 1, Ed. Especial, p. 61- 69, 2015.