

# A PRODUÇÃO DE TEXTOS COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA

*The production of texts as a methodological resource for problem solving in Organic Chemistry classes*

**Caroline Gomes Fernandes** [carolinefernandesufla@gmail.com]

**Rita de Cássia Suart** [ritasuart@dqi.ufla.br]

**Josefina Aparecida de Souza** [josefina@dqi.ufla.br]

*Universidade Federal de Lavras – UFLA*

*Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000*

*Recebido em: 27/07/2018*

*Aceito em: 23/03/2019*

## Resumo

Este trabalho buscou analisar a presença da abordagem CTSA em textos elaborados pelos estudantes da disciplina de Química Orgânica I, do curso de Licenciatura em Química, assim como as habilidades cognitivas manifestadas por eles ao longo da disciplina, por meio de resolução de problemas, os quais apresentavam quatro temas distintos. Através dos resultados, conforme os alunos avançaram na disciplina, observou-se que eles progrediram na abordagem CTSA e no nível das habilidades cognitivas. A escrita científica e a forma como os alunos resolveram os problemas também foi se aperfeiçoando. Assim, a utilização de textos para resolução de problemas serviu como ferramenta que possibilitou ao professor analisar as dificuldades manifestadas pelos discentes ao longo do curso e proporcionou às aulas um caráter mais problematizador, favorecendo uma educação cívica mais crítica e reflexiva.

**Palavras-chave:** Ensino de Química; habilidades cognitivas; CTSA; resolução de problema.

## Abstract

This work sought to analyze the presence of the STSE (Science; Technology; Society; Environment) approach in texts elaborated by the students of the discipline of Organic Chemistry I, of the course of Degree in Chemistry, as well as the cognitive skills developed by them throughout the discipline, through resolution of problems, which presented four distinct themes. Through the results, as the students advanced in the discipline, it was observed that they progressed in the STSE approach and in the level of the cognitive skills. The way the students solved the problems was also improved, as well as their scientific writing. Thus, the use of texts to solve problems served as a tool that enabled the teacher to analyze the difficulties manifested by the students throughout the course and provided to the classes a more problematizing character, favoring a more critical and reflective civic education.

**Keywords:** Teaching of Chemistry; cognitive skills; STSE; resolution of problems.

## INTRODUÇÃO

O modelo tradicional de ensino, o qual valoriza a memorização de conceitos e o papel centralizador do professor, pouco contextualiza os conceitos com a realidade do estudante e compreende a Ciência como imutável e isolada de outros contextos.

Segundo o PCNEM (2000), o ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias,

[...] Cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-las aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas. Enfim, a aprendizagem na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias indicam a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade (PCNEM, 2000).

Observa-se, entretanto, que o ensino de Ciências, em específico o ensino de Química, resume-se, majoritariamente, à memorização de fórmulas matemáticas, definições e nomenclatura de compostos (Lima et al., 2000). Como consequência, o aluno utiliza das definições memorizadas em avaliações, encontrando dificuldades para explicar e relacionar os fenômenos do cotidiano com os conceitos químicos estudados.

Diante disso, verifica-se a necessidade de mudanças no atual modelo de ensino, de forma a possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania, proporcionando-lhes uma aprendizagem significativa com relação aos conteúdos e ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas (Nunes et al., 2009). A aprendizagem significativa é um conceito central da teoria proposta por David Ausubel, em meados da década de 60 (Ausubel, 2000; Moreira, 1999). A teoria ausubeliana:

Formula uma possível explicação de como as novas informações ou os novos conhecimentos se relacionam com um aspecto relevante, pré-existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo, subordinando o método de ensino à capacidade dos indivíduos em assimilar e armazenar as informações (Correia, Silva & Junior, 2010).

Reiterando o exposto pela teoria de Ausubel, a aprendizagem será significativa quando o aluno conseguir relacionar significativamente a nova informação com os conhecimentos prévios existentes na sua rede cognitiva.

Propostas de ensino elaboradas nesta perspectiva possibilitam ao aluno relacionar o conhecimento químico com questões científicas, sociais, ambientais e tecnológicas.

Nesse sentido, a perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) pode subsidiar uma formação mais crítica e cidadã dos estudantes. A abordagem CTSA compreende a Ciência como uma construção humana e auxilia na diminuição do afastamento entre alguns campos de conhecimento, além de valorizar a pluralidade cultural (Oliveira & Queiroz, 2013). Dessa maneira, o conhecimento químico ganha caminhos e pode ser percebido não apenas em imagens do livro didático ou nos modelos apresentados em sala de aula, mas como uma Ciência aplicável e que faz parte do desenvolvimento humano (Junior & Silva, 2016).

Ainda, o Ensino de Química deve prever atividades problematizadoras para que os estudantes sejam desafiados a procurar soluções, levantar e testar hipóteses, discutir suas ideias com os outros estudantes e professores e também registrar por escrito suas impressões sobre a experiência vivida (Oliveira, 2009).

A escrita é vista, segundo Ferreira & Queiroz (2011), como um espaço para manifestação de práticas discursivas diversas, contribuindo para uma aprendizagem de autoria, que, segundo Orlandi (1996) é a inserção do sujeito na cultura e sua posição no contexto histórico-social.

Segundo Carvalho (2004, p. 230), “falar, ouvir e procurar uma explicação sobre os fenômenos, depois escrever e desenhar, isto é, se expressar em diversas linguagens, solidifica e sistematiza os conceitos aprendidos”.

No entanto, as disciplinas de Química no Ensino Médio, bem como as disciplinas dos cursos de graduação em Química (bacharelado e licenciatura), pouco promovem ações e atividades para que essa habilidade seja promovida. Por apresentar elementos mais característicos de uma abordagem quantitativa, os professores desses cursos acabam deixando para os professores das áreas pedagógicas a promoção dessa habilidade nos estudantes e enfatizam outras ações, como a realização de cálculos, por exemplo. Mas, sabe-se que a capacidade de ler e escrever são essenciais para qualquer que seja o caminho que o estudante decidir seguir, seja atuando como cientista, químico ou professor.

Nesse aspecto, este trabalho investiga as contribuições da disciplina de Química Orgânica - proposta na perspectiva da resolução de um problema - para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e compreensões sobre a relação CTSA, por meio da escrita, por licenciandos de Química.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Lima et al. (2000), o ensino de Química, em destaque a Química Orgânica, apresenta poucas discussões de aspectos além dos conceituais, limitando-se, majoritariamente, à memorização de reações, estruturas, definições e nomenclatura de compostos. Além disso, nota-se que a escrita, no Ensino Superior, está vinculada, predominantemente, à iniciação científica, não sendo utilizada como metodologia nas diversas disciplinas do curso de Licenciatura em Química. Dessa forma, o aluno tem dificuldade em perceber a aplicabilidade dos conceitos em seu cotidiano. Muitas vezes, ele utiliza as definições memorizadas apenas no momento da avaliação, tendo, portanto, dificuldade de explicar e relacionar fenômenos do cotidiano com os conceitos químicos estudados. Diante disso, verifica-se a necessidade de mudanças no atual modelo de ensino, de forma que os alunos consigam relacionar o conhecimento químico com questões científicas, sociais, ambientais e tecnológicas (Júnior & Silva, 2016).

Neste contexto, surge o movimento CTS, que teve início no Brasil no período da década de 1960, como uma forma de se entender as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Vale destacar que nesse período de desenvolvimento, a relação CTS estava vinculada aos movimentos de meio ambiente que surgiam pelo país, ficando denominada de abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Meio Ambiente (CTSA) com o principal intuito, segundo Rebello et al. (2012), de construir uma formação cidadã mais crítica e reflexiva a toda humanidade.

Marcondes et al. (2009) defendem que a abordagem CTS (e no caso deste trabalho, CTSA) nas aulas de Ciências contribui para o comprometimento mais atuante do aluno nas questões de ordem sociais, políticas, econômicas e ambientais, uma vez que possibilita romper com a imagem neutra da Ciência, promovendo, assim, o interesse do aluno pela disciplina, melhorando o seu nível de criticidade, ajudando na resolução de problemas de ordem pessoal e social, permitindo maior consciência das interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

A temática CTS no contexto educacional, segundo Acevedo (1996), contribui para:

1. Desenvolvimento e compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, suas relações e diferenças, cujo propósito é atrair mais alunos para estudos relacionados à ciência e tecnologia;
2. Potencialização dos valores próprios da ciência e da tecnologia para entender o que delas se pode levar na sociedade, considerando, também, aspectos éticos;
3. Uma abordagem que possibilita aos estudantes obterem maior compreensão dos impactos sociais da ciência e da tecnologia, permitindo, assim, a participação ativa na sociedade.

Reiterando o exposto, o ensino de Ciências com o enfoque CTS prepara os futuros cidadãos para que sejam capazes de participarem ativamente no processo de tomada de decisões na sociedade, de maneira democrática (Cerezo, 1999). Para tal, objetiva-se que os alunos compreendam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade e desenvolvam habilidades, tais como a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam e irão se deparar em seu cotidiano (Acevedo, 1996).

O desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a capacidade de resolver problemas e tomar decisões, assim como a capacidade de “aprender a aprender”, segundo Zabala (1998), possibilita aos estudantes serem cada vez mais autônomos em suas aprendizagens.

As habilidades cognitivas podem, segundo Zoller (2005), ser definidas em duas categorias: as habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS, que em inglês significa *Low Order Cognitive Skills*) e as de alta ordem (HOCS, que é a sigla em inglês para *High Order Cognitive Skills*). As habilidades cognitivas de baixa ordem requerem dos alunos lembrar a informação ou simplesmente aplicar a teoria ou conhecimento em situações e contextos familiares e requer do estudante capacidades tais como: conhecer, recordar a informação e/ou aplicar conhecimentos ou algoritmos memorizados em situações conhecidas e resolução de exercícios. As habilidades cognitivas de alta ordem são definidas como sendo aquelas necessárias para a resolução de problemas não familiares, requerindo do estudante um conhecimento adicional à aplicação de conceitos, como a análise e capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas, tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo (ZOLLER, 1993).

Neste sentido, o ensino de Química deve proporcionar o envolvimento dos estudantes em atividades problematizadoras, para que assim sejam desafiados a procurar soluções, levantar e testar hipóteses (Oliveira, 2009).

Existe um grande consenso de que se deve incluir e potencializar a Resolução de Problemas na formação de professores, já que ela é considerada uma atividade fundamental em Ciências, no fazer Ciências e no processo de ensino e aprendizagem de Ciências (Nieto & Aznar, 1997).

Os problemas, segundo Losada, Alonso & Marcote (1999), exigem diversificação e servem para desenvolver competências de elevado nível cognitivo. Para Goi & Santos (2003), a Resolução de Problemas pode ser entendida como problemas práticos que o educando deve resolver, podendo serem abertos ou fechados. Em uma investigação fechada, os problemas, os procedimentos e os recursos são dados pelo professor, cabendo ao aluno a tarefa de tirar suas conclusões. Já em um problema aberto, cabe ao educando propor toda a sua solução, desde a formulação do problema, escolha dos procedimentos para o preparo do experimento (no caso em que requer experimentação), interpretar os resultados e tirar suas conclusões (Borges, 1997).

Ainda, segundo Costa & Moreira (1996, p. 177), um problema pode ser caracterizado como diferentes situações que incluem desde situações simples até situações problemáticas mais específicas, envolvendo conhecimentos e habilidades particulares.

Pozo (1998) defende que um problema é uma situação diferente do que já foi aprendido, cuja resolução requer a utilização estratégica de conhecimentos já conhecidos. Para alguns autores (Garret et al., 1990; Pérez & Torregrosa, 1983), os problemas deveriam surgir como surgem os problemas para os cientistas, isto é, sem saber a qual resposta irão chegar, sendo necessárias estratégias que conduzam à possíveis hipóteses e soluções.

Assim, a resolução de problemas baseia-se na apresentação de situações na qual exigem dos alunos atitudes e esforços para buscar suas próprias respostas e conhecimentos, promovendo o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, a fim de propor soluções para as situações novas e variáveis (Goi & Santos, 2003).

As hipóteses manifestadas para a solução de um problema, a comunicação dos resultados obtidos, entre outras informações e habilidades que envolvem a resolução de um problema em Química, pode ser apresentada utilizando-se de diversos meios de expressão linguística. Entre elas destacamos a escrita.

A escrita pode ser considerada uma ferramenta que pode favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. A escrita científica pode ser utilizada como instrumento de aprendizagem, pois, segundo Oliveira (2009), realça a organização das ideias e do conhecimento. Segundo a autora, a discussão das ideias também é fundamental para o compartilhamento, socialização e esclarecimento do pensamento, além de auxiliar o desenvolvimento da habilidade de escrita. Para Emig (1977), Martlew (1983), Applebee (1984) e Olson (1995), a escrita como um elemento facilitador da estruturação do pensamento é essencial ao afloramento do raciocínio lógico e formal.

Rivard & Straw (2000) afirmam que a aprendizagem aumenta quando a escrita e a discussão são trabalhadas em conjunto. Vale ressaltar que o discurso oral requer um esforço menor dos participantes, uma vez que as ideias são exploradas, geralmente, de forma coletiva. Por outro lado, o discurso escrito demanda maior esforço cognitivo do aluno, pois é mais convergente e focalizado.

O uso da escrita realça a construção pessoal do conhecimento (Oliveira, 2009). Rivard & Straw (2000) observaram que alunos que escrevem, demonstram ser mais objetivos e explícitos, são mais detalhistas e tendem a ser mais rigorosos em seu tratamento do tema. Sendo assim, a construção da escrita científica é fundamental para que os alunos compreendam a linguagem

científica e aprendam ciência. Para Mateus & Costa (2009), a escrita científica traduz o conhecimento científico e seus valores. Por esta razão, as ferramentas que permitem uma apropriação dessa linguagem devem ser amplamente utilizadas, já que facilitam a aprendizagem das Ciências e as interações na sala de aula.

## METODOLOGIA

### A disciplina

A disciplina de Química Orgânica I foi desenvolvida de forma a contemplar a estratégia de resolução de problemas, relacionados à perspectiva CTSA, em uma turma de 44 estudantes do terceiro período de graduação em Licenciatura em Química, de uma universidade mineira.

A disciplina tinha como objetivo desenvolver os seguintes conteúdos de Química Orgânica: Hidrocarbonetos, haletos orgânicos, aromáticos e estereoquímica, nomenclatura, propriedades físico-químicas, reações de substituição e adição e mecanismo radicalares e iônicos.

A tabela 1 descreve o plano da disciplina.

**Tabela 1** – Descrição das atividades realizadas na disciplina Química Orgânica I.

<b>Dia</b>	<b>Descrição</b>
1	Introdução: estrutura eletrônica e ligações químicas, estruturas orgânicas, grupos funcionais, propriedades físico-químicas e elaboração do Texto I.
2	Alcanos e cicloalcanos: nomenclatura, propriedades físico-químicas, reações e síntese, análise conformacional dos cicloalcanos.
3	Reações radicalares
4	Exercícios de revisão. Atividade Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente CTSA
5	Estereoquímica: moléculas quirais e aquirais, enântiômeros e diastereoisômeros.
6	Avaliação 1.
7	Alquenos e alquinos: nomenclatura, propriedades físico-químicas, reações dos alquenos.
8	Adição eletrofílica à alquenos: regra de Markovnikov; preparação dos alquenos
9	Sistemas conjugados (adições 1,2 e 1,4), reações de Diels Alder, polimerização radicalar de alquenos, oxidação de alquenos.
10	Reações de alquinos. Elaboração do texto II.
11	Exercícios de revisão. Atividade Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente CTSA
12	Reação de substituição nucleofílica em haletos de alquila. Reações S <sub>N</sub> 1 e S <sub>N</sub> 2.
13	Aromáticos: benzeno e derivados, nomenclatura, aromaticidade e reações. Entrega do trabalho escrito.

(Continua)

Dia	Descrição
14	Apresentação de trabalho oral CTSA.
15	Apresentação de trabalho oral CTSA.
16	Avaliação 2:Devolutiva dos resultados dos trabalhos. Elaboração do texto III (como parte da questão da avaliação 2).
17	Devolutiva dos resultados dos trabalhos.
18	Avaliações de segunda chamada
19	Avaliação substitutiva

(Termina)

Na primeira aula da disciplina foi solicitado aos alunos que escrevessem, individualmente e sem consulta, um texto relacionando uma das seguintes temáticas a uma abordagem CTSA: biocombustível x combustíveis fósseis, defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais. Observe que os temas são conflitantes entre si. Assim, os estudantes produziram os seus textos levando em conta esta característica. Vale ressaltar que a maioria dos estudantes não apresentava conhecimento sobre a abordagem CTSA.

No decorrer da disciplina, os estudantes foram separados em 7 grupos, estando cada grupo relacionado a um dos seguintes temas para investigar: combustíveis fósseis x biocombustíveis, sacarose x substituintes da sacarose, defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais, polímeros sintéticos x polímeros naturais. Os temas foram propostos pela professora da disciplina, porém os estudantes tiveram a liberdade de se agruparem.

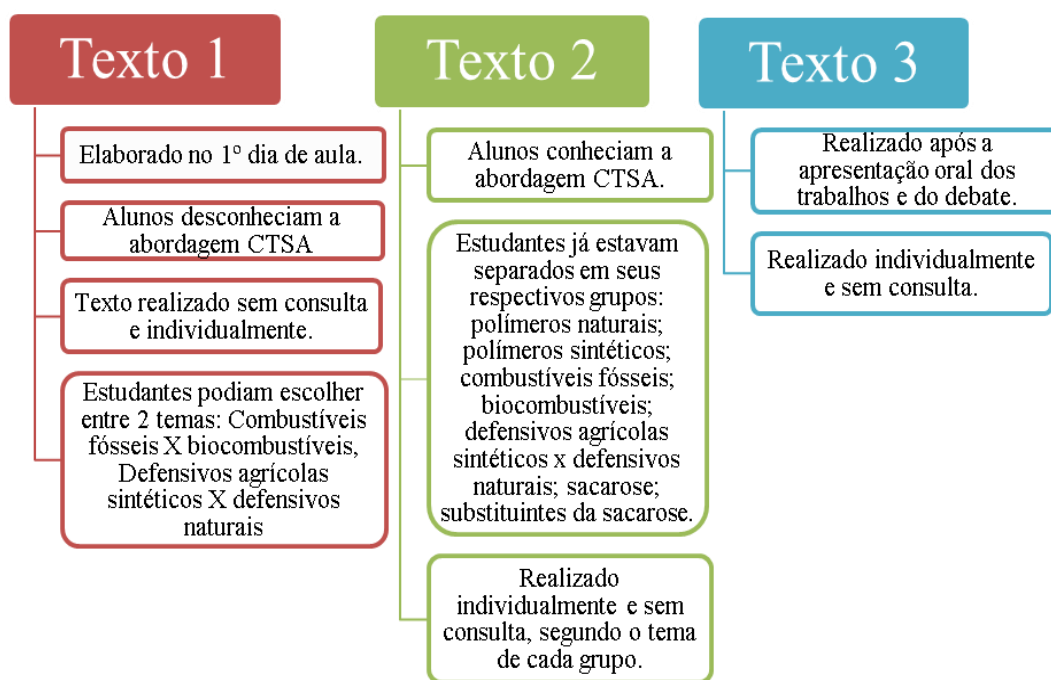
Após 3 aulas, uma explicação pela professora da disciplina sobre a abordagem CTSA foi realizada, de forma que os estudantes tomassem conhecimento sobre a abordagem e suas relações com as temáticas em estudo. Na 10ª aula, foi solicitado que os licenciandos elaborassem uma segunda versão dos textos, individualmente e sem consulta, de acordo com o tema que deveria ser investigado pelo grupo. Os estudantes ainda não tinham em mãos um problema específico para resolver, sendo este explicitado a eles na aula seguinte (11ª aula).

O momento da resolução do problema ocorreu na sala de aula em forma de debate, nas aulas 14 e 15. O grupo que escolheu o tema polímeros sintéticos debateu com o grupo de polímeros naturais; o grupo que investigou sobre aspectos relacionados aos combustíveis fósseis debateu com o grupo que investigou sobre os biocombustíveis e o grupo que escolheu o tema sacarose debateu com o grupo que investigou sobre os substituintes da sacarose. A terceira versão do texto ocorreu na 16ª aula e foi realizada, individualmente e sem consulta, após a apresentação oral dos trabalhos e o debate, sendo o texto parte da seguinte questão da segunda avaliação:

*“Elabore um texto empregando perspectivas CTSA sobre a temática do problema avaliado pelo seu grupo.”*

Embora os estudantes tenham realizado um debate em sala de aula, neste trabalho será evidenciada apenas a produção de seus textos.

A figura 1 mostra um esquema simplificando o processo de desenvolvimento dos textos pelos estudantes.



**Figura 1:** Esquemática do desenvolvimento dos textos pelos estudantes.

### Metodologia de pesquisa

O trabalho apresenta como característica a pesquisa qualitativa, que segundo Godoy (1995), tem como principal atributo o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados.

Nessa pesquisa foram analisados os textos elaborados por 44 licenciados em diferentes momentos da disciplina de Química Orgânica I.

A metodologia da análise dos textos ocorreu através da categorização, na qual, segundo Moraes (2003, p.197) “é um processo de comparação entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes que constituem as categorias”.

As categorias podem ser produzidas por diferentes metodologias: o método dedutivo, o método indutivo e o método intuitivo (Moraes, 2003).

O método dedutivo implica construir categorias antes mesmo de examinar o *corpus* dos textos. Nesse método, organizam-se os elementos nas categorias pré-determinadas, geralmente deduzidas das teorias, que fundamentam a pesquisa.

Já o método indutivo implica construir as categorias com base nas informações contidas no *corpus*. Por um processo de comparação, o pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes, geralmente com base em seu conhecimento adquirido ao longo da vida, sendo, portanto, um processo essencialmente indutivo (Moraes, 2003).



O processo intuitivo implica na superação da racionalidade linear que está implícito nos outros dois métodos, pois se integra num processo de auto-organização em que, a partir de um conjunto complexo de elementos de partida, emerge uma nova ordem (Moraes, 2003).

A descrição anterior dos métodos de categorização mostra que a análise textual qualitativa, de acordo com Moraes (2003, p.198) pode utilizar dois tipos de categorias: categorias *a priori* e categorias emergentes. As primeiras correspondem a construções que o pesquisador elabora antes de realizar a análise propriamente dita dos dados, provindas das teorias em que o trabalho está fundamentado e são obtidos por método os dedutivos. As categorias emergentes, por sua vez, são construções teóricas que o pesquisador elabora a partir das informações do *corpus*. Sua produção é associada aos métodos indutivos e intuitivos.

Neste trabalho, investigaram-se duas perspectivas. A primeira se refere à abordagem CTSA presente nos textos e, a segunda, às habilidades cognitivas manifestadas pelos estudantes em seus textos.

Para a análise da abordagem CTSA, utilizou-se a metodologia de categoria emergente, a qual foi elaborada a partir da presença do enfoque CTSA nos textos.

Para a análise das habilidades cognitivas, foram utilizadas as categorias propostas por Suart e Marcondes (2008). Ou seja, as categorias já estavam prontas (*a priori*).

Nas tabelas 2 e 3 encontram-se as categorias utilizadas, de acordo com o enfoque CTSA e as Habilidades Cognitivas, respectivamente.

**Tabela 2** – Categorias segundo a abordagem CTSA.

<b>Categoria</b>	<b>Abordagem</b>
1	O aluno apresentou apenas 1 elemento da temática.
2	O aluno apresentou 2 elementos da temática.
3	O aluno apresentou 3 elementos da temática.
4	O aluno apresentou os 4 elementos da temática.

Os textos classificados segundo a categoria 1 foram aqueles que apresentaram apenas um elemento da temática, podendo ser Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) ou Meio Ambiente (A). A categoria 2 refere-se à combinação de quaisquer dois, dos quatro elementos da temática. A terceira categoria aborda a combinação de três elementos da temática CTSA e a categoria 4 é referente a abordagem completa da temática.

**Tabela 3** – Categorias segundo as habilidades cognitivas dos estudantes.

<b>Categoria de resposta LOCS</b>	Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não reconhece a situação problema.</li> <li>• Limita-se a expor um dado lembrado.</li> <li>• Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos</li> </ul>
	Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhece a situação problema e identifica o que deve ser buscado.</li> <li>• Não identifica variáveis</li> <li>• Não estabelece processos de controle para a seleção das informações.</li> <li>• Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos</li> </ul>
	Nível 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações.</li> <li>• Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações</li> <li>• Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.</li> </ul>
<b>Categoria de resposta HOCS</b>	Nível 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleciona as informações relevantes.</li> <li>• Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema.</li> <li>• Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema.</li> <li>• Exibe capacidade de elaboração de hipóteses</li> </ul>
	Nível 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais</li> </ul>

As categorias não hierárquicas propostas por Suart e Marcondes (2008) mostram as habilidades que podem ser manifestadas ou desenvolvidas por estudantes em ordem crescente de exigência cognitiva. Os estudantes podem apenas utilizar dados lembrados para responder a um problema (N1), ou seja, habilidades de baixa ordem, ou selecionar informações e sugerir hipóteses e soluções para o problema, o que demandaria uma exigência cognitiva maior (N4 ou N5).

Nesta pesquisa, os textos foram organizados segundo suas versões (1ª versão, 2ª versão e 3ª versão) e segundo os temas: Combustíveis, Sacarose, Polímeros e Defensivos agrícolas. Observe que no tema *Combustíveis* há dois subtemas: *Combustíveis fósseis* e *Biocombustíveis*; no tema *Polímeros* há dois subtemas: *Polímeros sintéticos* e *Polímeros naturais*; no tema *Sacarose* há os subtemas: *Sacarose* e *Substituintes da sacarose* e por fim, no tema sobre *Defensivos agrícolas* há dois subtemas: *Defensivos agrícolas sintéticos* e *Defensivos naturais*. Desta forma, os textos foram analisados levando-se em conta o seu caráter conflitante. Por esta razão, os resultados e as discussões abordarão os temas como *Combustíveis fósseis x Biocombustíveis*, *Polímeros naturais x Polímeros sintéticos*, *Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais* e *Sacarose x substituintes da sacarose*, ressaltando, assim, o caráter conflitante presente nos temas e nos textos. Analisaram-se e categorizaram-se os textos, primeiramente, segundo a abordagem CTSA (parte I), e posteriormente, segundo as habilidades cognitivas (parte II).

Após a categorização dos textos, buscou-se analisar a relação da abordagem CTSA em cada resolução do problema com as habilidades cognitivas promovidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

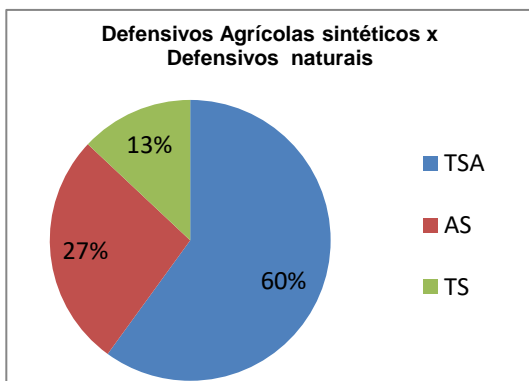
Após a análise e categorização dos textos, gráficos foram elaborados a fim de facilitar a visualização e compreensão dos resultados obtidos.

Os resultados e as discussões serão apresentados em duas partes:

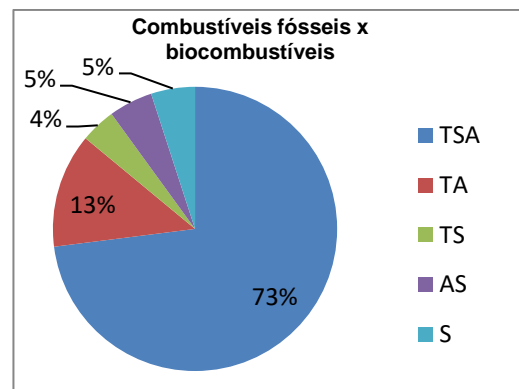
- PARTE I – apresentação e discussão dos resultados da análise e categorização dos textos segundo a abordagem CTSA;
- PARTE II – apresentação e discussão dos resultados da análise e categorização dos textos segundo as habilidades cognitivas.

### PARTE I - Análise dos textos segundo a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente):

#### ➤ Primeira versão dos textos

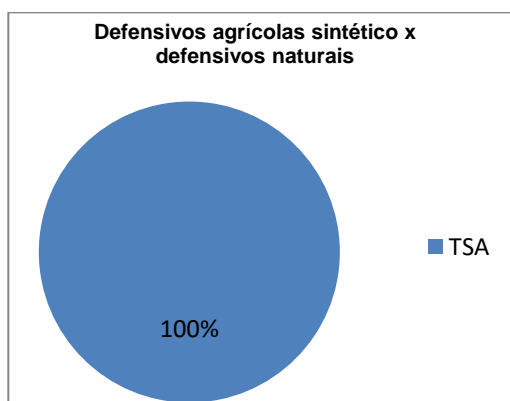


**Gráfico 1:** Resultado das análises da primeira versão dos textos sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais.

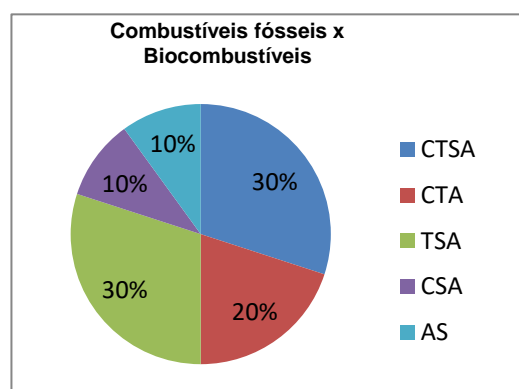


**Gráfico 2:** Resultado das análises da primeira versão dos textos sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis.

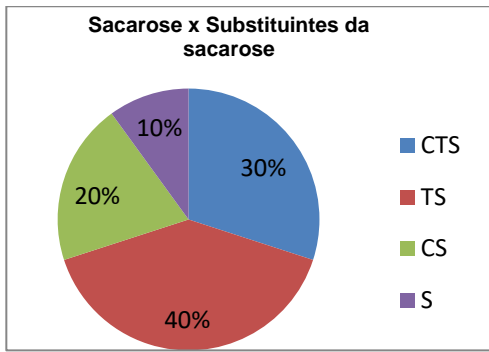
#### ➤ Segunda versão dos textos



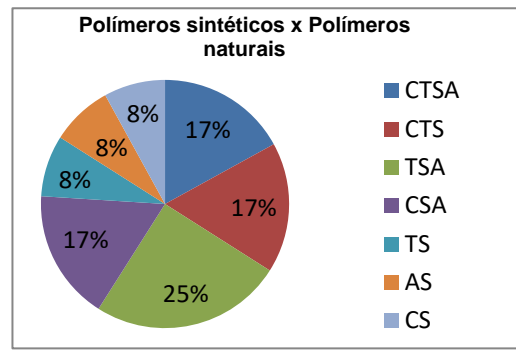
**Gráfico 3:** Resultado das análises da segunda versão dos textos sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais.



**Gráfico 4:** Resultado das análises da segunda versão dos textos sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis.

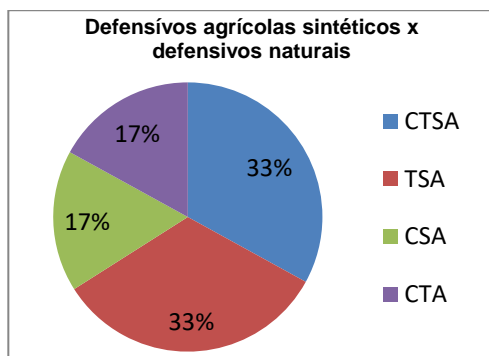


**Gráfico 5:** Resultado das análises da segunda versão dos textos sobre sacarose x substituintes da sacarose.

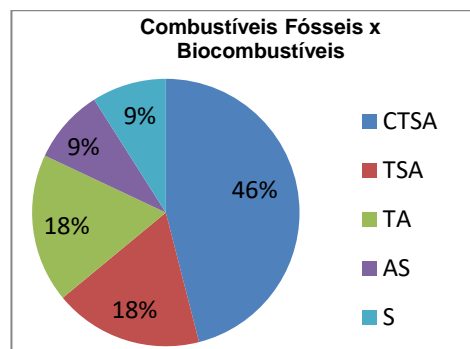


**Gráfico 6:** Resultado das análises da segunda versão dos textos sobre polímeros sintéticos x polímeros naturais.

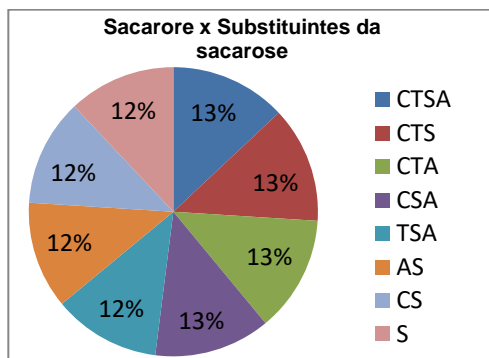
➤ **Terceira versão dos textos**



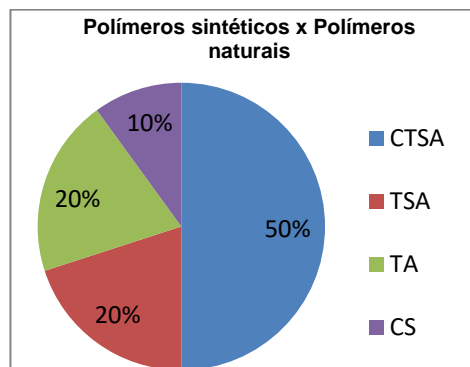
**Gráfico 7:** Resultado das análises da terceira versão dos textos sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais



**Gráfico 8:** Resultado das análises da terceira versão dos textos sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis.



**Gráfico 9:** Resultado das análises da terceira versão dos textos sobre sacarose x substituintes da sacarose.



**Gráfico 10:** Resultado das análises da terceira versão dos textos sobre polímeros sintéticos x polímeros naturais.

Os textos foram categorizados segundo a abordagem CTSA, ou seja, analisou-se se havia, nos textos elaborados pelos estudantes, argumentos que relacionassem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Meio Ambiente.

Na primeira versão dos textos, os estudantes ainda não conheciam a abordagem CTSA. Vale ressaltar que os problemas não haviam sido propostos a eles, sendo anunciados dois temas, cada um com suas características conflitantes: defensivos agrícolas x defensivos naturais ou os

combustíveis fósseis x biocombustíveis. Os estudantes tiveram que discorrer sobre um dos dois temas sugeridos, explanando o motivo de suas escolhas.

Observa-se que os estudantes apresentaram dificuldade em abordar a perspectiva CTSA em suas resoluções, sendo, talvez, este o motivo pelo qual não conseguiram expor todos esses elementos de forma a contextualizar o tema proposto. Todavia, isso já era esperado, uma vez que a abordagem CTSA, nesta primeira etapa, ainda não havia sido apresentada aos estudantes.

Os estudantes se limitaram apenas em mencionar alguns aspectos relacionados às abordagens TSA, mas não justificaram ou argumentaram de forma mais ampla as suas ideias, como por exemplo, explicando o porquê de os defensivos sintéticos trazerem prejuízos à saúde, quais seriam esses prejuízos, o motivo de fazerem mal ao meio ambiente, quais as consequências de seu uso inadequado, ou ainda, como os defensivos naturais agem e porque seriam os mais (ou menos) eficientes. A ausência dessas explicações pode ter sido um dos fatores para que os textos não tivessem a abordagem “Ciência”, já que a explicação requereria o uso de alguns conceitos científicos, e muitos deles, seriam abordados durante as aulas da disciplina. Abaixo estão alguns exemplos:

*“(...) Em contrapartida temos os defensivos agrícolas naturais, que são resultado de várias pesquisas em busca de técnicas que não agridem tanto o meio ambiente.”*

**(exemplo da abordagem “Tecnologia” – Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais, aluno 34).**

*“Com uma crise que afeta a economia do Brasil e sua principal empresa petroleira, a sociedade tem sofrido bastante com o aumento dos preços de produtos como a gasolina.”*

**(exemplo da abordagem “Sociedade” – Combustíveis fósseis x biocombustíveis, aluno 26).**

*“(...) já os naturais são mais viáveis para o meio ambiente, pois não causa danos ao solo (...).”*

**(exemplo da abordagem “Ambiente” – Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais, aluno 31).**

*“A vantagem do biocombustível é ser menos poluente (...) e utilizar como produto principal matérias renováveis.”*

**(exemplo da abordagem “Ambiente” – Combustíveis fósseis x biocombustíveis, aluno 40).**

*“Na produção do biocombustível são aliadas várias áreas (...) nos estudos para conversão da matéria prima em combustível, também nas fabricações de equipamentos para a sintetização do combustível e para a fabricação dos motores.”*

**(exemplo da abordagem “Tecnologia” – Combustíveis fósseis x biocombustíveis, aluno 10).**

*“Aqueles que são sintetizados no laboratório são mais viáveis economicamente (...), pois são produzidos em grande escala (...), porém trazem sérios problemas (...) para quem consome.”*

**(exemplo da abordagem “Sociedade” – Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais, aluno 31).**

Assim, mesmo contextualizando as informações do tema com os aspectos sociais, ambientais e tecnológicos, os discentes não conseguiram fazer uma relação direta com os conceitos químicos, também essenciais para a explicação do tema, limitando-se apenas em mencionar a Ciência como sendo um fator importante para o avanço da tecnologia.

Segundo Mortimer e Vieira (2010) o aprendizado depende do diálogo estabelecido entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica. Desta forma, pode-se dizer que a ausência de explicações mais aprofundadas e fundamentadas em conceitos científicos pode ser justificada pelo fato de os estudantes não terem tido, até o momento, acesso a esse tipo de conhecimento,

apresentando, conseqüentemente, argumentos baseados em senso comum, advindos de suas experiências cotidianas.

Na segunda versão dos textos, observou-se que os estudantes tiveram menos dificuldade em apresentar explicações pautadas em argumentos científicos se comparados aos textos da primeira versão, com exceção dos textos sobre *Defensivos agrícolas sintéticos x Defensivos agrícolas naturais* - no qual todos os estudantes apresentaram uma abordagem TSA, como pode ser visto no Gráfico 3.

A seguir, encontram-se alguns trechos retirados dos textos dos alunos para exemplificar o exposto.

*“Os polímeros naturais estão divididos (...) em três classes: carboidratos – compostos de função mista, poliálcool, aldeído ou qualquer composto que sofra hidrólise; lipídeos – éteres que sofrem hidrólise e formam ácidos graxos superiores; e por fim as proteínas – combinação de  $\alpha$ -aminoácidos por ligações peptídicas.”*

**(Exemplos da abordagem “Ciência” – polímeros sintéticos x polímeros naturais, aluno 25).**

*“(...) as indústrias de alimentos tem procurado substitutivos para a sacarose que atendam a demanda por produtos diet e light sem modificar as características dos produtos convencionais como textura, sabor e aroma.”*

**(Exemplos da abordagem “Tecnologia” – sacarose x substituintes da sacarose, aluno 35)**

*“(...) Quando queimados produzem poluentes como dióxido de carbono ( $CO_2$ ), resíduos particulados, entre outros, que podem ser representados pela equação de queima de um hidrocarboneto simples:  $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + calor$ .”*

**(Exemplos da abordagem “Ciência” – Combustíveis fósseis x biocombustíveis, aluno 32).**

*“(...) a sacarose, ou açúcar comum, pode ser prejudicial à saúde, podendo desativar o sistema imunológico, provocar um aumento rápido de adrenalina, hiperatividade e ansiedade, alimenta as células cancerosas entre inúmeros outros malefícios.”*

**(Exemplos da abordagem “Sociedade” – sacarose x substituintes da sacarose, aluno 35).**

Observa-se que no problema sobre *Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais*, os alunos apresentaram dificuldade em abordar conceitos científicos. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de que temas relacionados aos biocombustíveis e polímeros são mais comuns e mais discutidos durante nossas vidas acadêmicas do que aqueles relacionados à sacarose e aos defensivos agrícolas. Desta forma, a não familiaridade com o tema pode ter resultado em textos classificados na categoria 2 e 3.

Analisando o gráfico 4 para a temática *Combustíveis fósseis x biocombustíveis*, é possível observar que a maioria dos estudantes (30%) conseguiu redigir um texto com abordagem CTSA, o que indica uma melhora nos resultados quando comparado à primeira versão dos textos com o tema *Combustíveis fósseis x biocombustíveis* (gráfico 2) – no qual os estudantes apresentaram, majoritariamente, textos classificados nas categorias 2 e 3 (22% e 73%, respectivamente).

Nos textos que abordavam a temática *Polímeros naturais x polímeros sintéticos*, averiguou-se que a maioria dos estudantes apresentou uma abordagem TSA (25%) e apenas 17% dos alunos conseguiu elaborar um texto com abordagem CTSA. Ainda no que diz respeito aos textos sobre polímeros (gráfico 6), observa-se que 24% dos textos podem ser classificados na categoria 2.

Na terceira versão dos textos, pode-se observar uma melhora significativa em relação aos textos de todas as temáticas, já que em todos eles foi possível averiguar a presença da abordagem CTSA. Vale ressaltar que os textos foram elaborados após o debate, o que pode ter auxiliado para a melhora dos resultados.

Nos textos que abordavam o tema *Defensivos agrícolas sintéticos x Defensivos naturais* (gráfico 7), pode-se observar que, nas primeiras versões, os estudantes não conseguiram abordar a “Ciência”, porém, ao analisar o gráfico 7, nota-se uma melhora nesses resultados, com 33% dos textos classificados na categoria 4.

Ainda sobre os textos com a temática *Defensivos agrícolas sintéticos x Defensivos naturais*, nota-se que 34% deles foram classificados na categoria 3, sendo que todos relacionavam a abordagem “Ciência”. Com isso, fica evidente o progresso dos textos referentes ao tema, uma vez que nos textos anteriores não havia a presença de conceitos científicos para resolver o problema ou um diálogo desses conceitos com as questões ambientais, sociais e tecnológicas.

*“(…) Durante a fotossíntese ocorrerá a formação da glicose, que será metabolizada por dois intermediários. O produto de tal metabolismo será uma substância chamada metabólito secundário e este inibirá o crescimento das ervas daninhas”.*

**(Exemplos da abordagem “Ciência” – Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais, aluno 12).**

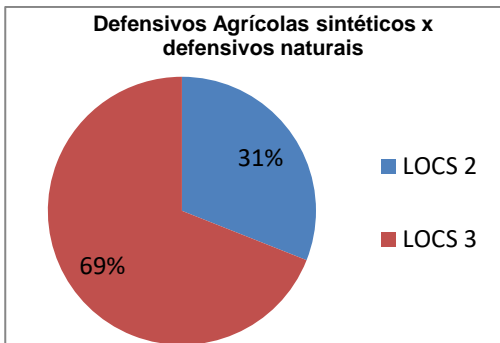
*“Espécies nitrogenadas como  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}$  oriundas do uso de fertilizantes (nas plantações de cana de açúcar) podem estar presentes no ar e no solo (...) afetando a qualidade da água (...) resultando em chuva ácida:  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$ .”*

**(Exemplo da abordagem “Ciência” – Defensivos Agrícolas sintéticos x defensivos naturais, aluno 26).**

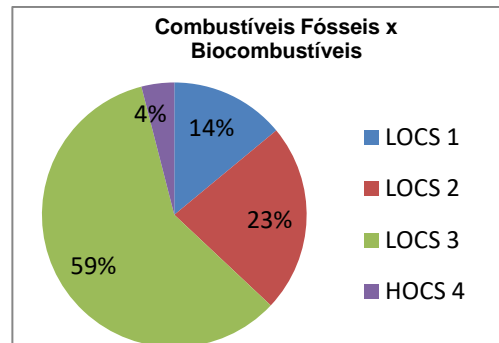
Observa-se que as explicações nessa última versão dos textos se apresentaram mais completas e as informações estão mais bem organizadas. Ou seja, na primeira versão dos textos observou-se a ausência de explicações mais aprofundadas e fundamentadas em conceitos científicos. Entretanto, averiguou-se que, ao longo da disciplina, conforme os conceitos foram sendo estudados e as relações CTSA debatidas pela professora, os estudantes desenvolveram uma escrita mais refinada, resultando em textos mais completos e fundamentados em conceitos químicos. Nos textos elaborados com o tema *Polímeros sintéticos x Polímeros naturais* (gráfico 10), constatou-se que a metade dos estudantes apresentou uma abordagem CTSA (categoria 4), o que indica uma evolução dessa versão em relação às versões anteriores, na qual apenas 17% dos textos foram classificados como categoria 4.

## PARTE II - Análise dos textos segundo os níveis de Habilidades Cognitivas:

### ➤ Primeira versão dos textos

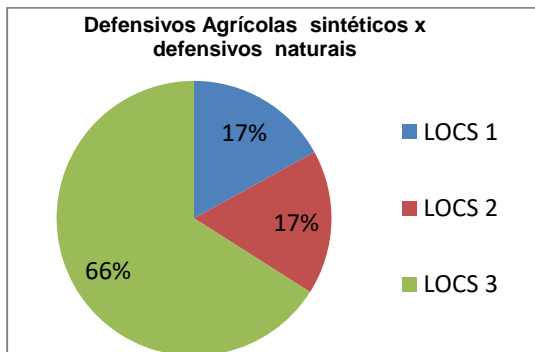


**Gráfico 11:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da primeira versão dos textos sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais.

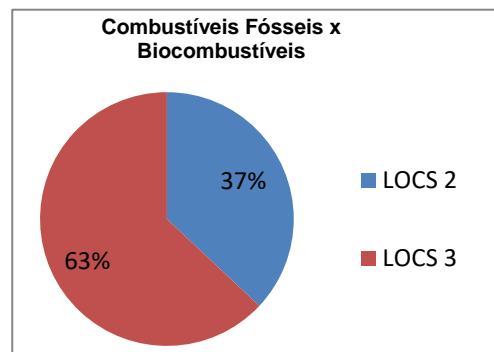


**Gráfico 12:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da primeira versão dos textos sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis.

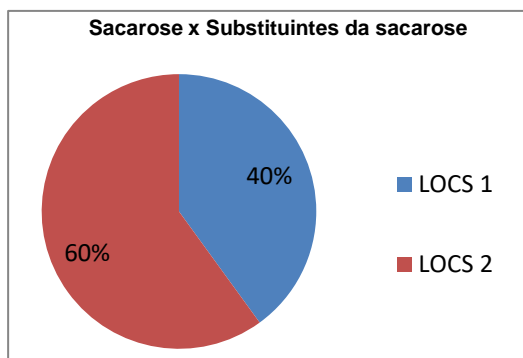
### ➤ Segunda versão dos textos



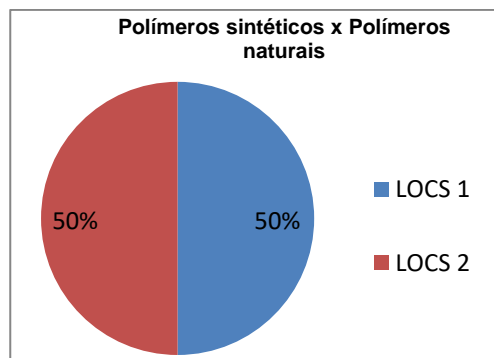
**Gráfico 13:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da segunda versão dos textos sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais.



**Gráfico 14:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da segunda versão dos textos sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis.



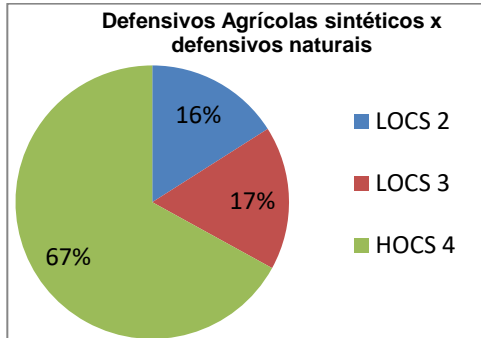
**Gráfico 15:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da segunda versão dos textos sobre sacarose x substituintes da sacarose.



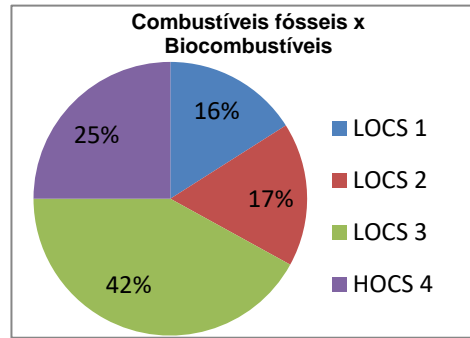
**Gráfico 16:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da segunda versão dos textos sobre polímeros sintéticos x polímeros naturais.



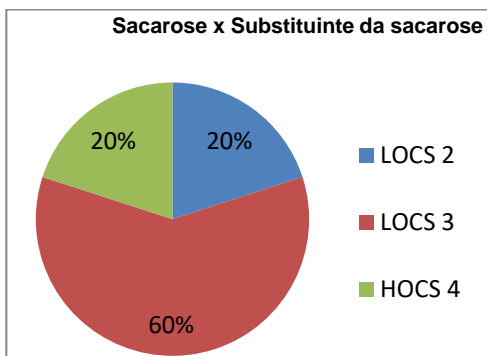
➤ **Terceira versão dos textos**



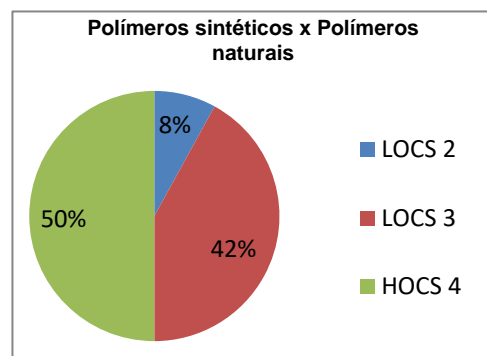
**Gráfico 17:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da terceira versão dos textos sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais.



**Gráfico 18:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da terceira versão dos textos sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis.



**Gráfico 19:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da terceira versão dos textos sobre sacarose x substituintes da sacarose.



**Gráfico 20:** Resultado das análises, segundo os níveis das Habilidades Cognitivas, da terceira versão dos textos sobre polímeros sintéticos x polímeros naturais.

**Tabela 4-** Resultado das habilidades cognitivas desenvolvidas.

1ª versão dos textos				
	LOCS1	LOCS2	LOCS3	HOCS4
Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais	-	31%	69%	-
Combustíveis fósseis x biocombustíveis	14%	23%	59%	4%
Polímeros sintéticos x polímeros naturais	-	-	-	-
Sacarose x substituintes da sacarose	-	-	-	-
2ª versão dos textos				
	LOCS1	LOCS2	LOCS3	HOCS4
Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais	17%	17%	66%	-
Combustíveis fósseis x biocombustíveis	-	37%	63%	-
Polímeros sintéticos x polímeros naturais	50%	50%	-	-
Sacarose x substituintes da sacarose	40%	60%	-	-

3ª versão dos textos				
	LOCS1	LOCS2	LOCS3	HOCS4
Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais	-	16%	17%	67%
Combustíveis fósseis x biocombustíveis	16%	17%	42%	25%
Polímeros sintéticos x polímeros naturais	-	8%	42%	50%
Sacarose x substituintes da sacarose	-	20%	60%	20%

Analisando os gráficos referentes à primeira versão dos textos e a tabela 4, pode-se observar que os estudantes elaboraram seus textos apresentando habilidades cognitivas de baixa ordem, sendo que 69% dos textos referentes ao tema *Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais*, e 59% dos textos referentes ao tema *Combustíveis x biocombustíveis*, foram classificados na categoria LOCS 3. Os estudantes apresentaram resolução do problema baseado em ideias já conhecidas ou lembradas, e as variáveis identificadas não possuíam seus significados conceituais compreendidos, como podemos identificar no exemplo abaixo:

“(...) o biocombustível é menos agressivo ao meio ambiente, pois vem de plantações e ao entrar em combustão gera gases não letais. Portanto (...) os biocombustíveis são melhores do que os fósseis, e por isso deve haver grande investimento (...)” (trecho extraído do texto sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis – aluno 10).

“(...) apesar da eficiência, ele (defensivos agrícolas sintéticos) prejudica o ambiente, pois é algo feito com tecnologia que tem alguns benefícios para o plantio, mas pode trazer a morte de alguns animais” (trecho extraído do texto sobre defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais – aluno 16).

Além de apresentarem habilidades cognitivas de baixa ordem na primeira versão dos textos, os estudantes não foram muito claros em suas explicações e foi difícil identificar uma resolução do problema baseada em conhecimentos científicos considerados básicos para alunos ingressantes em cursos de graduação, sendo estes problemas resolvidos segundo argumentos baseados em senso comum. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de a professora ainda não ter iniciado o conteúdo de Química Orgânica.

Todavia, no decorrer da disciplina e com o avanço do conteúdo de Química Orgânica, não foi possível observar uma evolução considerável dos textos redigidos pelos estudantes. Com relação à segunda versão dos textos, observando os gráficos 13, 14, 15 e 16 e a tabela 4, nos textos sobre *Defensivos agrícolas sintético x Defensivos naturais* e *Combustíveis fósseis x biocombustíveis* a maioria dos alunos apresentou habilidades cognitivas de baixa ordem, de nível 3 (LOCS 3). Dos textos sobre *Polímeros sintéticos x polímeros naturais* e sobre *Sacarose x substituintes da sacarose*, 50% e 60%, respectivamente, se enquadraram na categoria LOCS 2, sendo os demais textos classificados como LOCS 1.

“Ultimamente estamos enfrentando uma crise no mercado dos combustíveis fósseis (...) o que vem acarretando vários problemas (...). Os biocombustíveis são uma proposta inovadora, porém ainda vem sendo estudada. Apesar de ser um combustível que contribui para a natureza, ainda é

“a busca por produtos que possam substituir o açúcar foi motivada, principalmente, pelo aumento de doenças como diabetes e obesidade. Os edulcorantes são considerados substitutos alternativos do açúcar.” (trecho extraído do texto sobre Sacarose x substituintes da sacarose – aluno 31).

*... muito difícil de ser produzido no Brasil (...).”*  
**(trecho extraído do texto sobre Combustíveis fósseis x biocombustíveis – aluno 6).**

Isso pode ter ocorrido, pois a ausência da abordagem CTSA pode dificultar a análise das variáveis e as relações entre estas e os elementos do problema, podendo, também, resultar na dificuldade da resolução do problema e na capacidade de elaboração de hipóteses. Como os textos da segunda versão não tiveram uma abordagem CTSA completa, como consequência, observam-se textos com habilidade cognitiva de baixa ordem.

Outro fator que pode ter influenciado a grande quantidade de textos de baixa ordem cognitiva diz respeito aos problemas. Estes foram entregues aos estudantes somente após a 10ª aula. Se os problemas tivessem sido entregues no início, antes do desenvolvimento dos conteúdos e conceitos, talvez os estudantes conseguissem relacionar as aulas de Química Orgânica com os problemas, o que facilitaria sua resolução assim como sua contextualização com a abordagem CTSA. No que concerne aos temas, àqueles relacionados aos biocombustíveis e aos polímeros são mais comuns e mais discutidos durante nossas vidas acadêmicas do que aqueles relacionados à sacarose, por exemplo. Desta forma, a não familiaridade com o tema pode ter resultado em textos de baixa ordem cognitiva.

Analisando a última versão, constatou-se um aumento no número de textos classificados como HOCS 4. Pode-se afirmar que essa melhora se deve ao fato de os textos terem sido elaborados após o desenvolvimento de todo o conteúdo de Química Orgânica e, também, posterior aos debates dos grupos.

Durante os debates, foram levantadas algumas questões pelo grupo oponente, assim como pela professora. Essas questões podem ter contribuído para que os estudantes elaborassem melhores argumentos para defender seus pontos de vista. Estas questões também contribuíram para que os discentes pudessem corrigir alguns erros conceituais apresentados em seus textos, assim como em seus argumentos, realizados durante o debate. Ainda, podem ter contribuído para o aperfeiçoamento da relação Ciência – Tecnologia – Sociedade – Meio Ambiente.

Observou-se que na última versão dos textos, os estudantes foram mais criteriosos na seleção das informações, analisando melhor as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. Ainda, sugeriram possíveis soluções para o problema.

*“(...) uma técnica muito vantajosa seria o uso de técnicas alelopáticas, sendo a escolhida o Nim. As técnicas alelopáticas se baseiam na eliminação de substâncias químicas: os metabólitos secundários, que se originam do metabolismo da glicose via dois intermediários principais, o ácido chiquímico e o acetato.”* **(trecho extraído do texto sobre Defensivos agrícolas sintéticos x defensivos naturais – aluno 34).**

*“(...) muito se tem falado sobre a substituição dos combustíveis fósseis (...) por biocombustíveis (...). Entretanto, a partir de uma análise mais aprofundada (...) verifica-se que essa substituição pode não ser viável. A movimentação da economia pelos combustíveis fósseis é muito maior do que pelos biocombustíveis. (...) A quantidade de derivados obtidos a partir do petróleo, entre eles, cosméticos, polímeros, fármacos, os combustíveis, entre outros, apresentam grande importância para a economia mundial.”* **(trecho extraído do texto sobre combustíveis fósseis x biocombustíveis – aluno 26).**

*“Os gases poluentes emitidos durante o processo de fabricação das sacolas plásticas são tratados através da lavagem dos mesmos, diminuindo, assim, a quantidade de gases liberados no ambiente. (...) As sacolas são grandes poluidoras devido ao longo tempo que elas levam para se degradarem na natureza (...). Como solução, o amido tem sido*

*empregado na produção das sacolas, o que faz com que a molécula de polietileno (...) fique mais espaçada, permitindo a entrada de água e microrganismos com mais facilidade, diminuindo o seu tempo de degradação no ambiente.”* (trecho extraído do texto sobre **polímeros sintéticos x polímeros naturais** – aluno 36).

Durante a evolução da disciplina e da análise dos dados obtidos, a docente responsável pela turma percebeu que sua inexperiência com a metodologia dificultou que melhores resultados fossem alcançados. As escolhas dos temas propostos nas situações problemas poderiam estar mais adequadas aos conteúdos ministrados na disciplina (tabela 1). O tema *Defensivos agrícolas sintéticos x Defensivos naturais*, por exemplo, foi melhor abordado na disciplina, pois o mesmo pode ser tratado nos conteúdos relacionados a compostos aromáticos e haletos orgânicos. Já o tema *Polímeros sintéticos x Polímeros naturais*, mereceu atenção especial no tópico polimerização radicalar de alquenos. Todavia, encontraram-se dificuldades para contextualizar os temas *Combustíveis fósseis x Combustíveis* e *Sacarose x Substituintes da sacarose*. Foi possível contextualizar os conteúdos de alcanos com os combustíveis fósseis, entretanto, os biocombustíveis poderiam ter sido mais bem elucidados se a disciplina contemplasse melhor os conteúdos sobre álcoois, ésteres e ácidos carboxílicos. As reflexões feitas pela docente se baseiam nos resultados ilustrados na tabela 4. Os diferentes textos abordando o tema *Defensivos agrícolas sintéticos x Defensivos naturais* foram os que apresentaram maiores níveis de habilidade cognitivas pelos estudantes, ou seja, 69% LOCS3, 66% LOCS3 e 67% HOCS4 para a primeira, segunda e a terceira versão, respectivamente. Já os *Polímeros sintéticos x Polímeros naturais* se destacaram na terceira versão dos textos, 50% HOCS.

Ao refletir sobre a sua própria prática e a experiência vivenciada, a professora ressalta que a metodologia de estudos de casos é trabalhosa, e que requer apoio de monitores específicos para auxiliar os estudantes na resolução dos problemas propostos. Ela ainda sugere que a participação em grupos de pesquisa e reflexão sobre a prática - integrada por outros professores da disciplina e, também, de professores da área de Ensino de Química - contribuiria para o desenvolvimento de ações mais efetivas. Para tanto, a docente segue aperfeiçoando a sua iniciativa, participando de um grupo no qual investiga novas estratégias de ensino e avaliação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar como a abordagem CTSA é apresentada em textos escritos por licenciandos - assim como as habilidades cognitivas desenvolvidas ao longo da disciplina de Química Orgânica I, de um curso de Licenciatura em Química.

Pode-se observar que algumas dificuldades foram enfrentadas durante a aplicação da estratégia de ensino, devido à falta de experiência e familiaridade com a metodologia, tanto por parte dos alunos quanto da professora.

Reiterando os resultados obtidos, observou-se que os discentes apresentaram dificuldade em abordar o elemento “C” (Ciência) da abordagem CTSA, o que pode ter ocorrido devido às escolhas dos temas não estarem diretamente relacionados aos conteúdos ministrados, conforme alegado pela própria docente da disciplina.

Os estudantes tiveram dificuldade para relacionar a situação problema com o conteúdo de química orgânica. Isso porque os temas foram empregados durante as aulas, na maioria das vezes,

para exemplificar os diferentes conteúdos, entretanto não foram utilizados com o intuito de orientar os estudantes sobre sua importância para a resolução do problema, o que também pode ter resultado na dificuldade dos estudantes em utilizar os conceitos químicos para resolvê-los.

Desta forma, sugere-se que as aulas sejam conduzidas de modo que os discentes percebam sua importância para a resolução do problema, ou seja, que as aulas sejam mais contextualizadas e problematizadas com os temas.

Ainda, a ausência do elemento “C” na abordagem CTSA pode ter resultado na análise superficial das variáveis e suas relações com os elementos do problema, podendo, também, resultar na dificuldade da resolução do problema e na capacidade de elaboração de hipóteses, ou seja, na manifestação de habilidades de ordem mais alta. Como muitos dos textos elaborados pelos alunos não apresentaram a abordagem CTSA completa, como consequência, observam-se textos com habilidade cognitiva de baixa ordem.

Os problemas foram entregues aos discentes apenas na 11ª aula, deixando pouco tempo para que os grupos pudessem resolvê-los, podendo este ser, também, um dos motivos pelo qual os estudantes encontraram dificuldades para sua resolução. Uma alternativa seria entregar estes problemas no início das aulas, logo após uma explicação sobre a disciplina e suas diferentes metodologias de avaliações.

Apesar dessas dificuldades, resultados positivos puderam ser constatados.

Pode-se observar que os discentes obtiveram progresso em relação à abordagem CTSA e em relação ao nível das habilidades cognitivas, na medida em que avançaram na disciplina.

Essa metodologia não só possibilitou averiguar o aperfeiçoamento em relação a essa abordagem e suas inter-relações, como também pôde auxiliar analisar as dificuldades manifestadas pelos estudantes, em relação aos conteúdos e auxiliá-los a desenvolver habilidades de ordem superior.

A maneira como os estudantes resolveram os problemas não ocorreu da forma esperada, uma vez que os discentes apresentaram dificuldades em utilizar-se dos conhecimentos de química para tal. Todavia, foi possível averiguar melhoras na resolução dos problemas, assim como na escrita científica, ao longo da disciplina. Ainda, a metodologia proporcionou o desenvolvimento de diversas habilidades, tais como: oralidade, trabalho em equipe, argumentação, pesquisa, etc.

No que concerne à escrita como ferramenta de aprendizagem, esta foi um fator importante para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, facilitando a estruturação do pensamento, essencial ao afloramento do raciocínio lógico e formal.

A utilização de textos como ferramenta para resolução de problemas nas aulas de Química Orgânica resultou em aulas mais problematizadoras, de modo que foi possível para a professora propiciar, com os estudantes, condições para a superação do conhecimento popular para o conhecimento científico, favorecendo uma formação cidadã mais crítica e reflexiva.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Acevedo, J. A. D. (1996). Cambiando la práctica docente em la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Biblioteca Digital da OEI*.

Applebee, A. N. (1984). Writing and reasoning. *Review of educational research*, 54(4), 577-596.

Ausubel, D. P., & Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view* (No. 159.953 AUS).

Batinga, V. T. S., & Teixeira, F. M. (2014). A Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 7(1).

Borges, A. T. (1997). O papel do laboratório no ensino de ciências. *I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2-11.

Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas em la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3).

Cerezo, J. A. L. (1999). Título: Los estúdios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20), 217-225.

Clement, L., & Terrazzan, E. A. (2012). Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, 7(2), 98-116.

Correia, P. R. M., Silva, A. C. D., & Romano Junior, J. G. (2010). Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32(4), 4402-1.

Costa, J. A. M. (2000). Educação em ciências: novas orientações. *Millenium*.

Costa, S. S. C. D., & Moreira, M. A. (1996). Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 1, n. 2 (ago. 1996), p. 176-192*.

de Abreu Ferreira, L. N., & Queiroz, S. L. (2011). Autoria no Ensino de Química: Análise de Textos Escritos por Alunos de Graduação. *Ciência & Educação*, 17(3), 541-558.

de Almeida, M. J. P. M., & Ricon, A. E. (1993). Divulgação científica e texto literário-Uma perspectiva cultural em aulas de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 10(1), 7-13.

de Carvalho, A. M. P., & Paulo, S. (2004). Building up explanations in physics teaching. *International Journal of Science Education*, 26(2), 225-237.

De Cássia Suart, R. & Marcondes, M. E. R. (2008). As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(2).

de Deus Mateus, W., & da Costa, L. M. (2009). A utilização de mapas conceituais como recurso didático no ensino de ciências naturais. *Revista Eletrônica de Ciências da Educação*, 8(2).

de Oliveira, R. D. V. L., & Queiroz, G. R. P. C. (2013). Poesia Ambiental De João Batista Melo: Poeta Popular/Que Tem Muito A Ensinar/Veio Do Sertão Ao Rio/Pra Sua Cultura Divulgar. *Scientia Plena*, 9(7 (b)).

Emig, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College composition and communication*, 28(2), 122-128.

Ferreira, M., & Del Pino, J. C. (2009). Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio uma proposta curricular. *Acta scientiae: revista de ensino de ciências e matemática. Canoas, RS. Vol. 11, n. 1 (jan./jun. 2009), p. 101-118.*

Freire, Paulo (1996). *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 57-76.

Garrett, R. M., Satterly, D., Perez, D. G., & Martinez-Torregrosa, J. (1990). Turning exercises into problems: An experimental study with teachers in training. *Internationa lJournal of Science Education*, 12(1), 1-12.

Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de administração de empresas*, 35(2), 57-63.

Goi, M. E. J., & Santos, F. M. (2003). A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1-12.

Jorge, M. M. (1992). Educação em ciência: perspectivas actuais. In Oliveira, M. T. (Coord.), *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta, 29-41.

Junior, A. I. D., & Silva, J. R. R. T. (2016). Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS. *Química nova na escola*, 38(1), 60-69.

Lima, J. D. F., Pina, M. D. S., Barbosa, R. M. N., & Jófili, Z. M. S. (2000). A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, 11(11), 26-29.

Lopes, R. M., Silva Filho, M. V., Marsden, M., & Alves, N. G. (2011). Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. <http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/16307>.

- Lopes, J. B. (1994). Resolução de problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. *Lisboa: Texto Editora*.
- Losada, C. M., Barros, S. G., Alonso, M. M., & Marcote, P. V. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 211-225.
- Mamede, S., & Penaforte, J. (2001). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma abordagem educacional*. Hucitec.
- Marcondes et al. (2009). Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 281-298.
- Martlew, M. (1983). Problems and difficulties: Cognitive and communicative aspects of writing. *The psychology of written language*, 295-333.
- Moraes, R. (2003). Mergulhos Discursivos: análise textual qualitativa entendida como um processo de aprender, comunicar e interferir em discursos, 2001. *Apostila da Disciplina Análise Qualitativa de Informações Discursivas. Mestrado em Educação Ambiental, FURG, Rio Grande*.
- Mortimer, E. F., & Vieira, A. (2010). Letramento científico em aulas de química para o ensino médio: diálogo entre linguagem científica e linguagem cotidiana. *Convergências e tensões no campo de formação e do trabalho docente: Educação em Ciências. Belo Horizonte: Autêntica*, 301-326.
- Nieto, M. P. V., & Aznar, M. M. M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual em la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 15(2), 173-188.
- Nunes, S. M. T., Retondo, C. G., Epoglou, A. A., & Junior, J. G. T. (2009). O Ensino CTS Em Educação Química: Uma Oficina Para Professores e Alunos do Curso de Licenciatura em Química da UFG. *Poiesis Pedagógica*, 7(1), 93-108.
- Oliveira, C. M. A. (2009). *Do discurso oral ao texto escrito nas aulas de ciências*. Doctoral Thesis, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.48.2009.tde-06082010-161307. Retrieved 2017-08-21. www.teses.usp.br
- Olson, D. R. (1995). Conceptualizing the written word: An intellectual autobiography. *Written communication*, 12(3), 277-297.
- Orlandi, E. P. (1996). *Interpretação: autoria leitura e efeitos do trabalho simbólico*. Vozes.
- Pérez, D. G., & Torregrosa, J. M. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455.



Rebello, G. A. F., Argyros, M. D. M., Leite, W. L. L., Santos, M. M., Barros, J. C., Santos, P. M. L. D., & Silva, J. F. M. D. (2012). Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. *Química Nova Escola*, 34(1), 3-9.

Pozo, J. I. (1998). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. *Porto Alegre: Artmed*, 3.

Rivard, L. P., & Straw, S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science education*, 84(5), 566-593.

Shepardson, D. P., & Pizzini, E. L. (1991). Questioning levels of junior high school science textbooks and their implications for learning textual information. *Science Education*, 75(6), 673-682.

Wilson, P. S., Cooney, T. J., & Stinson, D. W. (2005). What constitutes good mathematics teaching and how it develops: Nine high school teachers' perspectives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(2), 83-111.

Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, p. 53 – 87.

Zoller, U. (1993). Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS. *Journal of Chemical Education*, vol. 70, no. 2, p. 195-197.

Zoller, U. (2005). Supporting 'HOCS Learning via Students' Self assessment of Homework Assignments and Examinations: Case Study. *Learning and Teaching in Higher Education*, (1), 116-118.