

CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA COMO EIXO NAS DISCIPLINAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO SOBRE IDEIAS DE ALUNOS ACERCA DE QUÍMICA ORGÂNICA

CONTRIBUTIONS OF RESEARCH AS AN AXIS OF SCIENCE TEACHING COURSES: A SURVEY ON STUDENTS' IDEAS ABOUT ORGANIC CHEMISTRY

Diana de Meneses Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Barreiras.
souzadime@gmail.com

Erivanildo Lopes da Silva

Universidade Federal de Sergipe, campus professor Alberto Carvalho. Departamento de química.
erivanildolopes@gmail.com

Resumo

Este trabalho procurou identificar concepções ditas alternativas sobre tópicos de química orgânica de alunos do ensino médio da cidade de Barreiras/Bahia. O objeto de análise emergiu da abordagem da pesquisa em sala de aula. Investigou-se tais concepções com base nas etapas da pesquisa em sala de aula: a problematização, a construção de argumentos e a comunicação de resultados. Deste processo evidenciou-se que os alunos do ensino médio pesquisados apresentaram concepções de química orgânica com elementos do vitalismo e de não reatividade dos compostos orgânicos. Além disso, eles tinham a ideia de que qualquer composto contendo carbono era um composto orgânico.

Palavras-chave: Modelos didáticos; Concepções alternativas; Discurso.

Abstract

The aim of this study was to identify, in high school students of Barreiras/Bahia, the so-called alternative conceptions about organic chemistry topics. The object of analysis emerged from the research approach in the classroom. These concepts were investigated based on the stages of research in the classroom: questioning, argument construction and communication of results. This process showed that the organic chemistry conceptions of the surveyed high school students presented elements of vitalism and non-reactivity of organic compounds. Furthermore, they had the idea that any carbon-containing compound was an organic compound.

Keywords: didactic models; alternative conceptions; discourse.

Introdução

Notadamente estamos vivendo um momento de mudança de paradigma na formação de licenciados pautados numa relação dialética entre a prática e a teoria. Os debates sobre a formação inicial de professores destacam a formação destes com vistas a transpor visões simplistas do processo pedagógico de ensino, usualmente centradas no modelo da transmissão cultural.

Atualmente, no âmbito educacional, um ensino mais holístico, integralizador de conhecimentos científicos, que seja capaz de facilitar a aprendizagem vem sendo consideravelmente defendido. Vilches e colaboradores (2001) consideram que os professores apresentam discurso favorável ao ensino com as características apontadas acima, porém, na prática, resistem por considerarem que, dessa forma, ocorreria desvio no ensino de conceitos científicos e também por demandar tempo, com o agravante de que as aulas poderiam se tornar muito subjetivas. Segundo os autores, os professores que participam dos cursos entendem a discussão, porém, quando percebem, estão novamente realizando a mesma prática tradicional, adaptando o que foi aprendido à velha forma de ensinar.

Uma alternativa viável na busca desse ensino relacional, integralizador e holístico é o desenvolvimento de uma abordagem de educação pela pesquisa, porém com a característica de um recurso metodológico, pois assim ela pode ser adotada como princípio educativo. Não se trata de abandonar por completo a base acadêmica cercada de formalidades e sofisticções metodológicas. A pesquisa na sala de aula deve contribuir para o trabalho pedagógico e a formação do aluno (futuro professor). Não se configura na banalização da pesquisa, pois é preciso ter cautela ao se realizar a pesquisa na sala de aula (DEMO, 2002).

Pesquisadores como Moraes, Ramos e Galiazzi (2002) destacam que a pesquisa na sala de aula pode propiciar aos estudantes condições para que desenvolvam autonomia intelectual. O primeiro passo para se realizar um ensino com pesquisa e na forma de pesquisa é iniciar pela problematização. A pergunta deve ser o movimento precursor da metodologia e, se possível, ser gerada em conjunto entre professor e aluno, sendo que todos devem fazer parte deste movimento. Após uma rica discussão na problematização, é necessária a construção da argumentação com o intuito de superar a primeira forma de entendimento. Essa etapa deve ser permeada por elaboração das hipóteses, que precisam ser constituídas com base em argumentos para sustentá-las. Sendo assim, a busca por conhecimento é fundamental e é o momento trivial de mediação do professor, pois é ele quem vai ajudar no processo de elaboração e nas negociações dos argumentos. Após a construção dos argumentos, faz-se necessária a comunicação e a partilha das compreensões (Ramos, 2002).

Abordagens como essas vêm sendo cada vez mais adotadas e discutidas nos cursos de formação inicial de professores, principalmente com o fortalecimento da área de ensino de Ciências nos currículos das universidades. Embora a resistência ainda seja intensa, muitas universidades, em sua maioria as públicas, vêm incorporando essa postura crítica. Gauche *et al.*, (2008) discute que a UnB (Universidade de Brasília) reformulou seu projeto político pedagógico fazendo com que quase a totalidade das disciplinas do currículo estivesse em função da formação do professor, ou seja, assumindo que a formação inicial de professores deve ser um espaço curricular específico que busque entrelaçar os saberes químicos às vertentes psicológica e pedagógica.

Essas discussões impactaram na organização das disciplinas consideradas como pertencentes à área de ensino de Ciências da Universidade Federal da Bahia, *campus* Barreiras. Diante desse novo contexto, buscamos adotar a abordagem da pesquisa em sala de aula dessas disciplinas do curso de Licenciatura em Química.

Na ocasião, em meio às discussões das referidas disciplinas, abordamos as tendências atuais no ensino como contextualização, experimentação, concepções alternativas, história de filosofia da ciência, entre outras. Contudo, no presente trabalho, destacamos apenas a etapa referente às concepções alternativas, pois se configurou como um pontapé para uma nova pesquisa.

Durante o percurso da disciplina “O professor e o ensino de química”, onde discutíamos sobre concepções alternativas em sala de aula, parte dos futuros professores, como forma de também fazer pesquisa, procurou realizar um levantamento prévio das concepções sobre transformações químicas (alternativas ou não) dos alunos do 1º ano de uma escola, fundamentado no trabalho de Silva *et al.*, (2008). Os resultados do levantamento evidenciaram que alguns estudantes possuíam concepções alternativas sobre o tema em questão. Foi então que surgiu o interesse em investigar com o rigor da pesquisa as concepções possivelmente alternativas levantadas nesse estudo preliminar.

Como a proposta era desenvolver uma abordagem na disciplina baseada na pesquisa em sala de aula, iniciou-se pela problematização, ou seja, partiu-se para a formulação da pergunta de investigação. Então, surgiu o seguinte problema: quais as concepções dos estudantes do ensino médio sobre conceitos químicos?

A partir dessa problematização inicial, várias foram as propostas de investigação sobre as possíveis concepções alternativas. Contudo destacamos aqui parte do estudo que apresentou dados de pesquisa que provocaram maior impacto nos estudos da disciplina em questão. Essa investigação foi realizada com 39 alunos concluintes do 3º ano do ensino médio a respeito de conceitos relacionados à química orgânica.

Fundamentação teórica

As discussões a respeito das ideias prévias dos alunos sobre ciência não são novas. Muitas pesquisas foram realizadas na perspectiva de revelar as possíveis concepções alternativas dos estudantes (MORTIMER, 1996). As pesquisas realizadas neste âmbito possibilitaram afirmar que os alunos constroem por si mesmos uma variedade de teorias em relação aos fenômenos do cotidiano, que muitas vezes podem ser contrárias aos conhecimentos científicos, e permitiram afirmar também que a escola possui grande influência no surgimento dessas concepções (BASTOS *et al.*, 2004).

As concepções alternativas são constituídas por modelos que os indivíduos usam para explicar os fenômenos do cotidiano, e configuram explicações coerentes do seu ponto de vista (PEDUZZI, 2005). Como essas concepções são coerentes para o estudante e úteis na explicação de fenômenos, tornam-se resistentes à mudança e dificilmente abandonadas do pensamento (BASTOS, 2002).

Algumas das concepções, muitas vezes, são tão destoantes do saber científico que se contrapõem a uma manutenção saudável acerca da vida cotidiana. Nesses casos, é necessário que ocorra a mudança conceitual propriamente dita, não de uma forma radical, como aponta Posner (1982), mas de forma crítica de acordo com os níveis e graus de mudanças possíveis (BASTOS *et al.*, 2004).

Considerando essa temática no âmbito da química, onde os conceitos são extremamente importantes para possibilitar a compreensão dos fatos e fenômenos do cotidiano, alguns trabalhos vêm se reportando às concepções alternativas dos estudantes em diferentes contextos escolares.

Nesse sentido, iniciamos um breve panorama de trabalhos realizados na perspectiva do ensino de química, onde se constatou a existência de muitas pesquisas sobre concepções alternativas em diversos conceitos fundamentais.

Sobre o atomismo, Mortimer (1995) relata uma concepção chamada “atomismo substancialista”, defendendo que algumas propriedades das substâncias, como a dilatação e mudança de estado, são conferidas aos átomos e moléculas. O autor indica também que, em alguns estudantes, predomina a concepção de que “a natureza abomina o vazio”, negando então a possibilidade de espaços vazios entre as moléculas e apoiando-se desta para explicar vários fenômenos.

Machado e Aragão (1996), em um estudo sobre as concepções dos estudantes acerca de equilíbrio químico, constataram que muitas delas estão associadas à ideia de equilíbrio estático, onde não há mais alterações no sistema. Entre os alunos há uma dificuldade em discernir sobre o que é igual e o que é constante no estado de equilíbrio, pois acreditam que nesse estado as concentrações de reagentes e produtos são equivalentes. Quanto à constante de equilíbrio, os estudantes a têm como uma entidade matemática, sem necessariamente predizer algo sobre a extensão da reação.

Mortimer e Amaral (1998) abordaram as concepções mais comuns de estudantes relacionados aos conceitos de calor e temperatura e propuseram atividades que pudessem conduzir o estudante à compreensão real destes conceitos. Dentre as concepções encontram-se, de forma marcante, as de que o calor é uma substância; de que existem dois tipos de calor, o quente e o frio; e aquela que diz que o calor é diretamente proporcional à temperatura.

No âmbito das transformações químicas, Mortimer e Miranda (1995) investigaram as concepções dos estudantes e constataram que a maioria deles não concebe as reações como consequência do rearranjo de átomos. Eles se apoiam em explicações animistas, atribuindo vida às substâncias.

Rosa e Schnetzler (1998) fizeram uma revisão das concepções sobre transformações químicas encontradas na literatura e abordaram dentre outras concepções aquelas relacionadas por Anderson referentes à idéia de (1) desaparecimento de substâncias durante o processo. Segundo esta concepção, durante uma transformação química, algumas espécies simplesmente desaparecem; (2) deslocamento de substâncias, nas quais estas podem aparecer e desaparecer em outros lugares porque elas se deslocam de um lugar para outro; (3) modificação, relacionada à mudança de estado físico das substâncias durante as transformações; (4) transmutação, quando uma série de transformações proibidas do ponto de vista do estudante ocorre na química, por exemplo, a conversão de uma matéria em outra e (5) interação química de substâncias, que se configura como uma concepção desejável do ponto de vista do processo de ensino-aprendizagem, pois as transformações ocorrem devido às interações entre as substâncias durante o processo.

Percebe-se, então, que uma rápida explanação na literatura permite-nos inferir que, independentemente do nível escolar, os alunos possuem uma variedade de concepções alternativas. Considerando que o enfoque dessas pesquisas está mais voltado para os conceitos de química geral e que são poucas as pesquisas realizadas acerca das concepções alternativas no âmbito da química orgânica, o foco do presente estudo consistiu em investigar as concepções dos alunos com tópicos relacionados a essa área. O embasamento teórico que impulsionou a adoção do tema química orgânica na pesquisa veio do trabalho de Schaffer (2007), uma vez este autor evidenciou que, mesmo entre os alunos de graduação, existem concepções alternativas sobre o termo “orgânico”, estando este associado à ideia de vitalismo e, na maioria das vezes, utilizado sem qualquer relação com a química. Sobre o vitalismo, Solomons e Fryhle (2005) comentam:

Durante a década de 1780, os cientistas começaram a distinguir entre **compostos orgânicos** e **compostos inorgânicos**. Os compostos orgânicos foram definidos como compostos que podiam ser obtidos de *organismos vivos*. Os compostos inorgânicos eram aqueles que vinham de *fontes não vivas*. Junto com essa distinção, cresceu uma crença chamada “vitalismo”. De acordo com essa ideia, a intervenção de uma “força vital” era necessária para a síntese de um composto orgânico. Tal síntese, os químicos defendiam então, poderia ocorrer apenas nos organismos vivos. Ela não poderia ocorrer

nos frascos de um laboratório. (Solomos e Fryhle, 2005, v.1, p.3).

Larentis et al., (2012) também reportam a visão vitalista entre graduandos e pós graduandos de diversos cursos, onde concebem as reações bioquímicas como um caso particular de reações químicas quando estas ocorrem em sistemas biológicos, ou seja, atribuindo o que Solomonos e Fryhle (2005) chamam de força vital. O aparecimento dessas concepções na atualidade demonstra em grande parte o nosso interesse em desvelar possíveis concepções alternativas em química orgânica.

Metodologia

A pesquisa foi realizada no final do ano letivo de 2009, com alunos de escolas públicas da cidade de Barreiras, que tem cerca de 137 mil habitantes, sendo a maior em população no oeste da Bahia. A cidade conta com dez escolas públicas de ensino médio, três de grande porte, o que acaba configurando uma estimativa de, no máximo, 20 professores lecionando química em escolas públicas da referida cidade.

O instrumento utilizado para a captação das concepções dos estudantes foi um questionário elaborado com base em Solsona e Izquierdo (1999). Este instrumento, constituído de 10 possíveis questões, passou por um processo de validação com uma turma piloto composta de 35 alunos do 3º ano do ensino médio. A partir do processo de validação, percebeu-se que, das 10 questões, 3 eram capazes de desvelar a presença de possíveis concepções alternativas. Sendo assim, o instrumento utilizado para a pesquisa foi constituído de 3 questões investigativas.

A primeira questão buscava verificar as concepções dos estudantes sobre a dita química orgânica, cabendo a eles assinalar justificativas condizentes com seu conhecimento sobre a química orgânica. As afirmativas faziam referência à idéia da química vitalista; a possibilidade de haver compostos orgânicos estudados entre os compostos inorgânicos e à tetravalência do carbono.

Em relação à segunda e terceira questões, os estudantes deveriam apresentar justificativas para qualificar suas respostas. Buscou-se analisar nas justificativas a microestrutura semântica dos textos produzidos pelos alunos (SOLSONA E IZQUIERDO, 1999). A segunda questão procurava investigar como os estudantes concebiam a capacidade de os compostos orgânicos participarem de reações químicas, respondendo e justificando a seguinte pergunta: “Os compostos orgânicos podem sofrer reações químicas?”. Já a terceira questão procurou identificar se eles distinguiam os compostos orgânicos dos compostos inorgânicos que possuem o carbono em sua estrutura, a partir da seguinte pergunta: “O dióxido de carbono (CO_2) e o ácido cianídrico (HCN) que possuem átomos de carbono em sua estrutura podem ser classificados como compostos orgânicos?”. Em seguida, eles deveriam justificar a resposta.

Discussão dos resultados

O instrumento de investigação elaborado foi aplicado em uma turma de 3º ano do ensino médio. É importante frisar que o questionário foi aplicado aos alunos no final do ano letivo e que, por isso, se partiu da premissa de que todos os estudantes já haviam mantido contato com os conceitos de “Química Orgânica”. Foi solicitado aos professores o espaço para aplicação dos questionários de modo que os alunos participassem da pesquisa, assim como os professores, de modo completamente espontâneo. Como cada turma tinha aproximadamente 30 alunos, esperava-se uma média de 120 questionários completamente respondidos. Contudo, de 82 questionários devolvidos aos pesquisadores, apenas 39 deles propiciaram alguma possibilidade de análise, cada um contendo pelo menos uma questão respondida e justificada.

A primeira questão era composta de três afirmações que se baseavam em possíveis justificativas nas quais os estudantes assinalaram aquelas que, para eles, eram condizentes com o seu conhecimento sobre a química orgânica (vide metodologia). Importante ressaltar que todos os alunos responderam a esta questão, o que desvelou que 28 (71,8%) alunos forneceram respostas parcialmente coerentes, aceitando ora somente a contribuição da tetravalência do carbono, ora somente a ideia de que existam compostos de carbono estudados entre os compostos inorgânicos. Apenas 8 (20,5%) responderam corretamente a questão, aceitando ambas as justificativas como conceitos inerentes à química orgânica. No que tange a alternativa com a respectiva justificativa sobre o vitalismo, 3 (7,7%) alunos apresentaram a concepção alternativa de que os compostos orgânicos somente podem ser sintetizados pelos seres vivos, como mostra a figura 1.

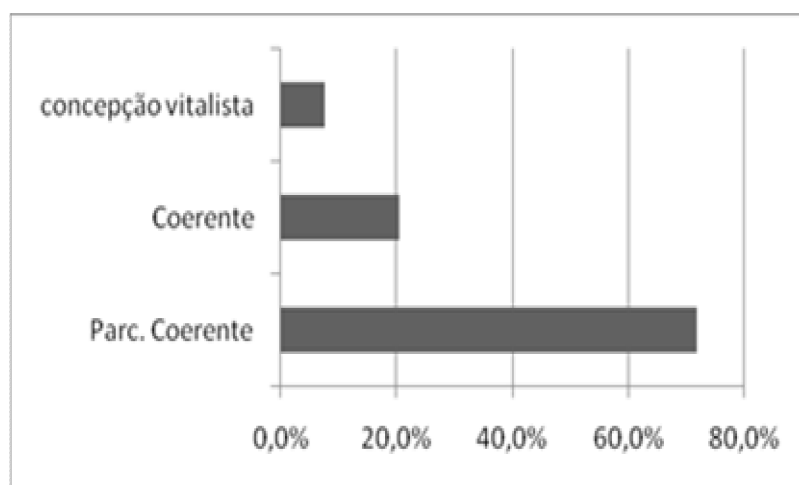


Figura 1: Percentagem e forma das respostas apresentadas pelos estudantes na segunda questão.

Schaffer (2007) afirma que estudantes de ensino superior também possuem uma representação do vitalicismo associado à palavra orgânico, pois, em seu trabalho sobre as representações sociais da palavra orgânico de alunos universitários dos cursos de farmácia e química, constata que muitos destes estudantes agregam sinônimos de vida ao que é orgânico, o que aponta para o fato de os estudantes possuírem concepções alternativas independente do nível escolar.

Com relação à questão 2, que visava identificar se os estudantes concebiam os compostos orgânicos como substâncias que sofrem reações químicas, 11 (28,2%) estudantes optaram por não respondê-la, 23 (59%) responderam que estes compostos podem sim sofrer reações químicas, e 5 (12,8%) apresentaram a concepção alternativa de que, se sofrerem reações, os compostos orgânicos deixarão de ser orgânicos. Dentro deste último grupo de estudantes, alguns ainda justificaram que um composto orgânico não é um composto químico e, portanto, não pode participar de reações químicas. Os recortes de justificativas de alguns desses estudantes podem ser vistas abaixo:

3) Os compostos orgânicos podem sofrer reações químicas? Justifique.

Sim, os compostos não podem sofrer reações químicas, pois estamos tratando de um composto orgânico e não químico

3) Os compostos orgânicos podem sofrer reações químicas? Justifique.

Não. Porque se ele sofrer alguma reação química ele deixará de ser orgânico.

Embora a quantidade de estudantes que possui esta concepção alternativa seja relativamente baixa - apenas 5 -, devemos citar também os 11 alunos que não explicitaram suas concepções. Subentendeu-se que, por não saberem a resposta, em muitos casos, a questão não era respondida. Essas justificativas permitem inferir que, para alguns alunos, a química orgânica é algo isolado, uma vez que não concebe os compostos orgânicos como compostos químicos.

Diante dos resultados, podemos inferir que essas concepções podem ser atribuídas à não ocorrência da abordagem do conteúdo referente a reações orgânicas no decorrer do ano letivo, pois dificilmente conseguem “escapar”, até por motivos que fogem à sua vontade, das nomenclaturas e classificações de hidrocarbonetos, das funções orgânicas oxigenadas como postas nos livros didáticos. Neste sentido, Mortimer e Machado (2005) ressaltam que o “ensino tradicional” tem transformado a disciplina de química num “manejo de pequenos rituais” e afirmam:

[...] classificar cadeias carbônicas, substâncias simples e compostas, isômeros, ligações químicas: esses são apenas uns poucos exemplos desses rituais, que muitas vezes resumem-se a relacionar entre si aspectos formais da Química – como fórmulas e classificações. Ao aluno resta tentar achar algum fio curto que possa desatar esse emaranhado de definições, classificações e fórmulas (Mortimer e Machado, 2005, p.5).

A questão 3 procurou identificar se os estudantes distinguem os compostos orgânicos dos compostos inorgânicos também formados por carbono. Observou-se que 15 alunos (38,5%) preferiram não explicitar suas concepções e somente 7 (18%) deles reconheceram a existência de compostos de carbono que podem ser estudados entre os compostos inorgânicos devido às diferentes propriedades. Grande parte dos estudantes, ao todo 17 (43,5%), descarta a possibilidade de haver compostos contendo carbono que não sejam orgânicos, apresentando então a concepção de que qualquer composto que tenha carbono é intrinsecamente orgânico, como demonstra a escrita deste estudante:

5) O dióxido de carbono (CO_2) e o ácido cianídrico (HCN) que possuem átomos de carbono em sua estrutura podem ser classificados como compostos orgânicos? Justifique sua resposta

Sim, pois possuem átomos de carbono em sua estrutura, e os " " " são compostos orgânicos.

Ao comparar as justificativas desta última questão com as da primeira, percebe-se que, deste grupo de 17 alunos, 12 deles, que inicialmente apresentaram-se coerentes (pois já haviam admitido na primeira questão que alguns compostos que contêm carbono são estudados entre os compostos inorgânicos), nesta última, apontaram que qualquer composto que tenha carbono é intrinsecamente orgânico, o que é uma contradição.

Essa concepção pode ser fruto da abordagem geral do ensino de orgânica que trata a química orgânica basicamente como a química do carbono, colocando o professor como “refém” do processo de ensino pautado no modelo tradicional. Cachapuz, Praia, e Jorge (2004) apontam que um fator que dificulta a aprendizagem de conhecimentos científicos é a ocorrência de um estudo pouco contextualizado, onde grande parte das informações transmitidas aos estudantes se configura como irrelevantes ou mesmo sem significado algum, simplesmente centrado na lógica disciplinar. Isso implica a ocorrência de um ensino fragmentado, neste caso, com aspectos de química geral abordados nos primeiros 2 anos e a química orgânica pura e isolada no 3º ano do ensino médio.

Ao considerar as três questões, percebe-se que, de 39 alunos, 25 deles apresentam alguma concepção alternativa, seja sobre o vitalismo da química orgânica, a não reatividade de compostos orgânicos, ou a ideia de que todos os compostos que têm carbono são orgânicos.

Conclusões

A existência das concepções que não coadunam com os princípios da ciência por parte dos estudantes aponta para a necessidade de se aprofundar o debate, nas universidades, sobre possíveis práticas de futuros professores em sala de aula. Neste sentido, a dimensão da discussão dos resultados de pesquisas assim como da realização da própria pesquisa se mostra como importante abordagem para provocar aprendizagens e

reflexões mais profícuas sobre concepções alternativas ou qualquer outro conceito a ser discutido nas disciplinas dos cursos de licenciatura em Química das Universidades.

A abordagem da pesquisa em sala de aula possibilitou o desenvolvimento de um trabalho consistente que evidenciou que um grupo de alunos do Ensino Médio apresenta quatro concepções alternativas: (1) a concepção de química vitalista, também mencionada por Schaffer (2007), (2) a concepção de que os compostos orgânicos não são compostos químicos, que de certa forma apresenta a variante de uma terceira (3) que, se sofrerem reações, os compostos orgânicos deixarão de ser orgânicos e (4), a concepção de que todos os compostos que contêm carbono são orgânicos. Essas últimas concepções ainda não haviam sido identificadas no levantamento teórico, configurando-se, portanto, como concepções inéditas na literatura.

A presença dessas concepções alternativas nos estudantes torna-se grave quando consideramos que ela pode se tornar obstáculo à aprendizagem de conceitos científicos. Acredita-se que a falta de abordagem histórica oriunda de um ensino ainda meramente propedêutico impele os professores, de certa forma críticos a tal ensino, a recaírem na lógica disciplinar que corrobora para o processo de apropriação de concepções alternativas.

A pesquisa na sala de aula como estratégia metodológica permitiu que fosse problematizado na universidade estudos sobre concepções alternativas dos alunos do Ensino Médio. Os debates sobre as concepções foram realizadas a luz da vasta literatura a respeito, etapa esta denominada de fase de argumentação. Assim foi possível compreender teoricamente as concepções alternativas e ainda investigá-las em um grupo de estudantes secundaristas. A etapa última da pesquisa na sala de aula, fase da comunicação, fruto das discussões e investigação realizadas ao longo do curso de Licenciatura em Química da UFBA, se materializa na publicação desse artigo em periódico da área de Ensino de Ciências.

Referências

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: R. Nardi, **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, p. 9-25, 2002.

BASTOS, F., NARDI, R., DINIZ, R. E., CALDEIRA, A. M. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. In: F. Bastos, R. Nardi, R. E. Diniz. **Pesquisa em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, p. 9-55, 2004.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J., JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, n. 3, p. 363-381, 2004.

DEMO, P. Pesquisa como princípio educativo na universidade. In: R. MORAES e V. LIMA. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**, Porto Alegre, EDIPUCRS, p. 51-85, 2002.

GAUCHE, R. et al. Formação de professores de química. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 26-29, 2008.

LARENTIS, A.L; RIBEIRO, M. G. L; PAIVA, L. M. C; CALDAS, L. A; HERBST, M. H; MOURA, M. V. H; DOMONT, G. B; ALMEIDA, R.V. Obstáculos epistemológicos entre pós-graduandos de bioquímica. **Ciências e cognição**, n.17, p. 76-97, 2012.

MACHADO, A. H., ARAGÃO, R. M. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n.4, p. 18-20, 1996.

MORAES, R.; RAMOS, M. GALIAZZI, M.C. (Eds.) **Pesquisa em Sala de Aula: Fundamentos e pressupostos**. Porto Alegre: PUCRS, 2002.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 23-26, 1995.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, n.1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F., AMARAL, L. O. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, n.7, p. 30-34, 1998.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. Assessoria pedagógica. In: E. F. Mortimer, A. H. Machado, **Química**. Vol. único, p. 1-114. São Paulo: Scipione, 2005.

MORTIMER, E. F., MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n.2, p. 23-26, 1995.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em mecânica. In: M. Pietrocola, **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: editora da UFSC, 2005.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., GERTZOG, W. A. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, n.66, p. 211-227, 1982.

RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 25-49, 2002.

ROSA, M. I., SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n.8, p. 31-

35, 1998.

SCHAFFER, D. Z. (2007). **Representações sociais de alunos universitários sobre o termo “orgânico”**. 2007. 84 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. Transformações químicas e físicas: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. **Educación Química**, p. 114-120, 2008.

SOLOMONS, T.W.G; FRYHLE, C.B. **Química orgânica**. Tradução MATOS, R.M. 6. ed. v.1. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

SOLSONA, N., IZQUIERDO, M. El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. **Investigación en la Escuela**, n. 38, p. 65-75, 1999.

VILCHES, A.; SOLBES, J.; GIL, D. Enfoque CTS y la formación del profesorado. In: MEMBIELA, P. **Enseñanza de las Ciências desde perspectiva Ciencia-Tecnologia-Sociedad**. Madri: Narcea, 2001.