

A perspectiva semiótica de Pierce para o Ensino e Aprendizagem de Química

Pierce's Semiotic Perspective on Teaching and Learning Chemistry

Marcella Cristyanne Comar Greszczyszyn

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
marcella.comar@gmail.com

Paulo Sérgio Camargo Filho

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
paulocamargo@utfpr.edu.br

Carlos Eduardo Laburú

Universidade Estadual de Londrina (UEL)
laburu@uel.br

Eduardo Lemes Monteiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
emonteiro@hotmail.com

Resumo

A Química é tida como uma disciplina de difícil entendimento desde o século XX. Diante das dificuldades encontradas e trazendo uma reflexão em aspectos fundamentais desenvolvido por Charles Pierce, este artigo tem o objetivo de trazer reflexões que reitera como a semiótica peirceana tem sido fundamental para a análise do processo de ensino e aprendizagem de Química, demonstrando que a compreensão dos conceitos químicos não pode ocorrer independentemente das suas representações. A partir da reflexão sobre essas definições, proporciona-se alguns encaminhamentos imprescindíveis para o entendimento dos fundamentos que constituem as bases da Semiótica de Peirce e, assim, direcionando a observação e compreensão dos complexos processos de linguagem e de mediação envolvidos no ensino e aprendizagem de Química.

Palavras chave: semiótica, múltiplas representações, ensino, aprendizagem, química.

Abstract

Chemistry is considered a discipline of difficult understanding since the twentieth century. In the face of the difficulties encountered and bringing a reflection on fundamental aspects developed by Charles Pierce, this article aims to bring reflections that reiterates how Peircean semiotics has been fundamental for the analysis of the teaching and learning process of

Chemistry, demonstrating that the understanding of Chemical concepts can not occur independently of their representations. From the reflection on these definitions, some indispensable guidelines for the understanding of the foundations that constitute the bases of the Peirce Semiotics are provided and, thus, directing the observation and understanding of the complex processes of language and mediation involved in the teaching and learning of Chemistry.

Key words: semiotics, multiple representations, teaching, learning, chemistry

Introdução

Desde os anos 80 se evidencia dificuldades de aprendizagem no ensino de Química, vários relatos em artigos já vinham discutindo as dificuldades enfrentadas pelos professores na transição do conhecimento químico que, por muitas vezes se trata de uma ciência microscópica e abstrata, e dificulta o entendimento por parte dos alunos, compreensão com a realidade, por muitas vezes trazer conceitos e fórmulas descontextualizados.

Miguel (1987), por exemplo, traz uma proposta para o ensino de Química, onde numa escola estadual de ensino médio, por sua complexidade, e uma didática extremamente técnica, induz de imediato ao aluno uma irreversível antipatia. Essa proposta traz a utilização do computador na disciplina, suavizando tal visão, pois dá ao aluno condições de um raciocínio lógico, coerente, afastando assim o empirismo com o qual tradicionalmente é recebido o ensino de Química.

Anteriormente, Frazer (1982) cita que a química influencia a nossa vida sendo, contudo, um assunto difícil de aprender devido aos conceitos de que necessita, e ao rápido crescimento do conjunto de conhecimentos que envolvem. A fim de que a aprendizagem de química seja tão eficiente quanto possível, são necessárias modificações nos cursos existentes e nos métodos de ensino, sendo que tais modificações devem ser baseadas em pesquisas. Por sua vez, essas pesquisas em educação química são declaradamente baseadas em química, mas os métodos e resultados de filosofia, psicologia, sociologia e etc, são apropriadamente aplicados a problemas particulares. A aprendizagem de química consiste não só em lembrar e compreender o conhecimento de fatos, conceitos e princípios, mas envolve habilidades para resolução de problemas.

Carvalho (1983) já trazia a preocupação com o ensino de Química, percebendo que uma grande quantidade de alunos considera a disciplina muito difícil e incompreensível. E salienta, baseada em Piaget, que a maneira pela qual ensinamos essa disciplina requer operações do nível formal para que possa haver compreensão do conceito apresentado.

De um modo geral, verifica-se várias propostas para que esse quadro seja modificado, porém ainda hoje muito se discute sobre a situação que se mantém. Pontes (2007) aponta para a grande dificuldade dos alunos do ensino médio na compreensão de alguns conceitos de físico-química, principalmente no que diz respeito à compreensão da construção histórica dos conceitos de gases. Outros investigadores da área de ensino de ciências (Chassot, 2008; Carvalho, 2004) salientam a importância do uso da história da ciência como facilitadora na aprendizagem de conceitos científicos.

Neste processo de compreensão do conhecimento químico estão envolvidos três diferentes níveis de representação: macroscópico, microscópico e simbólico (Johnstone, 1982, 1993). No nível macroscópico os fenômenos são observáveis e no microscópico o processo químico é explicado pelo arranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas. A

química simbólica é expressa por símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas (Wu, Krajcik & Soloway, 2001). Entretanto, estudos revelam que muitos estudantes têm dificuldade em compreender as representações em química (Ben-Zvi et al., 1990). As compreensões microscópica e simbólica são especialmente difíceis para os estudantes porque são invisíveis e abstratas e o pensamento dos alunos é construído sobre a informação sensorial (Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1987). Além disso, os estudantes não estabelecem relações apropriadas entre o nível macro e o microscópico (Pozo, 2001; Kosma & Russell, 1997; Gillespie, 1997) e ainda, muitos que tenham conhecimento conceitual e habilidade de visualizar, são incapazes de transladar de uma dada representação química a outra (Wu, Krajcik & Soloway, 2001). Para superar essas dificuldades, pesquisadores e educadores têm sugerido uma variedade de abordagens instrucionais. As estratégias propostas incluem o uso de modelos físicos (Huddle, White e Rogers, 2000); desenhos estáticos (static drawings) (Sanger, 2000); e animações (dinâmicas e tridimensionais) criadas por ferramentas tecnológicas para ajudar os estudantes a aprender a utilizar representações microscópicas e simbólicas na descrição e explicação de processos químicos (Barnea & Dori, 2000). As fórmulas e as equações químicas são mediadoras do conhecimento químico, e o sucesso do ensino e conseqüentemente de sua aprendizagem dependem da maneira como os professores trabalham e relacionam esta simbologia com outros aspectos do conhecimento químico, principalmente os aspectos macroscópicos e microscópicos. As representações mentais são, portanto, uma forma de representação do conhecimento (Johnson-Laird, 1983).

Para Pelegrini (1995) a simbologia, ou melhor, os signos, também chamados de instrumentos psicológicos são elementos que expressam uma ideia, ou representam objetos, imagens ou acontecimentos. Os sistemas de signos podem ser: a linguagem, a escrita, os numerais, os monumentos, as fórmulas químicas, etc. Os signos são marcas construídas pelo homem com a finalidade de lembrá-lo de algo, podendo também criar-lhe a memória. Por isso, podemos dizer que os signos são objetos exteriores aos homens, construídos por eles e voltados para o seu interior, o fato de o signo criar a memória no homem tem mudado seu comportamento no decorrer da história, permitindo-lhe um maior controle das próprias atividades e aprimorando sua relação com o mundo.

Diante disso, o objetivo desse artigo é propor uma leitura da semiótica de Pierce aplicada ao ensino de química, uma vez que a química se utiliza de símbolos para melhor compreensão, ensino e aprendizagem. Compreendemos que na Química, assim como na Física, as leis, as teorias, os conceitos, os modelos, os princípios, as propriedades, as estruturas e as relações são expressas de diferentes modos. Para o ensino dessas disciplinas, precisamos levar em conta as diferentes formas de representação que um mesmo objeto pode assumir. Como em grande parte dessa ciência, assim como toda a comunicação matemática, tais objetos são abstratos e não são diretamente acessíveis à percepção, necessitando-se, para a sua apreensão, do uso de representações semióticas.

Semiótica e a Teoria dos Signos

Podemos compreender a semiótica como a ciência que estuda as formas de linguagem através de representações, ou seja, trata dos fenômenos de produção de significação e sentido utilizando signos para representar os objetos. Segundo Nöth (2003), a palavra semiótica tem sua origem na expressão grega “*semeíon*”, que quer dizer “*signo*”, e “*sêma*”, traduzido por “*sinal*” ou “*signo*”. A semiótica é diferente da linguística que estuda apenas a linguagem verbal, oral ou escrita, tendo, portanto, tem uma abrangência menor que a primeira.

As reflexões mais contemporâneas relacionadas à ciência semiótica são definidas pelo norte-americano Charles Sanders Peirce, através da Semiótica Peirceana, como é conhecida. Como forma de ciência que estuda as linguagens e representações, a semiótica traz aportes

importantes para que se compreenda como tais linguagens representacionais são desempenhadas nas ações humanas. Nesse sentido, não se deve confundir linguagem com língua. Linguagem compreende todo sistema de comunicação, que é plural, isto é, que envolve várias formas sociais de produção de significação e sentidos. Por língua pode-se entender a língua nativa, materna ou pátria, utilizada cotidianamente para a comunicação verbal, de forma escrita ou oral (SANTAELLA, 1983). A comunicação, contudo, pode acontecer por intermédio de outras linguagens que não apenas a verbal, como as imagens, os gráficos, os sinais, as luzes, os fenômenos naturais, até mesmo por meio do cheiro e do tato, e muitas outras.

A Semiótica Peirceana não deve ser confundida com uma ciência aplicada, pois seu legado demonstra a preocupação em tecer conceitos de signo adaptáveis a qualquer ciência aplicada. Um conceito fundamental na semiótica é o conceito de signo, que pode ser entendido como algo que representa outro, o seu objeto. Este, por sua vez, é considerado, em certo sentido, a causa determinante do signo. Essa função de signo será possível, se houver a possibilidade da representação de substituir algo que seja diferente dele mesmo. Em suma, o signo simplesmente está no lugar do objeto, ele não é o objeto apenas o simboliza, ou seja, signo pode representar um objeto de certo modo e numa certa amplitude.

Para que haja representação faz-se necessário que haja um interpretante, pois, de acordo com a Semiótica Peirceana, ao representar um objeto, o signo produz na mente do interpretante algo que pode ser um novo signo ou um quase signo, que se relaciona com o objeto não de maneira direta, mas através da mediação do signo anterior, sendo a mediação uma característica principal dos signos, pois eles estão posicionados entre o sujeito e o mundo, tanto para organizar atividades de produção material e simbólica, quanto na estruturação do pensamento.

É importante destacar que, de acordo com Pierce, é o signo que arremete a representação, uma vez que é percebido como sendo algo que representa alguma coisa para alguém e produz na pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido. (WARTHA e REZENDE, 2011)

Santaella (1983) fala que o processo relacional que se cria na mente do interpretante ao se deparar com o signo produz na mente interpretadora outro signo que traduz o significado do primeiro. Este é entendido como o interpretante do signo anterior e está relacionado aos construtos teóricos existentes na mente de cada intérprete. Portanto, como discutido pela autora citada, o significado de um signo é outro signo — seja este uma imagem mental ou palpável, uma ação ou mera reação gestual, uma palavra ou um mero sentimento de alegria, raiva, uma ideia, ou outros — porque esse seja lá o que for, que é criado na mente pelo signo, é outro signo, tradução do primeiro. A semiose, ou seja, os processos de significação, resulta, assim, de uma série de interpretantes sucessivos. Nesse sentido, não haveria nenhum primeiro nem um último signo em um processo de semiose ilimitada. (PIERCE, 2005, apud GIORDAN, 2007).

Dessa maneira, o signo, seu objeto e o interpretante, criado na mente das pessoas, formam uma tríade, a partir da qual podem ser mais bem compreendidos os processos de significação (GIORDAN, 2007). Considerando a sua relação com os próprios elementos da tríade peirceana, os signos podem ser percebidos em três categorias fenomenológicas: o signo em si mesmo ou primeiridade; o signo em sua relação com seus objetos ou secundidade; e o signo em sua relação com seus interpretantes ou terceiridade. Essas três categorias apresentadas por Pierce podem ser consideradas como as três modalidades possíveis para a apreensão-tradução de todo e qualquer fenômeno.

A primeiridade corresponde a uma percepção inicial que precede toda síntese e toda diferenciação; é a característica do possível signo que se apresenta de forma imediata, nova, que não foi articuladamente pensada e, deste modo, é anterior a qualquer descrição. É vista como uma qualidade ainda não distinguida, como algo não concreto e está relacionada com o acaso. Segundo Santaella (1983), primeiridade é a categoria que dá à experiência sua qualidade distintiva, seu frescor, originalidade irrepetível e liberdade.

A secundidade começa quando um fenômeno ou signo primeiro é relacionado a outro qualquer. Refere-se à experiência, às ideias de dependência entre dois termos (qualidade e existência), atos de ação e reação, surpresa, dúvida da realidade e da experiência. Gerou sensação, já é secundidade. Conforme Santaella (1983), secundidade é aquilo que dá à experiência seu caráter factual, de luta e confronto, razão ou lei.

A terceiridade corresponde à dimensão em que se dá a interpretação do fenômeno ou signo, em que se cria um segundo signo que traduz o primeiro e, portanto, consolida-se a relação que caracteriza a secundidade. É a camada de inteligibilidade, ou pensamento em signos, através da qual representamos e interpretamos o mundo. É a categoria da mediação, da continuidade, da síntese, da memória. Refere-se à generalidade, ao crescimento, à continuidade e à inteligência. De acordo com Santaella (1983), a terceiridade é quem aproxima um “primeiro” e um “segundo” numa síntese intelectual. Deste modo, a mais simples ideia de terceiridade é aquela de um signo ou representação. E esta diz respeito ao modo, o mais relevante, com que nós, seres simbólicos, estamos postos no mundo. Em suma, para Peirce, o conhecimento humano pode ser representado por uma tríade: signo, objeto, interpretante; em que são estabelecidos três níveis de relações fundamentais a) significação ou primeiridade – onde o signo se relaciona consigo mesmo, no seu modo de ser, ou seja, na maneira como aparece; b) objetivação ou secundidade – na relação do signo com o objeto, faz referência àquilo que representa, se refere ou indica; c) interpretação ou terceiridade – quando se relacionam signo e interpretante, nos tipos de interpretação que vão emergir nas pessoas que os utilizam. Nessa teoria estão estruturadas as bases fenomenológicas para a Semiótica Peirceana, onde é justamente na terceira categoria que nos deparamos com a noção de signo genuíno ou triádico – que relaciona signo, objeto e interpretante, assim como é nas segunda e primeira categorias que surgem as formas de signos não genuínos, isto é, as formas quase-sígnicas da consciência ou linguagem.

Em um contexto de ensino de Química, a primeiridade pode ocorrer, por exemplo, quando um estudante tem seu primeiro contato seja na lousa ou no livro, com um traço ou um gráfico sem referência a alguma coisa, somente ao traçado registrado e percebido por ele como tal. Nesse caso, há somente uma primeira impressão. Se, após esse primeiro momento, o estudante relacionar o traço ou o gráfico a um objeto químico, estará ocorrendo a secundidade. Caso ele relacione o traço a uma ligação simples e o gráfico a uma mudança de estado físico da matéria, o estudante entrará na terceiridade e, nessa dimensão o seu olhar sobre o traço ou sobre o gráfico estará carregado de interpretação, de busca de explicações, de análises e generalizações, de modo que ele poderá interpretar o fenômeno em questão (WARTHA e REZENDE, 2011).

Estabelecendo uma relação do signo consigo mesmo (1º), da relação do signo com seu objeto (2º) e a relação do signo com seu interpretante (3º), Pierce apresentou as seguintes categorias de signos:

Categorias	O signo em relação a si mesmo (significação)	O signo em relação ao objeto (objetivação)	O signo em relação ao interpretante (interpretação)
Primeiridade	Quali-signo	Ícone	Rema
Secundidade	Sin-signo	Índice	Dicente
Terceiridade	Legi-signo	Simbólico	Argumento

Quadro 1: Classificação dos signos semióticos (adaptado de Almeida et al., 2011)

Considerando-se o signo em relação a si mesmo, temos as categorias de quali-signo, sin-signo e legi-signo. Se a qualidade, como uma cor ou aparência geral, por exemplo, funcionar como signo, temos um quali-signo. É a aparência do signo, sua propriedade primária. Quando a existência, algo real e concreto funciona como signo, ou seja, quando algo real simboliza uma outra coisa, trata-se de um sin-signo. É entendido como um concreto qualquer, de forma singular ou individual, com garantia de que algo ocupe lugar no espaço e no tempo. Já se a lei funcionar como signo, trata-se de um legi-signo. Esta diz respeito à inscrição do signo num contexto, nascendo daí normas de emprego, como exemplo a convenção, determinando como devemos agir em certa situação.

Na objetivação, a relação do signo com o objeto pode caracterizar um ícone, um índice ou um símbolo. O ícone trata-se de um signo que apresenta semelhança com o objeto representado. Uma imagem, por exemplo, é um ícone de uma entidade real. O índice, por sua vez, é um signo onde seu significado é revelado por meio de efeitos produzidos pelo seu objeto. O índice, como seu próprio nome diz, é um signo que como tal funciona porque indica uma outra coisa com a qual ele está realmente ligado. Há, entre ambos, uma conexão de fato. Como discutido em Santaella (1983), o girassol, por exemplo, pode ser percebido como um índice uma vez que aponta para o lugar do sol no céu, porque se movimenta na direção do sol.

A posição do sol no céu, por seu turno, indica a hora do dia. A flor chamada "onze-horas", que só se abre às onze horas, ao se abrir, indica que são onze horas. O símbolo, enfim, está relacionado ao objeto através de ideias que são produzidas por meio de convenção, uma associação triádica (signo, objeto que o signo representa e o interpretante) de ideias mais gerais. Por isso mesmo, o símbolo não é uma coisa singular, mas um tipo geral. E aquilo que ele representa também. Assim são as palavras. A palavra mulher, por exemplo, é um geral. O objeto que ela designa não é uma mulher específica, mas toda e qualquer mulher. O objeto representado pelo símbolo é tão genético quanto o próprio símbolo. (SANTAELLA, 1983)

Na interpretação, o signo se relaciona com interpretante, onde este corresponde àquilo que o signo produz na mente do intérprete. Essa relação pode gerar característica de rema, dicente e argumento. Quando o signo em relação ao seu interpretante for um signo que designa qualidade (primeiridade), trata-se de uma rema. Ele é um signo de possibilidade qualitativa que representa este ou aquele tipo de objeto. O dicente é caracterizado quando o signo em relação ao seu interpretante se referir à existência (secundidade). Ele determina um juízo ou uma ação do interprete. Por fim, quando o signo se refere ao seu interpretante uma lei (terceiridade), é caracterizado um argumento. Representa uma conexão completa, transformando um conjunto de conhecimentos em um novo conhecimento chamado de conclusão.

Simbologia Química

O modo como o conteúdo de Química é abordado em sala de aula, tem implicações nos processos de ensino e aprendizagem. Levando em conta que o discurso e os gestos estão

presentes em aula, a mediação do conhecimento não deve ser vista somente pela palavra, e sim pelos diversos modos semióticos que existem no processo de comunicação. Entre eles, tem sido destacada a gestualidade como modalidade discursiva constituinte da comunicação do professor.

A utilização dos gestos como modo semiótico possui um potencial vasto e resultados reais na área estrutural de Química. Ao resgatar elementos constituintes da emancipação da Química, observa-se uma variedade de representações diante de uma linguagem com base em signos e símbolos que perduram séculos e, atualmente, é composta de uma linguagem universal, com o propósito que todos possam ter acesso ao conhecimento.

Mas, mesmo suplantando os “padrões” estabelecidos na alquimia (uma linguagem enigmática), e que restringia o acesso ao conhecimento químico, existem ainda muitas comprovações da ausência de domínio na linguagem própria da Química, de acordo com Pozo e Crespo (2009), a principal dificuldade neste ensino recai sobre a ausência de domínio da linguagem Química.

O professor precisa cuidadosamente seletar e explorar palavras que traduzam seu enunciado, levando conseqüentemente a compreensão dos estudantes, legitimando um ambiente com margem à argumentação dos estudantes, de forma que envolva resposta com a conseqüente compreensão do conhecimento químico, diminuindo as dificuldades presentes no entendimento dessa ciência, que é composta, sobretudo, por abstrações sobre abstrações (POZO; CRESPO, 2009).

Pelegrini (1995) revela que disciplinas, como a química, têm um campo teórico muito abstrato, tendo que recorrer aos signos para poder penetrar mentalmente no mundo dos íons e moléculas. Para compreender as manifestações dos fenômenos químicos, o aprendiz dessa disciplina deve criar modelos mentais para compreender essas transformações. Talvez na química, mais que em qualquer outra ciência, é fundamental o uso dos signos, pois esta não parece ser um conhecimento adequado, como também permanente para ser melhorado a cada dia que passa, porém sua linguagem realiza funções que podem atribuir-se aos símbolos. Esses símbolos químicos cumprem funções semelhantes a da palavra e seus conjuntos numa equação química expressam ideias comparadas a de uma frase, ou seja, suas representações mentais. Logo, aprender química é apropriar-se de ferramentas que possam levar os alunos a resolver problemas ou dialogar com uma comunidade que interpreta o mundo por meio de ideias, ou deixar o homem ser apenas um “conhecedor de conteúdos”. De acordo com tais fatos, a organização das atividades para ensinar química deve ter em conta, além da disposição temporal coerente das atividades, também a estrutura das interações dos alunos e suas ideias desenvolvidas. Para entender a química, os estudantes precisam estar familiarizados com a multiplicidade de condições, com o significado de modelos científicos, como também a diferença entre os níveis macroscópicos (fenômenos físicos), microscópicos (modelos e teorias) e representacionais (simbologia química e modelos matemáticos). De acordo com Johnstone (1991), os conteúdos de Química podem ser representados nesses três níveis. O nível macroscópico corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta, ou seja, é construído mediante a informação proveniente dos sentidos; já o nível microscópico refere-se às representações abstratas, a exemplo de modelos que os estudantes têm sobre a química associados ao esquema de partículas; o outro nível chamado de simbólico expressa os conceitos químicos que os estudantes têm a partir de fórmulas, equações químicas, equações químicas, expressões matemáticas, gráficos, entre outros.

Para compreender um fenômeno ou processo em química, é primeiramente necessário entender os enunciados que conformam a estrutura semântica da teoria, seus modelos,

modificando ao mesmo tempo, a maneira em que os fenômenos são percebidos. Isto envolve que os alunos, por uma parte, consigam dar significado às equações matemáticas, percebendo nessas relações matemáticas os conceitos envolvidos e, ao mesmo tempo, que sejam capazes de perceber os fenômenos segundo essas equações. Quando este duplo processo é atingido a respeito de um determinado fenômeno, de forma que seus "resultados" (predições e explicações) coincidem com os cientificamente aceitos, pode-se dizer que o indivíduo construiu um modelo mental apropriado, do modelo químico da teoria. Depois deste processo "semântico" é necessária a utilização do modelo matemático para fazer a tradução dos fenômenos à linguagem matemática, etapa fundamental para a completa descrição dos sistemas (ou fenômenos) segundo os cânones aceitos na química. Por isso a aprendizagem de um modelo na Química implica aprender, além dos conceitos, as diferentes representações do mesmo, as regras dessas representações e como essas regras representam as relações entre os conceitos. Antes de representar as transformações químicas através de equações, é importante discutir algumas características desse tipo de transformação e de usar as representações simbólicas somente depois que se tem uma boa compreensão dos fenômenos envolvidos nas transformações químicas.

Reflexões da Semiótica Peirceana no ensino e aprendizagem de Química

Para corroborar este trabalho com cunho teórico sobre as perspectivas da semiótica de Peirce e a Química, foram analisados alguns trabalhos publicados com reflexões sobre o assunto semiótica Peirceana na Química, a fim de verificar os resultados obtidos na aplicação da semiótica.

O primeiro artigo analisado foi o de Wartha e Rezende (2014), com o título "A representação no ensino de Química Orgânica na perspectiva da Semiótica Peirceana", publicado no XVII Encontro Nacional de Ensino de Química de 2014, com o objetivo de examinar a natureza das relações entre aspectos conceituais e representacionais no ensino de química orgânica sob a perspectiva da semiótica Peirceana.

A abordagem metodológica do trabalho consistiu em analisar as repostas dadas pelos estudantes na resolução de problemas que envolvam diferentes formas de linguagem (forma, visual, gráfica, por exemplo) durante um curso regular de Química Orgânica para estudantes de graduação. E os resultados obtidos puderam a dificuldade dos estudantes na compreensão do conteúdo conceitual contida nas diferentes representações simbólicas. Como os alunos não tinham em mãos objetos moleculares (bola-varetas) ou virtuais (ferramentas computacionais) para auxiliar na construção das estruturas e, por conseguinte, ampliação da percepção sobre os objetos, que permitiria estabelecer as devidas relações na compreensão dos significados é razoável pensar que a maior dificuldade nessa prova foram os fatores representacionais envolvidos na resolução das questões, do que propriamente de dificuldades conceituais. Os alunos tiveram muitas dificuldades em construir corretamente as estruturas para os compostos solicitados principalmente no item que se refere à orientação espacial.

O segundo artigo analisado, foi dos mesmos autores Wartha e Rezende (2015), com título "A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana". Publicado em 2015 na revista Ciências e Educação. O modelo metodológico adotado foi construído a partir de quatro momentos ou tipos de atividades que compuseram a rede de situações de estudo. E que para os resultados optou-se por apresentar apenas um dos episódios em que foi possível verificar situações relacionadas a aspectos representacionais que ocorrem na relação triádica entre Perceber-Relacionar-Conceituar.

Como respostas às questões iniciais da pesquisa, a partir da análise das diferentes fontes de informações, pode-se afirmar que, em relação à tríade pedagógica (Perceber – Relacionar –

Conceituar), há uma série de lacunas que precisam ser preenchidas. Considerar os processos de ensino e aprendizagem de conceitos de química orgânica na perspectiva da Semiótica Peirceana requer uma mudança de perspectiva mais geral, em que a representação seja concebida como um sistema de significação, uma forma de atribuição de sentido e de elaboração conceitual. Requer que a sala de aula seja vista como um espaço de relações entre signos, objetos e interpretantes, pois, de acordo com a Semiótica Peirceana, as coisas (objetos moleculares, figuras, desenhos, diagramas, por exemplo) se apresentam e não representam (primeiridade). As estratégias de comunicação (ferramentas gráficas ou computacionais), nessa perspectiva, são utilizadas para ampliar, melhorar ou tornar mais eficiente o processo de percepção sobre o objeto.

O terceiro trabalho selecionado para análise foi um artigo dos autores Núñez, Uehara e Pereira (2009), com o título “As Representações Semióticas Nas Provas De Química No Vestibular Da Ufrn: Uma Aproximação À Linguagem Científica no Ensino das Ciências Naturais”, apresentado no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC). O objetivo deste trabalho foi apresentar os resultados de uma pesquisa sobre as representações semióticas e o tipo de conversão de uma representação semiótica em outro privilegiado nas provas de vestibular de Química da UFRN, considerando a importância da linguagem como elemento-chave da habilidade de representar fenômenos químicos e suas transformações.

Como resultado conclui-se que quando o ensino se orienta para a aprendizagem de um só tipo de registro semiótico e/ou quando não se desenvolvem os processos de conversão de forma a serem compreendidas as transformações entre representações semióticas, podem-se diminuir as possibilidades de transferência da aprendizagem para novas situações nas quais coexistam diferentes formas de representações. (MATURANO; AGUILAR; NUÑEZ GRACIELA, 2009). Assim, recomenda-se que avaliações como os vestibulares sinalizem para a importância do uso de diferentes representações semióticas necessárias a um maior domínio da habilidade de representar e comunicar os fenômenos químicos.

Considerações Finais

Considera-se que a defesa da ideia geral de que nosso processo de leitura do mundo faz-se através de signos, e as conseqüentes relações decorrentes dessa consideração, faz de Charles S. Peirce, autor de ideias que podem ser aplicadas no ensino e na epistemologia das ciências de maneira surpreendentemente contemporânea.

Buscou-se, no presente trabalho, a apresentação de algumas ideias constituintes da semiótica peirceana que se apresentam potencialmente interessantes quando aplicadas à discussão e melhor compreensão não só do processo de construção do conhecimento científico, mas também de seus processos de ensino e aprendizagem. Considerando a Química, objeto de especial interesse para os autores, uma ciência cujo desenvolvimento dá-se essencialmente a partir de representações, a teoria dos signos de Peirce pode fornecer importantes subsídios não apenas para os processos de discussão epistemológica e educacional, mas ao próprio delineamento de uma filosofia da Química.

Para a semiótica peirceana, os níveis de representação do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico) são processos de geração de signos interpretantes, que se inserem num fluxo de tradução de informação em significados, cada vez mais aperfeiçoados na elaboração conceitual sobre o objeto científico investigado. Em cada nível de representação podem ocorrer diferentes semioses levando a formação tanto de interpretantes reumáticos, como dicentes e argumentos. Cada um dos níveis de representação do conhecimento químico pode estar relacionado com as três categorias semióticas de Peirce.

Tanto o nível macroscópico, submicroscópico e simbólico permitem relações de primeiridade, secundidade e terceiridade por meio de sucessivas semioses, ou seja, geração de signos interpretantes. E, o interpretante pode ser gerado nos diferentes níveis dependendo das atividades e das ferramentas utilizadas no processo de ensino e aprendizagem. A possibilidade de existência de inúmeros signos associados a um mesmo, objeto assume especial importância quando aplicadas a um campo do conhecimento que trabalha, essencialmente, com representações como é o caso da Química, indicando como cada semiose pode avançar no sentido do aprofundamento nos diferentes níveis de representação do conhecimento químico.

Utilizar-se das categorias filosóficas de Peirce (primeiridade, secundidade e terceiridade) permite a compreensão dos objetos sógnicos como representação do conhecimento químico no poder de representação dos signos em seus contextos de estudo. Portanto, conclui-se que a Semiótica Peirceana apresenta um potencial teórico muito rico para, também, discutir a questão das representações do conhecimento químico, sobretudo hoje, nos ambientes das múltiplas linguagens e, principalmente, dos ambientes virtuais, em que é possível apresentar com clareza peculiaridades e propriedades inerentes aos processos relativos a interações dinâmicas no nível de partículas subatômicas como, por exemplo, a movimentação relativa entre as partículas devido a colisões intermoleculares e a própria temperatura. O caráter icônico desse tipo de representações pode ser utilizado para construir o conhecimento químico que ou não seria possível de outra forma ou seria muito mais difícil utilizando apenas palavras e imagens estáticas. Na Química a maioria dos objetos (entes químicos) é representada e, objetos representados funcionam semioticamente. Portanto, a semiótica e as múltiplas representações podem trazer contribuições para uma melhor compreensão dos processos que envolvem representações no ensino de Química, melhorando as associações dos signos com significados.

Referências

- ALMEIDA, L.M.W.; DA SILVA, K.P.; VERTUAN, R.E. Sobre a categorização dos signos na Semiótica Peirceana em atividades de Modelagem Matemática. **Revista eletrônica de investigación en educación en ciencias**, nº 1, v.6, p.1-10, 2011.
- BARNEA, N. E DORI, Y.J. Computerized Molecular Modeling - The New Technology for Enhancing Model Perception Among Chemistry Educators and Learners. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 1(1), 109- 120. 2000.
- BEN-ZVI, R., EYLON, B. & SILBERSTEIN, J. Student's visualization of a chemical reaction. **Education in Chemistry**, 17-120. 1987.
- BEN-ZVI, R., SILBERSTEIN, J. & MAMLOK, R. Macro-micro relationships: a key to the world of chemistry. In: **P. L. Lijnse, P. Licht, W. De Vos, A. J. Waarlo (ed.) Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary Science Education**, 1990.
- CHASSOT, A. **Sete Escritos Sobre Educação e Ciência**, São Paulo, Ed. Cortez, 2008.
- CARVALHO, A. M. P.(org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**, São Paulo, Ed. Pioneira Thomson Learning, 2004.
- CARVALHO, A. M. P. Piaget e o Ensino de Ciências, **Revista Fac. Educação São Paulo**, 9(1/2) , 55, 1983.
- FRAZER, Malcolm J. A Pesquisa de educação química, **Química Nova na Escola**, 1982.

- GILLESPIE, R.G. Commentary: Reforming the General Chemistry Textbook. **Journal of Chemical Education**. 74, 484. 1997.
- GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação, **Química Nova na Escola**, nº7, p.34-42, 2007.
- HUDDLE, P.A., WHITE, M.D. E ROGERS, F. Using a teaching Model to correct known misconceptions in Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, 77(1), 104-110. 2000.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. Mental models: **Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness**. Cambridge,UK: Cambridge U.P, 1983.
- JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**, 64-377, 1982.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 1991.
- JOHNSTONE, A.H. (1993). The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, n. 70, 701-704.
- KOZMA, R.B. E RUSSELL, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. **Journal of Research in Science Teaching**, 34(9), 949-968. 1997.
- MATURANO, C.; AGUILAR, S.; NUÑEZ GRACIELA. Conversion de imagenes al lenguaje escrito. Un desafio para el estudiante de ciencias naturales. Revista Eureka, Enseñanza. Divulgacion de las ciencias. v. 6, n.1, p. 63-73, 2009.
- MIGUEL, Maria Elizabeth. Uso do LOGO no Ensino de Química - **Núcleo de Informática Aplicada à Educação Universidade Estadual de Campinas**, 1987.
- NÖTH, W. **Panorama da Semiótica: de Platão a Peirce**. São Paulo: Annablume, 2003.
- NUÑEZ, I. B. , UEHARA, F. M. G., PEREIRA J. E. As representações semióticas nas provas de química no vestibular da UFRN: **uma aproximação à linguagem científica no ensino das ciências naturais**. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/756.pdf> . Acesso em: 12/05/2017.
- PELEGRINI, R. T. A mediação semiótica no desenvolvimento do conhecimento químico. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação na área de psicologia)- **Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas**, Campinas-SP, 1995.
- PEIRCE, C. S. Semiótica. **Coleção Estudos. Semiótica**, 46. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- PIAGET, J. **A Conservação das Quantidades Físicas nas Crianças**. São Paulo, Zahar, 1971.
- PONTES, P.M. Razões Para Incluir Aulas de História da Química no Ensino Médio. **In: Construir notícias**, N° 38, ano 07, janeiro/fevereiro, Ed. Multimarcas pgs. 31 a 33. 2007.
- POZO, J.I.; CRESPO, M. A. G. A. A aprendizagem e o ensino de Ciências: **do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- POZO, R.M. Prospective teacher's ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. **International Journal of Science Education**, 23, 353-371, 2001.
- SANGER, M. J.Using Particulate Drawings to Determine and Improve Students' Conceptions of Pure Substances and Mixtures. **Journal of Chemical Education**, 77, 762-766, 2000.

SANTAELLA, L. O que é a Semiótica. **Coleção Pequenos Passos**: 103 - Editora Brasiliense, 1983.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16, pp. 275-290, 2011.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. A representação no ensino de Química Orgânica na perspectiva da Semiótica Peirceana. **XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de agosto de 2014.

WU, H.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, J.; J. Res. Sci. **Teaching**, 38, 821, 2001.