

As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana

Edson José Wartha¹, Daisy de Brito Rezende²

¹Doutor em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo
Professor da Universidade Federal de Sergipe (UFS/Brasil)

²Doutora em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo
Professora da Universidade de São Paulo (USP/Brasil)

Informações do Artigo

Recebido: 20 de fevereiro de 2017

Aceito: 22 de março de 2017

Palavras chave:

Representação, ensino de química, semiótica peirceana.

E-mail:

ejwartha@gmail.com

ABSTRACT

This paper discusses and presents possible potential use of the components Peircean's Semiotics as a tool to discourse the ontological and epistemological status of the role of representations in chemistry teaching. We intend to present an approach that takes into account the ontological plane and the linguistic plane in the discussion about representation in Chemistry and in Teaching Chemistry. It is argued that in the perspective of Peirce's semiotics it is possible to advance the discussions on the ontological status of representation.

INTRODUÇÃO

A importância da linguagem no desenvolvimento e aprendizagem de conceitos científicos vem sendo objeto de investigações sistemáticas na área de Ensino de Ciências. Porém, a maioria desses estudos são desenvolvidos de forma independente de pesquisas realizadas no campo da Linguística e da Semiótica, o que poderá não dar conta da complexidade de questões relacionadas à leitura, compreensão e expressão de ideias científicas. Por outro lado, os estudos da Linguística e/ou da Semiótica realizados no campo das ciências de forma isoladas, sem abordarem questões linguísticas e semióticas articuladas, não problematizam como particularidades a organização e estruturação do conhecimento científico e de como é comunicado.

A proposta deste estudo é considerar os componentes representacionais desenvolvidos na química como uma forma de linguagem e, ao considerar os aspectos linguísticos da comunicação, considerar também que a linguagem se torna um instrumento básico e essencial no processo de compartilhar significados entre aluno e professor a respeito

de fatos e fenômenos, no qual há uma busca da congruência de significados no sentido de haver o intercâmbio e “negociação” (KLEIN e LABURU, 2012). Borsese (2000) interpreta a linguagem científica como uma linguagem específica, em que cada símbolo encerra um número elevado de significados, não apenas dando nome a compostos químicos e às transformações da matéria em nível macro ou submicroscópico (na Química, usa-se o termo submicroscópico no lugar de microscópico por tratar-se de um nível ou dimensão interpretativa sobre os entes químicos, como átomo, íons e moléculas, que envolvem explicações baseadas em modelos abstratos de entidades não diretamente perceptíveis) mas que registra, codifica e os transforma em elementos de pensamento e comunicação. Assim, a proposta é aproximar os estudos da Semiótica com os estudos sobre a linguagem no processo de aprendizagem de conceitos científicos de forma que esses diferentes sistemas conceituais interajam e se integrem de modo que permitam uma síntese sobre o papel da representação no Ensino de Química que não poderia ser atingida de forma isolada.

REPRESENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

No âmbito da química, os aspectos representacionais, tiveram grande impulso durante o século XIX a partir de um processo que procurava tornar “visíveis” átomos e moléculas. Essas primeiras tentativas de representação para os entes químicos não tinham o objetivo de dar significação às moléculas e aos átomos no sentido físico, mas sim configurar possibilidades de arranjo ou de interpretação da estrutura do “corpo químico” (ARAUJO-NETO, 2009).

Na história da construção da ciência química é possível identificar alguns fatos que corroboram esta hipótese. O estudo de Barke e Engida (2001) descrevem que no século XIX, Berzelius e Liebig desenvolveram ideias sobre átomos e fórmulas empíricas com o objetivo de estabelecer determinadas relações entre o volume de gases ou massas de substâncias com sua possível constituição. Estas representações estruturais foram úteis para tentar mostrar a relação que poderia existir entre a composição e o volume ou massa de substâncias. Kekulé, por exemplo, imaginou e desenvolveu uma possível estrutura para a molécula do benzeno a partir do conceito de valência. Também, a partir dessa mesma ideia foi possível construir representações estruturais para várias moléculas orgânicas (BARKE e ENGIDA, 2001). Berzelius, ao propor símbolos com as iniciais do nome dos elementos químicos, possibilitou uma linguagem escrita para representar as substâncias químicas. Couper teve a ideia de representar as ligações por traços ou pontos introduzindo elementos representacionais que refletem o conceito de ligação. Desse modo, ele estabelece relações entre o conceito de composto químico e o conceito de ligação química (ANDRADE NETO *et al.*, 2007).

Um bom exemplo para tentar compreender a relação entre aspectos representacionais e conceituais na ciência química é o Modelo de tensão angular de anéis de Adolf Baeyer. A explicação de Baeyer não é interessante somente por ser um dos primeiros exemplos em que uma fórmula estrutural foi usada como modelo para explicar as diferenças de energia, mas também, porque apresentou, para o conceito de tensão, um modelo material capaz de fornecer as evidências necessárias para a aceitação de sua teoria, percebidas por sua manipulação. Baeyer recorre a essas evidências para, em reações de ciclização de alcanos, explicar a prevalência de anéis de cinco e seis carbonos pela consequente diminuição da tensão entre as ligações. Quando, por meio da representação, uma característica foi determinada e usada para relacionar as diferenças de energia e assim permitir explicações sobre o conceito de reatividade. Isso foi admitido como uma indicação de que a característica pertinente da representação não era arbitrária, mas poderia ser usada para deduzir características da estrutura química.

Esses exemplos procuram mostrar que na ciência Química os componentes representacionais foram e são fundamentais no processo de construção da química. Portanto, é de se esperar que, também no âmbito do ensino de Química exista tal relação, ou seja, a construção do conhecimento químico é realizada, também, através de aspectos relacionados a construção e compreensão dessas representações. Por exemplo, no processo de ensino de Química são usadas representações para átomo, moléculas, transformações químicas e mecanismos de reações. Assim, para ensinar Química foi preciso desenvolver todo um sistema de representação formal, ou seja, uma linguagem própria, muito semelhante ao processo de construção da linguagem natural para que ocorra a comunicação entre professores e estudantes. É necessário deixar claro que a linguagem científica escolar, mesmo sendo construída a partir de elementos da pesquisa em Química, ou seja, da linguagem científica utilizada pelos membros da comunidade científica, a linguagem científica escolar é um campo epistemológico do saber que passa por processos de recontextualização dos conhecimentos (WERTSCH, 1993).

Há estudos na literatura na área de Ensino de Ciências que consideram que a elaboração conceitual ou a aprendizagem de um conceito pode ser desenvolvida a partir da compreensão dos diversos modos utilizados para representá-lo. Nessa perspectiva, aprender ciências envolve a capacidade do aprendiz em ligar e coordenar diferentes modos representacionais, como formas gráficas, verbais, matemáticas, sinestésicas, experimentais ou diagramáticas, considerando que cada modo comunicativo (linguagem oral e escrita, gestos e linguagem visual) contribui de maneira especializada e cooperativa para dar

significado e explicitar conceitos (GALAGOVSKY *et. al.*, 2009; MÁRQUEZ *et al.*, 2003; PRAIN e WALDRIP, 2006; LEMKE, 1998).

Giordan (2008) indica que o estudo da estrutura da matéria e da teoria molecular seria praticamente inviável sem o uso de diferentes formas de representação. Também, aponta que há diferentes níveis de linguagem no processo de elaboração conceitual: um nível inicial que contém símbolos para representar elementos e substâncias, com regras próprias relativas ao uso operacional dos símbolos; Um segundo nível que provem de um vocabulário que permite aos químicos falar sobre substâncias, a partir de definições e interpretações universalmente aceitas; Um terceiro nível, em que a linguagem apresenta as condições que são usadas para discutir as abstrações (de como uma substância se comporta) como parte de leis, modelos e teorias em um contexto geral; E, por último, um quarto nível em que a linguagem é mais filosófica, pois inclui problemas particulares sintáticos e semânticos acerca do significado dos símbolos e de como descrevem as relações entre substâncias e suas representações (JACOB, 2001).

Para Campos (2001), os mecanismos de representação do conhecimento permitem que processos de formalização sobre os objetos e suas relações, em contextos pré-definidos, possam ser facilmente representados também no âmbito da química, pois para aprender conceitos é necessário aprender, também, sobre suas representações. O nível ontológico tem por objetivo restringir o número de possibilidades de interpretação do conceito dentro de um dado contexto, a partir de um formalismo que pretende representar o conteúdo do conceito e o nível epistemológico, a noção genérica de um conceito é introduzida como uma primitiva de estruturação de conhecimento; Ele é o nível da estruturação, ou seja, considerar a natureza e a especificidade da explicação química. Enquanto o nível epistemológico é o nível de estruturação, o nível ontológico é o nível de significação.

Martins *et al.*, (2005) afirmam que a representação pictórica (que se constitui em uma linguagem de comunicação baseada em desenhos, gráficos, tabelas, esquemas, imagens, ícones e outras formas de representação visual) é um instrumento para mediação das concepções sobre um fenômeno. Para Santos (2006), a representação pictórica, ao ser colocada em meio ao processo de construção do conhecimento, é destacada como construção das ideias nas funções entendidas por como intermediária à abstração. Klug (2006) apresenta as representações pictóricas como ação mediadora das imagens concebidas no plano mental. Lemke (2002) descreve a sematologia do discurso científico como o emprego de diferentes linguagens, às vezes integradas. E afirma que a leitura e a expressão, ora em linguagem verbal, ora pictórica ou outra forma de representação deveria ser um dos objetivos do ensino de Ciências.

É possível encontrar uma diversidade de estudos que demonstram, que estudantes de todos os níveis têm dificuldades em interpretar e utilizar adequadamente representações de conceitos químicos (HEITZMAN e KRAJCIK, 2005; WU *et al.*, 2001; KOZMA e RUSSELL, 1997; GABEL, 1999). Esses trabalhos apontam que as dificuldades não estão apenas relacionadas na compreensão dos conceitos e das representações envolvidas, mas sobretudo na capacidade de transladar entre diferentes formas de representação para um mesmo ente químico. Para Kozma (2000), algumas dessas dificuldades indicam que há falta de relações entre fenômenos, representações e as leis e teorias. Johnstone (1982, 1991, 1997) foi um dos primeiros pesquisadores a chamar a atenção para o fato de que as representações químicas envolvem pensar os fenômenos em três diferentes níveis de representação: nível macroscópico, simbólico e submicroscópico (Figura 1).

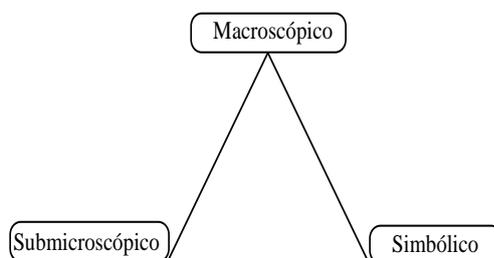


Figura 1. Os três componentes básicos da “nova Química” (adaptado de Johnstone, 1993; 2000).

Johnstone argumenta que grande parte das dificuldades da aprendizagem em Química se deve ao fato de que, o processo de ensino e aprendizagem, se dá quase que exclusivamente em apenas um dos vértices do triângulo (macroscópico e simbólico), deixando de lado aspectos mais estruturais (correspondente ao vértice do submicroscópico) privando o estudante da sua capacidade de modelagem, ou seja, de construir modelos explicativos.

Wu *et al.* (2001) acreditam que a visualização de representações químicas exige uma relação cognitiva entre os componentes conceituais e os componentes visuais que envolvem codificação e interpretação das representações. Em outro estudo, Wu (2003) afirma que o desenvolvimento de competências representacionais implica realizar ações que permitam ao estudante construir suas próprias representações, utilizar as representações em determinado contexto e poder estabelecer relações entre as diferentes representações. Cook (2006), em outro estudo abordando níveis de representação, verificou que o uso de representações pictóricas nem sempre melhoram a aprendizagem do conceito. O que favorece a aprendizagem e uma melhor compreensão sobre o fenômeno é o uso de múltiplas representações, tanto nos modos visuais como nos verbais de forma integrada, de modo a

permitirem que os estudantes possam extrair diferentes informações nos diferentes modos representacionais.

Verificamos que em alguns estudos relacionados aos níveis de representação, como é o caso de Jaber e Boujaoude (2011), Jansson *et al.*, (2009), Cook *et al.*, (2008), Chittleborough e Treagust (2007) e Chandrasegaran *et al.*, (2007), que ao considerarem os níveis de representação propostos por Johnstone (1993, 2000), esses pesquisadores mostram que o nível em que há maiores dificuldades de aprendizagem, é o nível submicroscópico e indicam, portanto, a necessidade de desenvolver no ensino de Química abordagens que permitam maior interação entre os três níveis. No entanto, em nenhum dos estudos e, nem nos estudos de Johnstone (2000) há discussões sobre questões filosóficas, epistemológicas e pedagógicas relacionadas ao modelo dos três níveis de representação em que cada nível é representado no vértice de um triângulo.

Labarca (2010) indica que nas pesquisas que usam o modelo dos três níveis de representação propostos por Johnstone (1993, 2000), existem alguns equívocos filosóficos associados às possíveis confusões entre os planos de argumentação, ou os três níveis de representação. Para Labarca (2010), Johnstone e seus seguidores, em seus modelos, confundem o plano ontológico com os planos linguístico/conceitual e matemático. Labarca (2010) afirma que planos diferentes não poderiam estar representados como vértices em um mesmo triângulo, ou seja, como planos equivalentes. Esse autor argumenta que deve haver distinção entre o que se relaciona ao sujeito (itens linguísticos e conceituais, como conceitos, leis e teorias) e aquilo que se relaciona ao objeto (itens ontológicos, tais como entes químicos e propriedades).

O debate a respeito da ontologia dos objetos da Química é objeto de estudo de Zeidler e Sobczynska (1996), Schummer (1998), Del Re (1998), Zeidler (2000) e Ribeiro (2008) em que parece haver consenso de que as ontologias não podem ser extraídas automaticamente de um texto, de uma figura ou de um diagrama, por exemplo, uma vez que a ontologia obedece a um determinado processo de construção envolvendo, por exemplo, o consenso de uma comunidade científica. É importante conhecer o fenômeno (componente ontológico do pensamento) e como esse se relaciona com ideias na razão (componentes epistemológicos e metodológicos). No plano ontológico, pode haver níveis distintos, tanto o nível macroscópico como o nível submicroscópico; enquanto o plano linguístico e conceitual pode abranger leis, descrições, teorias; e, um terceiro plano, o matemático, corresponder às manipulações matemáticas de itens linguísticos.

Araujo-Neto (2009) também faz uma crítica aos níveis de representação propostos por Johnstone (1993, 2000), Chittleborough e Treagust (2007), Chandrasegaran *et al.*, (2007) entre

outros e usados durante mais de três décadas por vários pesquisadores de diferentes países, argumentando que tais níveis parecem confundir referentes e referências, o representante e a própria representação. Por exemplo, no trabalho de Treagust *et al.*, (2003), é possível verificar que os autores consideram um kit de moléculas (bola-varetas) como sendo representações no nível simbólico, ao passo que vibrações moleculares estão associadas ao nível submicroscópico de representação. Esses pesquisadores consideram que uma fórmula estrutural são meios de materializar o ente químico, criando alguma identidade entre o representante e o representado. Assim, para Treagust *et al.*, (2003) a explicitação da articulação entre os diferentes níveis do conhecimento químico seria capaz de propiciar a criação de imagens mentais pelos aprendizes e, em boa medida, realizar parte das tarefas que se atribui ao uso de modelos físicos. O problema é que ao tomar, por exemplo, um kit de moléculas (bola-varetas) e classificar como sendo do nível simbólico, submicroscópicos ou macroscópico, qualquer tentativa para entendê-los, são tomados como representação e, desse modo, tem-se uma proposta não realista de concepção de mundo. Araujo-Neto (2009) argumenta que o problema não está nesta concepção não realista de mundo, mas, sim, no fato de não esclarecer tal proposição.

Para Kress e van Leewen (1996) tal proposição deveria levar em consideração três aspectos concomitantes de significação: a representação experiencial, que considera a experiência humana retratada e o contexto de uso da mesma; a representação relacional, que se ocupa das relações interpessoais estabelecidas entre os entes representados, e destes com o estudante; e a representação composicional, que diz respeito aos significados que podem ser atribuídos às escolhas feitas pelo estudante para compor sua ideia ou elaboração conceitual sobre o objeto.

Talvez por não considerarem os diferentes planos de argumentação, e por estar o nível submicroscópico diretamente relacionado ao plano ontológico, pois diz respeito aos entes químicos que não temos acesso direto (regularidades, entidades individuais, propriedades, relações, eventos) o modelo dos três níveis de Johstone apresenta algumas inconsistências. Tem que levar em consideração que há domínios da ontologia que não são observáveis e, portanto, não são empiricamente acessíveis, e como consequência, conclusões ontológicas sobre os inacessíveis são necessariamente indiretas. No entanto, se formos realistas em algum sentido, é possível concebermos itens linguísticos ou conceituais como se referindo a itens ontológicos. Considerando que toda representação é uma aproximação imperfeita da realidade, ao selecionarmos uma representação, decide-se sobre como e o que ver do objeto. Portanto, selecionar uma representação significa assumir um conjunto de compromissos ontológicos. Esses compromissos determinam o que pode ser visto, pois determinam o

ênfoque de alguma parte do objeto, em detrimento de outras. Assim, o comprometimento ontológico feito por uma representação pode ser uma de suas mais importantes contribuições (CAMPOS, 2001). De acordo com Bachelard, o “real” é construído, ou seja, o objeto da química é construído pelo sujeito.

O objeto percebido e o objeto pensado pertencem a duas instâncias filosóficas diferentes. Pode-se, então, descrever o objeto duas vezes: uma vez, como o percebemos; e uma vez como o pensamos. [...] A percepção de um objeto apresenta-se como um signo sem significação em profundidade. Ela remete apenas aos demais objetos percebidos e associa-se à percepção dos demais objetos no plano homogêneo do percebido. Esclarecer o percebido é simplesmente multiplicar as associações da percepção. Pelo contrário, esclarecer o objeto científico é começar um relato de nomenclatura progressiva. Todo objeto científico traz a marca de um progresso do conhecimento. (BACHELARD, 1977, p. 130).

Para Bachelard a representação em química é transladar do fenômeno aos objetos a partir de uma base teórica sólida. Desse modo, ao ampliar a percepção sobre o objeto estamos justificando o fenômeno pelo objeto de acordo com postulado teórico. Assim, um objeto não é senão a sua construção dentro de um aprisionamento conceitual, teórico, fenomênico e técnico. Desse modo, acreditamos que alguns elementos da Semiótica Peirceana apresentem outra perspectiva sobre os aspectos representacionais levando em consideração tanto as questões filosóficas, epistemológicas e pedagógicas.

Assim, neste estudo, consideramos as representações como produtos semióticos que dependem de suas formas de uso, pois são processos intencionais e racionais negociados por uma comunidade ou por um grupo de estudantes que dá garantias e legitima esse processo.

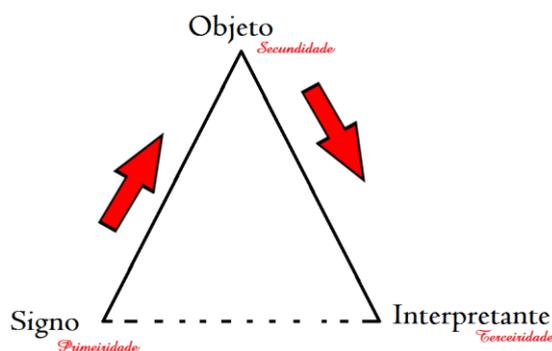
A REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO NA PERSPECTIVA DE PEIRCE

Para Silveira (1993), referências ao pensamento peirceano em textos de Filosofia da Ciência, embora raras, são cada vez mais frequentes. Essas costumam decorrer do reconhecimento do caráter original e renovador do pensamento peirceano em defesa de outro mais realista do conhecimento científico, aceitação do pragmatismo e à multiplicidade de interpretações que a Semiótica Peirceana poderá fornecer sobre processos que envolvam algum tipo de representação sobre os entes químicos (átomos, moléculas, íons, mecanismos de reação, por exemplo) permitindo uma ampliando da percepção sobre o mesmo e, desse

modo, facilitar o processo de semiose, ou seja, criando constructos teóricos que auxiliem no processo de elaboração conceitual.

Como afirma Peirce (CP 8.112)¹, “a filosofia é uma ciência baseada na experiência diária... (nela) não devemos começar falando sobre ideias puras - pensamentos vagabundos que percorrem estradas desabitadas - mas devemos começar falando a respeito dos homens e de sua conversação”. O processo de representação em Peirce é sempre um processo mediado e contextual, ou seja, só é possível perceber aquilo que se está capacitado a interpretar. Para Peirce (CP 5.1) a interpretação não é o resultado final e absoluto da experiência, mas sim uma atualização de signos e significados gerados na falível atividade cognitiva de organismos viventes, e por isso, é sempre um processo contínuo e dinâmico.

Assim, para nos apropriarmos de alguns elementos da fenomenologia de Peirce será necessário ter claro que ele concebe a presença do fenômeno a partir do reconhecimento de três categorias: primeiridade, que abarca noções como qualidade, originalidade, espontaneidade e acaso; Secundidade, que contém noções como relação, singularidade, alteridade e existência; e terceridade, na qual habitam noções como mediação, generalidade, regularidade e lei (FERRAZ, 2009). Na fenomenologia de Peirce a doutrina das categorias pode ser nomeada simplesmente como primeiridade (signo), secundidade (objeto) e terceridade (interpretante) – ou, respectivamente, Qualidade, Relação e Representação. A Figura 2 procura mostrar a relação entre as três categorias de Peirce.

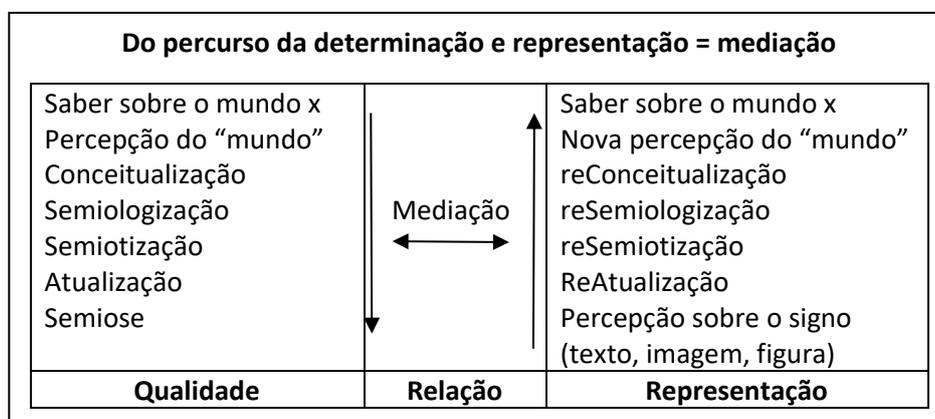


¹ Usaremos a referência CP para indicar Collected Papers de Charles Sanders Peirce, por exemplo – CP 8.112, o primeiro número corresponde ao volume e os demais ao parágrafo.

Collected Papers são manuscritos de estudos peircianos, ao todo somam 90 mil, que se encontram sob os cuidados do Departamento de Filosofia da Universidade de Harvard. Esta universidade publicou, em 1931-35 e 1958, os seguintes volumes: I – Princípios da Filosofia; II – Elementos de Lógica; III – Lógica Exata; IV – A mais simples Matemática; V – Pragmatismo e Pragmaticismo; VI – Ciência Metafísica; VII – Ciência e Filosofia; e VIII – Comentários, Correspondência e Bibliografia. Disponível em: <<http://www.hup.harvard.edu/catalog/PEICOA.html>>. Acesso em: 2016.

Figura 2. Tríade semiótica de Peirce sobre a relação entre signo, objeto e interpretante.

É importante observar, como apresentado no Quadro 1, que a tríade semiótica envolve dois tipos de relações: determinação e representação, sendo que as relações de representação estão submetidas às relações de determinação (CP 5.310). Isso significa que a representação somente ocorre em função da determinação e, em vista disso, a representação constitui uma face de algo maior, que é a mediação. Pode-se dizer que as relações de determinação existentes entre o objeto e o signo, e entre o signo e o interpretante, indicam um processo causal em que as qualidades de um elemento (objeto) são especificadas, transferidas ou imprimidas pela ação de um outro elemento (signo) (MOREIRA, 2007).



Quadro 1. Percurso representativo da determinação e representação.

O esquema da semiose proposto no Quadro 1 é uma tentativa de esboçar uma possível arquitetura global da cognição, descrevendo a percepção como o conteúdo sincrético resultante das instâncias Qualidade, Relação e Representação. Todas essas instâncias se inter-relacionam para gerar uma nova percepção ou um novo signo (interpretante).

Para Peirce,

(...) um Signo, ou Representamen é um Primeiro que se põe numa relação triádica genuína tal para com um Segundo, chamado seu Objeto, de modo a ser capaz de determinar um Terceiro, chamado seu Interpretante, que se coloque em relação ao Objeto na mesma relação triádica em que ele próprio está, com relação a este mesmo Objeto. A relação triádica é genuína, isto é, seus três elementos estão por ela relacionados de maneira tal que não consiste em qualquer complexo de relações diádicas (CP 2.274).

De acordo com Ferraz (2009), as ideias acima expostas, referentes às categorias semióticas constitutivas do signo, em correlação com as categorias fenomenológicas, são concebidas, respectivamente, como o representamen, o objeto e o interpretante. Ocorre que a ação do signo (semiose), se faz na interdependência da integralidade triádica de seus elementos constituintes. Assim, a semiose é ativada totalmente (de forma genuína) ao realizar esta tríade, e parcialmente (de forma degenerada) ao não realizar, conforme as pragmáticas pelas quais ela seja atualizada na experiência (CP 1.473; CP2.92).

Ao diferenciar aquilo que contém qualidades do signo e aquilo que as põe em relação (CP 2.273), Peirce aponta para o papel da representação na constituição das categorias semióticas, propondo que ela seria a relação de apresentação de algo qualitativamente distinto daquilo que o traz à tona para algum interpretante. Em razão do histórico de sua carga semântica ser vinculado a uma perspectiva dualista (sujeito-objeto), Peirce irá substituir o termo representação pela noção de mediação por melhor significar a articulação triádica entre diferentes presenças fenomenológicas. (CP 1.530; CP 2.86).

Na perspectiva da Semiótica Peirceana representação é mediação, assim, a realidade é mediada pelas interações entre signos (signo, objeto e interpretante), em outras palavras, o signo representa o objeto; o objeto determina o signo, e o interpretante é determinado, imediatamente, pelo signo e, mediadamente, pelo objeto. Nas palavras de Santaella (1996, p. 226): “o signo determina o interpretante e, ao determiná-lo, o signo transfere ao interpretante a tarefa de representar o objeto pela mediação do signo”. Sabemos que o signo determina o interpretante, mas ele mesmo é determinado pelo objeto. Esta é a primazia real do objeto sobre o signo. Mas se, como afirma Santaella, o signo, ao determinar o interpretante, transfere para ele a tarefa de representar o objeto, nós podemos também afirmar que, ao determinar o signo, o objeto transfere para o signo a tarefa de representa-lo. Então, o signo representa o objeto porque sofre uma relação de determinação por parte deste objeto.

No plano ontológico Peirce distingue dois tipos de objetos: o imediato, “o objeto como o mesmo signo representa-o” (CP 4.536), e o dinâmico, o objeto representado, à margem de sua relação com o signo. Para Peirce: “O objeto intermediário, ou dinâmico, é o objeto exterior ao signo. Mas o signo deve indica-lo [...]; e esta indicação [...] é o objeto imediato” (CP 8.334). O objeto dinâmico é sempre mediado, de modo que ele mesmo não é representado. Esse é, inclusive, um problema clássico dentro da tradição filosófica, isto é, há representações que se referem apenas a parte de um conjunto de propriedades de um objeto e há representações que se referem a todo um conjunto de propriedades de um objeto. Dessa forma, o objeto imediato é esse conjunto de propriedades que é representado pelo signo para um

interpretante. Ademais, caso fosse possível representar todas as propriedades do objeto dinâmico, não haveria erro no conhecimento (e na representação) da perspectiva daquilo que está sendo representado. E, se fosse possível tal capacidade representativa, o erro real da representação não deveria estar na matriz do objeto, mas sim do interpretante. No entanto, na tríade Semiótica, a primeira estrutura não é o objeto nem o interpretante, mas, o signo (MOREIRA, 2007).

Considerando que a Semiótica Peirceana apresenta elementos para discutir os processos de representação no Ensino de Química e, que é na categoria terceiridade (representação) que se dá a elaboração de conceitos –“a terceiridade é operatória na natureza” (CP 1.93) – e, que, o acesso aos entes químicos, acesso esse de caráter intencional, é sempre mediado e, nesse sentido, limitado pelo relativismo imposto por sua própria natureza. Assim, o esquema da Figura 3 procura apresentar uma possível reinterpretação do processo representacional no Ensino de Química com base na fenomenologia da Semiótica Peirceana.

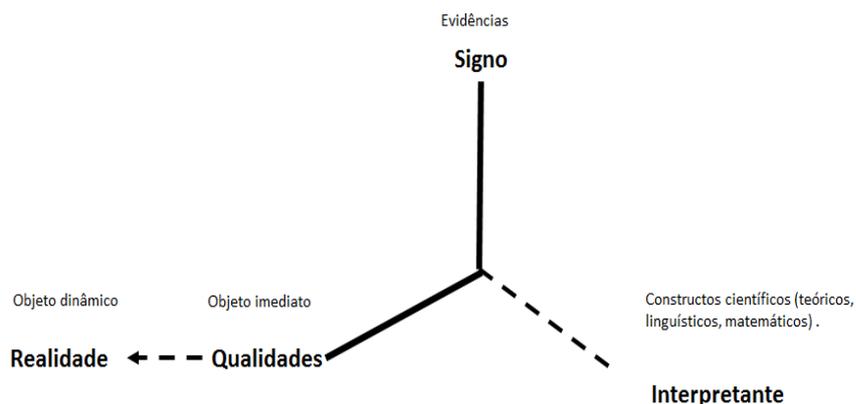


Figura 3. Esquema do processo representacional na perspectiva semiótica (adaptado de Souza, 2012)

A partir de evidências, o signo é capaz de captar (perceber) apenas aspectos parciais do objeto e não sua totalidade, destacando a necessidade de outros signos (mais evidências, qualidades). A relação de aproximação entre o objeto imediato e o objeto dinâmico destaca a ontologia do acesso aos entes químicos (objeto imediato), pois este possui diferentes aspectos que só podem ser percebidos em partes, uma vez que não podem ser acessados em sua totalidade (objeto dinâmico). Por fim, a linha tracejada, conectando evidências e constructos científicos representa o interpretante que poderá ser uma elaboração conceitual ou uma concepção alternativa, sempre fruto de um processo mediado.

A relação entre o objeto imediato e o objeto dinâmico na Semiótica Peirceana nos permite discutir a questão do realismo na ciência, ou seja, discutir a correspondência entre realidade e representação, não as vendo como separadas, mas abordar a realidade veiculada pelo signo sem negar a realidade em si mesma. Para Andacht (2010),

(...) a verdade, pela própria concepção peirceana de ciência, não pode residir ou revelar-se inteira em uma opinião. Admiti-lo seria confiná-la ao objeto imediato no signo. Ao contrário, a verdade vai se revelando aos poucos no processo científico de descoberta e experimentação com a realidade. É assim que a realidade (objeto dinâmico) e a realidade representada (objeto imediato) têm uma conexão necessária que nos impele a vê-las como interligadas. A realidade é mais do que aquilo que pode ser vislumbrado; para Peirce, ela é experimentada, provada, tocada, cheirada (...). Conhecer a realidade por meio de suas representações em nenhuma medida diminui nosso contato com o real (ANDACHT, 2010, p.4).

Na tríade semiótica, no entanto, a primeira estrutura não é o Objeto, nem o Interpretante, mas, o Signo. O Signo exerce uma função mediativa, na qual um objeto é posto em relação a um interpretante. Nessa relação, entende-se que o Objeto gera um Signo para um Interpretante. Logo, o signo denota um objeto, sendo o objeto denotado o objeto do signo. Essa estrutura se articula em diferentes níveis, desde a simples qualidade na qual um signo denota um objeto chamado Ícone, passando por uma relação existente como um Índice, até chegar a uma estrutura triádica genuína, que gera em tal ação uma lei ou hábito, classificado por Peirce de Símbolo (COSTA e SILVA, 2012).

A SEMIÓTICA PEIRCEANA NO ENSINO DE QUÍMICA

O desafio agora é tentar trazer a noção de representação de Peirce apresentada na tríade semiótica para interpretar processos de ensino e aprendizagem da ciência Química no espaço da sala de aula, ou seja, pensar em uma tríade pedagógica. Considerando que para Peirce a representação é mediação, podemos pensar a sala de aula como um espaço de percepção (signos) sobre entes químicos (objetos) na elaboração conceitual (interpretante). Considerando que as categorias signo-objeto-interpretante podem ser interpretadas em termos de Perceber, Relacionar e Conceituar, a Figura 4 tem a pretensão de apresentar o processo semiótico aqui denominado de tríade pedagógica.

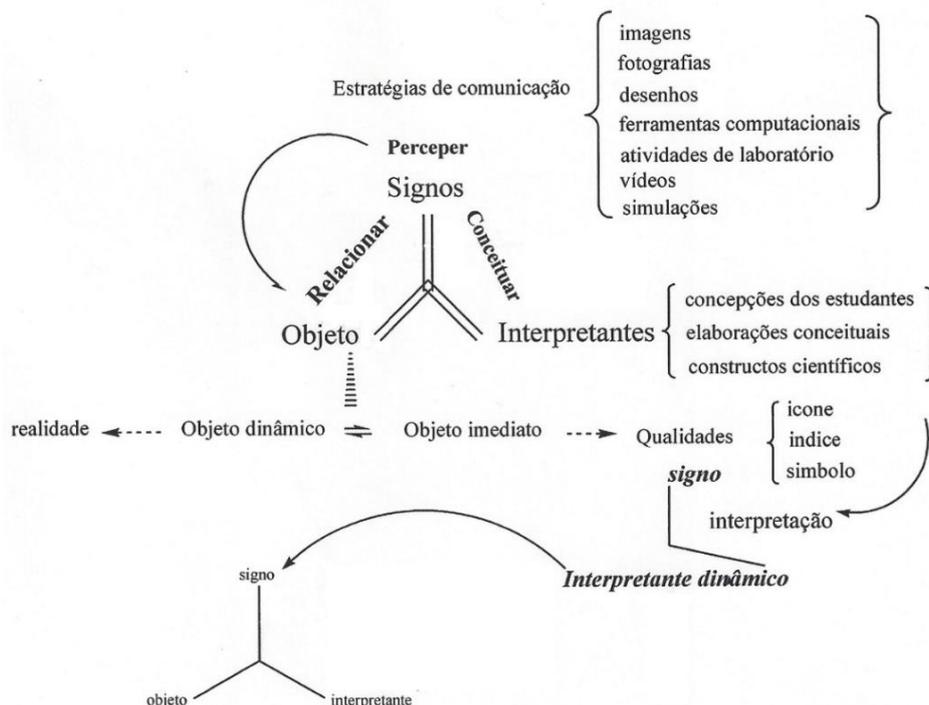


Figura 4. Representação da tríade pedagógica em uma aula de Química (WARTHA e REZENDE, 2015).

Esta tríade apresenta possíveis relações entre signos (estratégias de comunicação: leitura de um texto, análise de uma imagem, assistir um vídeo, uso de ferramentas virtuais e até mesmo a realização de experimentos), objetos (relação entre qualidades captadas e o real percebido) e interpretantes (aqui consideradas como concepções dos estudantes, elaborações conceituais, constructos científicos, por exemplo).

Considerar os processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos 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 qualidades (objetos moleculares, figuras, desenhos e diagramas, por exemplo) se apresentam (primeiridade) e não representam (terceiridade). Para Peirce (2005), os signos são traduzidos como processos de mediação, portanto a representação é o próprio processo de mediação. É o objeto (objeto dinâmico) que gera um signo (objeto imediato) para um interpretante (interpretante dinâmico) ou um novo signo. As estratégias de comunicação (ferramentas gráficas e/ou computacionais), nessa perspectiva, são utilizadas para ampliar, melhorar ou tornar mais eficiente o processo de percepção sobre o objeto. Toda percepção adiciona algo

novo ao percebido, que pode ser interpretado como um processo de significação ou de compreensão. Daí a necessidade de diferentes estratégias de comunicação e do uso de multimodos de representação de maneira a proporcionar aos estudantes, possibilidades de construção de múltiplas representações sobre um mesmo objeto, visto que o objeto real nunca pode ser captado em sua totalidade.

Em relação aos multimodos e as múltiplas representações, os estudos de Laburu *et al.*, (2009), Perales e Palacios (2006), Tytler *et al.*, (2007), Prain e Waldrip (2006), Lemke (2003), Klein (2003) e Kozma e Russel (1997) indicam a importância de se considerar diferentes estratégias de comunicação de modo a permitir multimodos e múltiplas representações. Lembrando que multimodos se refere à integração no discurso científico de diferentes modos de representar o raciocínio, processos e descobertas científicas, com o objetivo de que os alunos apropriem o significado dos conceitos, conforme forem relacionando, isto é, compreendendo as diferentes formas representacionais e que múltiplas representações designa a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico (objeto) em diferentes formas (LABURÚ e SILVA, 2011).

A compreensão do processo semiótico na elaboração de construtos científicos leva à necessidade de valorização de aspectos relacionados à mediação nas aulas de Química. Portanto, do ponto de vista dos processos de ensino e aprendizagem, tal disciplina requer uma mudança profunda, que deve ocorrer no âmbito educacional, buscando uma formação que considere ser o corpo teórico da Química construído sobre uma linguagem própria, criada para representar o universo das transformações químicas. As representações gráficas e pictóricas de um mundo abstrato de átomos, íons e moléculas são signos que, a todo o momento, estão presentes no enfoque teórico dessa Ciência. As fórmulas químicas, os mecanismos e as equações químicas, além de funcionarem como ferramentas no trabalho do químico, cumprem, também, a função de linguagem, permitindo a mediação e a comunicação de conteúdo.

Em outras palavras, ensinar ou aprender Química, significa realizar um trabalho voltado especificamente à linguagem química, ou seja, trabalhar temáticas, também, relacionadas a aspectos representacionais. Não apenas a incorporação do uso de ferramentas virtuais, modelos físicos de estruturas que abordem questões de habilidades viso espaciais, mas, acima de tudo, o uso de diferentes estratégias de comunicação em processos de semiose (percepção, relação e conceituação), para que se construam interpretantes dinâmicos que, ao atuar como novos signos em novas semioses (processos de representação e/ou mediação) atuem como signos (signo convencional) em seu fundamento.

A semiótica peirceana ao considerar o processo de representação como mediação permite avançar sobre algumas questões que não estão claras no modelo dos níveis de representação propostos por Johnstne (1982, 1993, 2000). Tanto não estão claras que o próprio autor fez várias alterações em seu modelo original. Em 1982 denominou de “níveis da química” (descritivo, representacional e molecular), em 1993 chamou de “níveis de pensamento” (macro, submicro e simbólico), em 2000 denominou de “três aspectos da representação” (macro e tangível, molecular e invisível, simbólico e matemático). Em nenhum destes modelos é discutido e levantados aspectos ontológicos relacionados ao processo de representação. No caso da semiótica peirceana tais aspectos ficam bem definidos na relação entre o objeto imediato e objeto dinâmico (Figura 3) em discute a questão do realismo nas Ciências.

CONSIDERAÇÕES SOBRE ASPECTOS REPRESENTACIONAIS E LINGÜÍSTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Neste estudo defendemos o uso de elementos da semiótica peirceana, primeiro pelo fato da representação ser tratada como um processo de mediação (tríade pedagógica: perceber, relacionar e conceituar); Segundo, porque permite superar algumas dificuldades metodológicas e epistemológicas relacionados a abordagem de representações sobre entidades químicas (itens ontológicos), não só em relação à sua existência, mas também sobre possíveis consequências de afirmações de que a realidade molecular é a causa de fenômenos e não um modelo explicativo para elas. Na perspectiva da Semiótica Peirceana a realidade é mediada por interações entre signos (signo, objeto e interpretante), não há envolvimento de planos equivalentes de argumentação ou de níveis de representação. Em outras palavras, o signo é o objeto; o objeto determina o signo e o interpretante é determinado imediatamente pelo signo e, mediatamente, pelo objeto. Por exemplo, o uso de elementos de mediação (modelos físicos ou virtuais de representações estruturais de moléculas) em sala de aula poderá levar à ampliação da percepção sobre o ente químico (íon, átomo, molécula, substância, mecanismo de reação, por exemplo). Ao apresentar diferentes estratégias de comunicação (múltiplas representações) para um mesmo fenômeno em estudo, tem o potencial de permitir ao estudante um número maior de relações entre o signo e o objeto e, deste modo, haverá conseqüentemente um número maior de interpretantes dinâmicos, ou seja, de constructos científicos.

Considerar a representação no processo de elaboração conceitual em química na perspectiva da Semiótica Peirceana implica considerar as diferentes dimensões do

conhecimento como é o caso do nível ontológico, epistemológico e pedagógico. No nível ontológico, que trata da questão da realidade e da existência dos entes, significa considerar que as relações entre sujeito/objeto e ser/realidade, são de natureza complexa, portanto, inseparáveis entre si, pois o sujeito traz consigo a realidade que tenta objetivar. A relação entre o objeto imediato e o objeto dinâmico destaca a ontologia do acesso aos entes químicos, ou seja, o real só pode ser conhecido como representação o que equivale a dizer que o conhecer é um processo de natureza semiótica. No nível epistemológico tem-se que nas relações que ocorrem a partir de diferentes estratégias de comunicação e dos níveis de percepção do sujeito permitem que interpretações sobre os entes químicos leve em consideração que são constructos científicos, ou seja, são realidades construídas e o acesso a tais entidades na acepção da semiótica peirceana, é sempre um processo mediado e limitado pelo relativismo imposta pela sua própria natureza. Evidências empíricas - incluindo aqueles tomados por instrumentos - agem como signos que apresentam aspectos específicos e restritos das entidades a que se referem.

A dimensão pedagógica, nesta perspectiva, envolve a manipulação constante de fenômenos, símbolos e modelos, fazendo com que a capacidade de lidar e compreender os diferentes sistemas de signos um ponto crucial não apenas no processo de construção do conhecimento químico, mas também em seu processo de mediação visto que na perspectiva de Peirce a representação é sempre um processo mediado e contextual, ou seja, a semiose é infinita pois a cada interpretante construído implica em uma nova percepção sobre o signo captando novos aspectos do objeto levando a novos interpretantes. Assim, a construção de um conceito é sempre um processo, na perspectiva de Peirce.

Neste artigo procuramos apresentar e discutir possíveis potencialidades do uso de elementos da Semiótica Peirceana como instrumentos para tratar do estatuto ontológico e epistemológico das representações no Ensino de Química. Há ainda questões que carecem de estudos com maior profundidade, mas podemos apontar que dentro da área de Ensino de Química se inicia uma nova área de estudos que passa a ser denominada de Filosofia da Química e, que, portanto, estas e outras questões se tornem objeto de novas discussões a partir de outras perspectivas. Aqui apresentamos uma, a perspectiva da Semiótica de Peirce.

Referências

ANDACHT, F. **On the integration of the differentiated: a Peircean outlook on Latin American identity. Semeiosis: transdisciplinary journal of semiotics.** Disponível em: <<http://www.semeiosis.com.br/on-the-integration-of-the-differentiated/>>. Acesso em 8 de agosto de 2016.

ARAUJO NETO, W. N. **Formas de uso da noção de representação estrutural no ensino superior de química.** São Paulo: Tese de doutorado – USP, 2009.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado.** Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BARKE, H. D.; ENGIDA, E. T. Structural Chemistry and Spatial Ability in Different Cultures. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 2(3), p. 227-239, 2001.

BORSESE, A. Comunicación, lenguaje y enseñanza. **Educación Química**, 11(2), p. 220-227, 2000.

CAMPOS, M. L. A. **A organização de unidades de conhecimento: o modelo conceitual como espaço comunicacional para a realização da autoria.** Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CHANDRASEGARAN, A. L.; TREAGUST, D. F.; MOCERINO, M. The development of a twotier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school student's ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. **Chemistry Education Research and Practice**, 8(3), p. 293-307, 2007.

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 3, p. 274-292, 2007.

COOK, M. P. Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. **Science Education**, 90(6), p. 1073-1091, 2006.

COOK, M.; WIEBE, E. N.; CARTER, G. The influence of prior knowledge on viewing and interpreting graphics with macroscopic and molecular representations. **Science Education**, 92(5), p. 848-867, 2008.

FERRAZ, T. S. Relações semióticas na filosofia peirceana: fenômeno, signo e cognição. **Kínesis**, 1 (1), p. 186-198, 2009.

GABEL, D. L. Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. **Journal of Chemical Education**, 76, p. 548-554, 1999.

GALAGOVSKY, L. R.; BEKERMAN, D. La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** 8 (3), p. 952-975, 2009.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ed. Unijuí. Ijuí, Brasil, 2008.

HEITZMAN, M.; KRAJCIK, J. **Urban seventhgraders' translations of chemical equations: Which parts of the translation process do students' have trouble?** Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Dallas, TX. <acesso em 20 de julho de 2016>

JABER, L. Z.; BOUJAOUDE, S. A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. **International Journal of Science Education**, 34(7), p. 973-998, 2011.

JACOB, C. Interdependent operations in chemical language and practice. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, 7(1), 31-502, 2001.

JANSOON, N.; COLL, R. K.; SOMSOOK, E. Understanding mental models of dilution in Thai students. **International Journal of Environmental & Science Education**, 4(2), p. 147-168, 2009.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, 7(2), p. 75-83, 1991.

JOHNSTONE, A. H. Chemistry teaching-Science or alchemy? **Journal Chemical Education**, 74, p. 262-268, 1997.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: Logical or psychological? **Chemical Education: Research and Practice in Europe**, 1(1), p. 9-15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, 70(9), p. 701-705, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Microchemistry. **School Science Review**, 64(227), p. 377-379, 1982.

KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de Representação e Teoria da Aprendizagem Significativa: Possíveis Interconexões da Construção do Conceito de Biotecnologia. **Revista Ensaio**, 14 (02), p. 137-152, 2012.

KLEIN, P.D. Rethinking the multiplicity of cognitive resources and curricular representations: alternatives to "learning styles" and "multiple intelligences". **Journal of Curriculum Studies**, 35: p. 45-81, 2003.

KLUG, A. **Percorrendo caminhos: desenho infantil, memória e significação**. In: Ciclo de Investigações. Anais. Florianópolis: CEART/UEDESC, 2006. Considerações sobre a função de representação imagética em sala de aula. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication>>. Acesso em 10 de maio de 2016.

KOZMA, R. B.; RUSSELL, J. Multimedia and understanding: Expert and novice responses to diferente representations of chemical phenomena. **Journal of Research in Science Teaching**, 34, p. 949-968, 1997.

KOZMA, R. **Representation and language: the case for representational competence in the chemistry curriculum**. Paper presented at the Biennial Conference on chemical education. Ann Arbor, MI, 2000.

LABARCA, M. **Acerca del triangulo de Johnstone: algunos comentarios filosóficos**. Caderno de resumos da 1ª Conferência Latino-americana do International History, Philosophy and Science Teaching Group, 2010.

LABURÚ, C.E.; SILVA, O.H.M. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências** 16: p. 7-33, 2011.

LEMKE, J. L. **Mathematics in the middle: measure, picture, gesture, sign, and word**. In: ANDERSON, M.; SAENZ-LUDLOW, A.; ZELLWEGER, S.; CIFARELLI, V. (Eds.). Educational perspectives on mathematics as semiosis: from thinking to interpreting to knowing. Ottawa: Legas Publishing, p. 215-234, 2002.

LEMKE, J. **Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions**, 1998. <http://www-personal.umich.edu/~jlemke/papers/> <acesso em 12 de abril de 2016>

LEMKE, J. L. Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions, 2003. acesso em 12/01/2016: <<http://www-personal.umich.edu/~jaylemlke/papers/barcelon.htm>>.

LABURÚ, C. E.; GOUVEIA A. A.; BARROS, M. A. Estudo de circuitos elétricos por meio de Desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 26(1): p. 24-47, 2009.

MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. **Enseñanza de las Ciencias**, 21(3), p. 371-386, 2003.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciencia e Cultura**, 57 (4), p. 38-40, 2005.

MOREIRA, S. S. **O ícone e a possibilidade de informação**. Encontros Bibli, Florianópolis, v. 2, nº especial, p. 30-42, 2007.

PANAOURA, I. E., ERACLEOUS, A.; GAGATIS, A. Relations between secondary pupils' conceptions about functions and problem solving in different representations. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 5:533-556, 2007.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. Tradução José Teixeira Coelho Netto. 8ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2005. Título original: The Collected Papers of Charles Sanders Peirce. (Coleção Estudos, Semiótica, n. 46).

PERALES PALLACIOS, F. J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.24, n. 1, 13-30, 2006.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers and students use of multimodal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuo espaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria Geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, 4 (1), p. 65-78, 2009.

RIBEIRO, M. A. P. **Filosofia e Química: Miscíveis - Quais as implicações da Filosofia da Química para o Ensino de Química?** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). Brasília - DF: 2008.

SANTOS, R. P. B. Relatividade restrita com o auxílio de diagramas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 23 (2), p. 238-246, 2006.

SCHUMMER, J. The Chemical Core of Chemistry. **HYLE-International Journal for the Philosophy of Chemistry**, 4, n. 2, p. 129-162, 1998.

SILVEIRA, L. B. Charles Sanders Peirce e a contemporânea filosofia da ciência: uma difícil conversação. **Trans/Form/Ação** v.16, 1993.

SOUZA, K. A. F. D. **Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX**. Tese de doutorado. Instituto de Química da USP, 2012.

TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G.; MAMIALA, T. L. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International Journal of Science Education**, 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003.

TYLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, 37: p. 313-331, 2007.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science, **Research in Science Education**, 40: p. 65-80, 2010.

WARTHA, E. J., REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. **Ciência e Educação**, 21 (1), p. 49-64, 2015.

WERTSCH, J.V. Commentary on J. A. Lawrence and J. Valsiner "Conceptual roots of internalization: from transmission to transformation". **Human Development**, Berkley, v. 36, n. 3, p. 168-171, 1993.

WU, H. Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. **Science Education**, 87(6), p. 868-891, 2003.

WU, H.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 38(7), p. 821-842, 2001.

ZEIDLER, P. The epistemological status of theoretical models of molecular structure. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, 6, n. 1, p. 17-34, 2000.

ZEIDLER, P.; SOBCZYNSKA, D. Experimentalism and the Problem of the Existence of Theoretical Entities in Chemistry. **Foundations of Science**, 1, p. 517-535, 1996.

RESUMO

Este artigo discute e apresenta possíveis potencialidades do uso de elementos da Semiótica Peirceana como instrumento para tratar do estatuto ontológico e epistemológico do papel das representações no Ensino de Química. Busca-se apresentar uma abordagem que leve em consideração o plano ontológico e o plano linguístico na discussão sobre a representação em Química e no Ensino de Química. Defende-se que na perspectiva da semiótica de Peirce é possível avançar nas discussões sobre o estatuto ontológico da representação.

RESUMEN

En este artículo se discute y presenta un posible uso potencial de los elementos de la Semiótica de Peirce como una herramienta para hacer frente a la situación ontológica y epistemológica del papel de las representaciones en la enseñanza de la química. Buscamos una presentación en el nivel de detalle del plan ontológico y en el plano lingüístico sobre la representación en la Química y no Ensino de Química. Defender-se que en la perspectiva de la semiótica de Peirce es posible avanzar em los debates sobre el estatuto ontológico de la representación.