



# REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

ISSN 2447-6099

# 20

## UMA ANÁLISE SEMIÓTICA PEIRCEANA NO CONTEXTO DE EPISÓDIOS DE AULA DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO SUPERIOR

A Peircean Semiotic Analysis in the Context of Organic Chemistry Class Episodes in Higher Education

### RESUMO

No presente trabalho buscamos empreender uma análise Semiótica em dois episódios de aula de Química Orgânica no Ensino Superior com vistas a compreender semioses, enquanto, signos em ação naquele contexto de ensino. O conhecimento científico está fortemente vinculado a um tipo de linguagem que se vale de uma variedade de signos os quais atuam na condição de mediadores da linguagem. A Semiótica, conhecida como a Teoria Geral dos signos, é a ciência que estuda os signos e suas semioses – processos significativos. O material de pesquisa foi obtido a partir do acompanhamento de uma disciplina de Química Orgânica I, em uma universidade pública, em 2016, por meio do registro audiovisual. A partir dos registros gravados organizou-se os dados por meio da ferramenta mapa de eventos e posteriormente em episódios de análise. Para o presente estudo delimitamos dois episódios sobre análise conformacional de compostos cíclicos. Caracterizamos como signo nesses episódios um híbrido que considera tanto a professora quanto o estudante como parte dele. Essa hipótese de trabalho está baseada na admissão de que a ferramenta material e a ferramenta gráfica agem como extensões dos humanos. A partir do contínuo semiótico, foi possível perceber a complexidade do processo representativo e como o híbrido humano, fala, gestos e ferramenta material formaram um signo para aquele momento, criando condições para cadeias interpretativas, semioses dos conceitos em discussão. Desse modo, com essa análise situamos uma possibilidade de percorrer o contínuo semiótico abrangendo o primeiro, o segundo e o terceiro, em dois episódios de sala de aula.

**Palavras-Chave:** Semiótica Peirceana. Ensino e aprendizagem. Ensino Superior.

### ABSTRACT

In the present work we seek to undertake a semiotic analysis in two episodes of Organic Chemistry class in Higher Education in order to understand semiosis as signs in action in that teaching context. Scientific knowledge is strongly linked to a type of language that uses a variety of signs that act as mediators of language. Semiotics, known as the General Theory of signs, is the science that studies signs and their semiosis - significant processes. The research material was obtained from the follow-up of an Organic Chemistry I discipline, in a public university, in 2016, through the audiovisual record. From the recorded records, the data was organized using the event map tool and later in episodes of analysis. For the present study, we delimited two episodes on conformational analysis of cyclic compounds. We characterize as a sign in these episodes a hybrid that considers both the teacher and the student as part of it. This working hypothesis is based on the admission that the material tool and the graphic tool act as extensions of humans. From the semiotic continuum, it was possible to perceive the complexity of the representative process and how the human hybrid, speech, gestures and material tool formed a sign for that moment, creating conditions for interpretive chains, semiosis of the concept under discussion. Thus, with this analysis, we placed a possibility of traversing the semiotic continuum covering the first, the second and the third, in two episodes of the classroom.

**Keywords:** Peircean Semiotics. Teaching and learning. University education.

#### Dirlene Lima Valadão

[dirlenevaladao@hotmail.com](mailto:dirlenevaladao@hotmail.com)

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<http://orcid.org/0000-0003-2836-428X>

#### Waldmir Nascimento de Araujo Neto

[waldmir@iq.ufjf.br](mailto:waldmir@iq.ufjf.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

<http://orcid.org/0000-0003-0896-4026>

#### José Guilherme da Silva Lopes

[guilherme.lopes@ufjf.edu.br](mailto:guilherme.lopes@ufjf.edu.br)

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<http://orcid.org/0000-0001-7257-3017>



## INTRODUÇÃO

Estudos apontam um crescente movimento por investigações sobre o Ensino Superior no Brasil, contemplando diferentes aspectos como docência no Ensino Superior (LOPES; MASSI, 2017; PIMENTA; ANASTASIOU, 2014); estudos de estratégias utilizadas por professores bem sucedidos (QUADROS; MORTIMER, 2016; FREITAS *et al.*, 2015; QUADROS; MORTIMER, 2014); aprendizagem conceitual (RODRIGUES; SILVA; QUADROS, 2011; WARTHA; REZENDE, 2015); formas de uso para a noção de representação estrutural (ARAUJO NETO, 2012); multimodalidade no Ensino Superior (QUADROS; MORTIMER, 2018), dentre outros. Esses estudos evidenciam para a relevância das investigações no campo universitário

Nessas pesquisas, o ensino de Química Orgânica na universidade vem sendo um dos objetos de interesse (ARAUJO NETO, 2009; WARTHA; REZENDE, 2015; RAUPP; DEL PINO, 2015). Tais investigações relatam dificuldades de aprendizagem de Química Orgânica, o que tem refletido em sérias deficiências conceituais, como também em altos índices de reprovação nas disciplinas (BELINASSO *et al.*, 2009; RODRIGUES; SILVA; QUADROS, 2011). Embora as pesquisas nessa área tratem de aspectos específicos, apontam numa mesma direção ao reconhecerem que o estudo da Química Orgânica decorre da adoção de códigos muito próprios, portanto contemplam em sentido próprio a linguagem e seus desdobramentos. Diante desse cenário, assim como Roque e Silva (2008), visualizamos a necessidade de mais investigações na área do ensino de Química Orgânica, sobretudo no tocante à linguagem, que entendemos como um sistema social e histórico para representar o mundo (SANTAELLA, 1983).

É consenso entre os pesquisadores da área de Educação Química que estudar Química implica no domínio de uma linguagem específica, assim a compreensão da linguagem no desenvolvimento da aprendizagem de conceitos científicos tem sido amplamente investigada na área de ensino de Ciências (WARTHA; REZENDE, 2017; LEAL, 2010; DRIVER *et al.*, 1999). Desse modo, a linguagem no ensino de Química assume papel central, uma vez que por meio da variedade de formas (imagens, gráficos, sinais, luzes, fala, escrita, gestos, ferramentas materiais, dentro outras) se estabelece a comunicação e a produção de sentidos.

Peirce define o termo representar, em sua teoria, como “estar em lugar de, isto é, estar numa relação com um outro que, para certos propósitos, é considerado por alguma mente como se fosse esse outro” (PEIRCE, 1977, p. 61). Para exemplificar cita um deputado, um advogado, um diagrama, um sintoma, um testemunho, um conceito, entre outros, os quais em alguma medida representam alguma outra coisa. Embora Peirce diga que para algumas mentes a representação assume como se fosse o outro, é importante destacar que o que está sendo representado é diferente do algo representado, o que abre espaço para diferentes representações para um mesmo representado. Esse aspecto dialoga plenamente com o ensino de Química Orgânica, uma vez que para o ensino dessa disciplina são consideradas diferentes formas de representação que um mesmo objeto pode assumir necessitando assim que o estudante estabeleça relações conceituais entre essas representações, o que perpassa pela compreensão do significado delas (ROQUE; SILVA, 2008; WARTHA, 2013; GRESCZYSCZYN *et al.*, 2017).

Laburú e Silva (2011) destacam que as representações deveriam assumir uma posição central da análise de processos complexos e específicos de pensamento durante a formação científica, “e essa preocupação precisaria levar em conta as diferenças entre os vários sistemas semióticos usados, causadores de bloqueios e recalcitrâncias de aprendizagem” (LABURÚ; SILVA, 2011, p.19).

Assim, dentro desse contexto de múltiplas representações, é contundente considerar que a articulação do pensamento científico se fundamenta no uso de muitos signos (LABURÚ; SILVA, 2011). Entendemos que conceitos científicos conferem significado a algo por meio da mobilização de ideias, considerando ainda uma perspectiva científica como um

processo em constante construção e inacabamento. Na perspectiva Semiótica de Peirce, a delimitação e operacionalização de um conceito científico deve considerar a “mistura” de diferentes planos de conhecimento (NÖTH, 2018, p. 40), e desse modo, os conceitos científicos adquirem características que os permitem funcionar tanto como explicações quanto como previsões. Adicionalmente, Laburú e Silva (2011, p.8) colocam que “a linguagem científica implica numa gama variada e integrada de representações simbólicas.”

A Semiótica de Peirce, que possui como objeto de estudo todo tipo de linguagem, caracteriza-se também como a teoria geral dos signos (SANTAELLA, 1983). Peirce propõe estruturar a própria organização do pensamento através dos signos, ou seja, três modalidades possíveis para a apreensão e compreensão de todo e qualquer fenômeno. A categoria Primeiridade, enquanto qualidade, a categoria Secundidade enquanto relação e a categoria Terceiridade enquanto conceituação (SILVA; SILVA, 2012). É principalmente na esfera da Terceiridade que os conceitos científicos são estruturados através de signos altamente simbólicos. Assim, a Semiótica peirceana têm mostrado grande potencial para a análise do processo de ensino e aprendizagem de Química, partindo do entendimento que a compreensão dos conceitos químicos ocorre por meio da utilização das representações, abrindo possibilidades para a proposição de alternativas didáticas e propostas de formação continuada.

Neste trabalho apresentaremos os fundamentos e conceitos centrais na sistematização da Semiótica peirceana, a qual é aplicável à compreensão de diversos sistemas de linguagem, e em específico nos interessa aspectos relacionados às semioses envolvidas na construção de conceitos científicos no contexto de ensino. Nesse sentido, no presente artigo investigamos dois episódios de aulas de Química Orgânica I no Ensino Superior, sobre o tema análise conformacional, nos quais buscamos empreender uma análise Semiótica com vistas a compreender as semioses, enquanto ação dos signos, durante a atividade de ensino na sala de aula.

## A SEMIÓTICA DE PEIRCE

Charles Sanders Peirce (1839-1914), é reconhecido como o mais importante dos fundadores da Semiótica moderna (NOTH, 1998). A Semiótica, como teoria geral dos signos, é um campo do conhecimento habilitado ao estudo dos signos, ou ainda de modo geral, como a ciência que estuda as diferentes formas linguagem, ou seja, qualquer fenômeno que produz significado (SILVA; SILVA, 2012). Desse modo, a linguagem pode acontecer por intermédio de diferentes modos, como verbal, oral, escrita, imagem, gesto, gráfico, sinal, dentre outras e a Semiótica contribui para compreensão de como tais linguagens organizam a atividade humana.

O signo na Semiótica se constitui como unidade básica de significado, em outras palavras, uma forma escolhida que carrega significado. Adentrando nesse conceito, segundo Peirce (1977), assume o lugar de algo, é algo que está no lugar de outra coisa, seu objeto. Assim, o signo representa algo, substitui algo em alguma medida, sem, contudo, se constituir no objeto em todas as suas dimensões (SANTAELLA, 1983). Por exemplo, a palavra água, o desenho de um recipiente com algo, a foto de um copo com água, um vídeo mostrando água, uma representação da estrutura química da água, um modelo de interações intermoleculares com moléculas de água, todos esses são signos do objeto ‘água’. Cada um de algum modo representa a água, bem como enfatizam aspectos desse signo, contudo nenhum é suficiente para ser o objeto na sua completude, devido à natureza e aos limites do agir de cada signo enquanto procurador. Nas palavras de Peirce a relação do signo com seu objeto pode ser entendida como:

Um signo ou representamen, é tudo aquilo que, sob um certo aspecto ou medida, está para alguém em lugar de algo. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa um signo equivalente ou talvez um signo mais desenvolvido. Chamo este signo que ele cria o interpretante do primeiro signo. O signo está

no lugar de algo, seu objeto. Está no lugar desse objeto, porém, não em todos os seus aspectos, mas apenas com referência a uma espécie de ideia (PEIRCE, 1977, p.46).

Dois aspectos devem ser destacados nesta citação, o primeiro refere-se à constituição da relação triádica dos correlatos: signo, objeto e interpretante. O segundo aspecto, não menos importante, implica no potencial de produção de sentido que o signo possui em um interpretante: 'cria na mente dessa pessoa um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido'. Esse aspecto é muito pertinente aos contextos de uso de signos na sala de aula da química orgânica, tanto quanto em outros campos de conhecimento. Um signo não se limita, necessariamente, a substituir ou representar características estritamente derivadas de sua própria materialidade, tanto quanto o potencial de expressão de uma escultura não se limita à análise física de sua forma, ou do material que foi utilizado para sua construção. Assim, o signo em Peirce representa algo, o objeto é aquilo que o signo representa, e o interpretante o resultado que o signo produz em alguém (SANZOVO, 2017).

O conceito de objeto, na teoria geral dos signos, divide-se em dois: objeto imediato e objeto dinâmico. O objeto imediato diz sobre como o objeto se apresenta a partir do signo (SANTAELLA, 2000), ou seja, é de natureza sgnica, é aquilo que é possível ser conhecido do objeto dinâmico (MACHADO, 2015). Já o objeto dinâmico é aquilo que de fato o signo se propõe a substituir ou representar (SANTAELLA, 2000).

Além da relação entre signo e objeto, Peirce define o interpretante. O caráter mais elementar do signo é seu aspecto triádico, ou seja, o signo representa seu objeto e está condicionado a um terceiro, um interpretante. O signo só é signo de um objeto para um interpretante. O signo representa o objeto e produz na mente do intérprete, alguma outra coisa, um outro signo, ou um quase-signo, que traduz um significado do signo inicial, por um processo relacional (SANTAELLA, 1983).

O interpretante também é classificado em níveis. O primeiro é o interpretante imediato, atrelado a todos os possíveis efeitos interpretativos produzidos por determinado signo em uma mente interpretadora qualquer (SANTAELLA, 1983). O segundo é o interpretante dinâmico, que consiste no efeito real, particular, singular que é produzido na mente. E por fim o terceiro, o interpretante final, que apesar de evocar a ideia de definitivo não condiz com o conceito indicado por Peirce. O interpretante final caminha para um processo exaustivo na produção de interpretantes dinâmicos, que por sua vez evidenciam hipoteticamente a capacidade real de um signo determinar interpretantes (MACHADO, 2015).

O processo de agir de um signo, no qual ocorre a geração de novos signos mediados pelo objeto e interpretante é denominado semiose, um conjunto de interpretantes sucessivos (MACHADO, 2015; WARTHA, 2013; GOIS; GIORDAN, 2007). Assim, a existência de um signo só se completa na semiose, quando provoca um novo signo, um interpretante. Nesse modo a semiose, ou seja, a ação do signo, pode ser compreendida como um complexo de relações, formado por três categorias elementares: (i) relações monádicas ou de Primeiridade, (ii) relações diádicas ou de Secundidade, e (iii) relações triádicas ou de Terceiridade (FARIAS; QUEIROZ, 2017).

Essas relações foram denominadas de categorias fenomenológicas. O signo em si mesmo, Primeiridade; o signo em sua relação com seu objeto, Secundidade; e o signo em sua relação com o interpretante, Terceiridade. Assim, as categorias peirceanas propõem estruturar a própria organização do pensamento através dos signos, ou seja, três modalidades possíveis para a apreensão e compreensão de todo e qualquer fenômeno (SILVA; SILVA, 2012).

A categoria Primeiridade, como o próprio nome já revela diz sobre uma consciência imediata, primeira impressão, pura qualidade de ser e de sentir, algo original, espontâneo, livre (SANTAELLA, 1983). Nas palavras do próprio Peirce "Primeiridade é o modo de ser daquilo que é tal como é, positivamente e sem referência a outra coisa" (NOTH, 1998, p. 63 *apud* PEIRCE).

A categoria Secundidade inicia quando um fenômeno primeiro é relacionado a um segundo qualquer (NOTH, 1998), está sujeita a ação e reação, a uma dependência, ainda no nível da binariedade. Por último seguindo a mesma lógica a Terceiridade “aproxima um primeiro e um segundo numa síntese intelectual, corresponde à camada de inteligibilidade, ou pensamento em signos, através da qual representamos e interpretamos o mundo” (SANTAELLA, 1983, p.11).

Assim, Terceiridade é carregada de generalidade, crescimento, elaboração cognitiva, inteligência, ou seja, ela completa a tríade da organização do pensamento. Segundo Araujo Neto (2009), signo, objeto e interpretante possuem uma posição lógica que define a estrutura do processo representativo, ou seja, essa correlação tem um ordenamento próprio e intencional. Machado (2015) mostra como esses membros estão relacionados com as categorias fundamentais da fenomenologia peirceana.

O signo, ou representâmen, corresponde à Primeiridade. Qualquer coisa pode ser um signo, mas para que isso aconteça deve ter um caráter, uma qualidade que o habilite a tanto (RANSDELL, 1966, p.80). Portanto, o que o habilita a ser signo não é sua constituição integral, em todos os seus aspectos, mas alguma qualidade da qual disponha. [...] Já o objeto está associado à Secundidade. Sua relação com o Signo o coloca como um segundo, um referenciado, um algo apontado que é singular em sua comparação com o universo que o cerca. [...] Completando a lista dos correlatos, o interpretante está relacionado à Terceiridade. Isso porque ele de fato completa a relação triádica. Oferece a continuidade, um caminho, dá sequência à geração de novos signos. (MACHADO, 2015, p. 31).

Além da teoria das categorias fenomenológicas, os signos também se apresentam relacionados a tricotomias. Destacamos aqui a chamada segunda tricotomia, que diz relação do signo com seu objeto. Essa análise se divide em duas fases, a primeira se refere ao objeto imediato, interno ao próprio signo. A partir do objeto imediato é possível avançar para a segunda fase e avançar na ideia de como o signo se refere ao objeto dinâmico, por meio da tricotomia mais conhecida de Peirce: ícone, índice ou símbolo. Esta tricotomia também se relaciona com Primeiridade, Secundidade e Terceiridade, porém numa relação direta do signo com seu objeto.

Pensar na relação do signo com seu objeto concentra-se, inicialmente no campo da possibilidade de semelhança, o que aquele signo evoca, sem o compromisso com uma conexão lógica ou existente. Na segunda relação, a indicial, as referências entre o signo e o objeto são mais diretas, o que aquele signo se refere, aponta. Nas palavras de Peirce (1977, p.52), “um índice é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto”. Um aspecto importante do signo como índice é sua capacidade de conexão ser independente de uma interpretação, assim como não necessita de qualidades de semelhança, como nos exemplos clássicos de fumaça e fogo. Finalmente, no signo atuando como um símbolo, as relações que prevalecem são associadas a leis, regularidades, “normalmente uma associação de ideias gerais que opera no sentido de fazer com que o símbolo seja interpretado como se referindo àquele objeto” (PEIRCE, 1977, p. 53).

Em grande medida, os signos complexos são permeados em maior ou menor intensidade por aspectos icônicos, indiciais e simbólicos (NÖTH, 2018). Um exemplo trazido por Peirce (1977) foi a pintura de um retrato de uma pessoa. No primeiro momento somos conduzidos pelo que vemos a pensar na pessoa que a pintura representa, por semelhança a pintura age como ícone. Vale destacar também que o artista emprega seu olhar ao pintar, e isso expressa uma relação existencial entre o artista objeto da arte, permitindo a ação do signo como índice. Por fim, por mais que seja arte, existem convenções e regras na composição da pintura, o que denota aspectos simbólicos.



Desse modo, para além do processo do sistema de classes importa empregar a Semiótica como uma ferramenta de análise que nos permita compreender os desdobramentos dos signos utilizados nas atividades de ensino de Química, assim visualizamos na Semiótica de Peirce, em concordância com outros autores da literatura (GOIS; GIODAN, 2007; WARTHA; REZENDE, 2015; 2017; CANICAN; RAMOS, 2019) um grande potencial no âmbito do ensino e da aprendizagem para compreender as relações entre as representações nas suas mais diversas formas sógnicas e seus motores de significação.

## METODOLOGIA

Este trabalho está situado no contexto da construção de conhecimento Químico no Ensino Superior, mais específico, em aulas de Química Orgânica. Assim, foram acompanhadas por meio de registro audiovisual um semestre de aulas do Ensino Superior, em uma universidade pública, na disciplina de Química Orgânica I, ministrada por uma docente no segundo semestre de 2016. A pesquisa foi devidamente apreciada e aprovada pelo comitê de ética da instituição.

A disciplina de Química Orgânica I está na matriz curricular, no segundo período, dos estudantes interessados na formação em Bacharelado e Licenciatura em Química da instituição *lôcus* da pesquisa. A disciplina é estruturada em três eixos (i) o primeiro voltado para Química Orgânica geral, abordando propriedades físicas, ligação química, estrutura molecular, forças intermoleculares, acidez e basicidade, (ii) o segundo eixo trata de análise conformacional e estereoquímica e o terceiro eixo (iii) reações com alcanos e alcenos.

A disciplina de Química Orgânica I acompanhada, ocorreu no turno diurno, e todas as aulas foram filmadas. Estavam matriculados na disciplina 52 alunos, 27 foram aprovados. A organização da disciplina seguiu a estrutura da sequência dos três eixos e ao final de cada eixo foi realizada uma prova sobre o conteúdo. A forma de ministrar e conduzir a aula foi diversificada ao longo da disciplina, na qual a professora fez uso em diversos momentos de ferramenta material (bola/vareta), data show, organização de alunos em grupo, além também de aula expositiva dialogada. A aula expositiva dialogada consiste em uma estratégia na qual o professor expõe o conteúdo, contudo acontece uma intensa participação dos estudantes por meio de questionamentos e discussões ao longo da aula (SÁ *et al.*, 2017).

A docente participante da pesquisa é Bacharel em Química e não possui formação em licenciatura. No início de sua carreira docente no Ensino Superior atuou na iniciativa privada por quatro anos, e nos últimos sete anos atua como docente na universidade pública em cursos presenciais e à distância, além de desenvolver pesquisas em Química Orgânica.

Nas gravações das aulas foram consideradas diferentes situações de ensino, como a fala do professor e dos estudantes, estudos em grupos e discussões com toda classe conduzidas pela professora.

Utilizamos como estrutura inicial de análise de vídeo, a organização em mapa de eventos, a qual consiste em um método desenvolvido para trabalhos que utilizam registros de sala de aula e que procuram destacar também os aspectos não verbais em uso nas atividades docentes (MARTINS, 2007). O mapa de eventos teve o objetivo de traçar um panorama geral da sala de aula em estudo, sendo organizado conforme a sequência de aulas da disciplina. Seu formato consistiu em um quadro contendo as seguintes categorias: número de ordem, início do evento, fim do evento, natureza do evento, tópicos, ferramentas, descrição do evento e observações além do nome da aula (ordem alfabética da sequência de aulas) e respectiva data.

A partir do mapa de eventos, selecionamos três aulas (I, J e K) sobre análise conformacional para compostos cíclicos e a partir desse conjunto empírico definimos eventos para a criação de episódios, os quais consistem em um segmento de aula com início e fim, utilizando como critérios privilegiar situações em que houve interação entre professora e

estudante assim como, a presença de diferentes signos e suas combinações (fala, ferramentas materiais, quadro, gestos, entre outros) em uso pela professora como meios para a elaboração de conceitos/argumentos.

Na sistematização dos episódios utilizamos um quadro com as seguintes especificações: sequência de turnos de fala, numeração, sujeito e transcrição dos turnos de fala, ação nos turnos e imagens nos turnos (*print* dos vídeos). Os episódios contam também com um título, que traz o tema central abordado. Desse modo, recortamos um conjunto de seis episódios que envolvem concomitantemente o uso de ferramentas gráficas e materiais no contexto da análise conformacional, dentre os quais dois serão analisados na sessão seguinte. Essa escolha busca uma amostragem de diferentes momentos da prática docente concernentes a esse conteúdo.

Para análise do episódio utilizamos como referencial a Semiótica peirceana. Assim, a nossa estrutura de análise abarcou as relações triádicas (signo - objeto - interpretante) e o ordenamento de suas tricotomias de modo integrado, obedecendo também relações com as categorias essenciais (Primeiridade, Secundidade e Terceiridade). Desse modo, a partir de dois episódios de aulas de Química Orgânica no Ensino Superior sobre análise conformacional empreendemos uma análise Semiótica com vistas a compreender as semioses no processo de ensino.

Em uma análise Semiótica, tanto quanto em outros percursos analíticos, é necessário estabelecer as fronteiras de investigação. Caracterizamos como signo nesses episódios um híbrido que considera tanto a professora quanto o estudante como parte dele. Essa hipótese de trabalho está baseada na admissão de que a ferramenta material e a ferramenta gráfica agem como extensões dos humanos (SANTAELLA, 2007). Essa escolha coopera em termos metodológicos, pois nesses episódios a expressão conseguida nessas relações é manifestada, por exemplo, no agir da própria professora, que por exemplo retira a ferramenta da mão do estudante, tomando-a para si e opera os movimentos que pretende tornar presente, e os possíveis movimentos e a topologia que a molécula assume em determinadas circunstâncias. Seria, ao nosso ver, uma tarefa difícil separar analiticamente o humano da ferramenta nesses momentos episódicos. Assim, analiticamente, o signo [Humano + Ferramenta] unifica fala, gestos e as ferramentas em ação nos turnos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO




As tricotomias de Peirce são fundamentais na análise dos sentidos mobilizados na ação de um ou mais signos, e a partir dessa posição analítica é possível inferir como se dá determinada semiose. Vamos empreender nessa sessão a análise Semiótica de dois episódios das aulas da disciplina Química Orgânica I.

Os episódios aqui nomeados 1 e 2 foram construídos, respectivamente, a partir do evento 4 da aula I e do evento 16 da aula K. Tendo em vista que os episódios estão imersos em um contexto mais amplo de uma sequência de ensino, se faz necessário situar o panorama das aulas I, J e K. Nessas aulas a professora trabalhou com análise conformacional para compostos cíclicos com três, quatro, cinco e seis átomos de carbono. Nesses encontros, a docente foi construindo com os estudantes os fundamentos necessários para analisar e representar de forma adequada os confôrmeros de estruturas cíclicas. Algumas estratégias foram utilizadas nessas aulas para auxiliar essa construção, tais como: (i) solicitar que os alunos fizessem a análise conformacional para determinada molécula em grupos; (ii) uma análise inicial na ferramenta material; (iii) sua representação no caderno e; (iv) alunos e professora trabalhando juntos ao final. A professora também fez registros na lousa, e o grau de dificuldade da análise dos confôrmeros foi crescente ao longo das aulas.

O contexto do episódio 1, criado a partir da aula I, situa-se no início do estudo da análise conformacional para compostos cíclicos, no qual a professora começou a trabalhar com os estudantes o composto cíclico com menor número de átomos de carbono, o ciclopropano. Os estudantes estavam organizados em grupos e cada grupo recebeu a ferramenta material

(bolas e varetas) para a montagem das representações moleculares. O Episódio 1 - Análise conformacional do ciclopropano (Quadro 1), tem duração de 3 minutos e 9 segundos.

**Quadro 1: Episódio 1 - Análise conformacional do ciclopropano.**

<b>iS.</b>	<b>Transcrição</b>	<b>Ação nos turnos</b>	<b>Imagem dos turnos</b>
1	<p>1 (P) Olha só, nós vamos começar com alcanos cíclicos com menor número de todos, que é o ciclopropano.</p> <p>2 (P) Então, a primeira coisa que vou pedir para vocês fazerem é o seguinte. O alcano ciclopropano tem três átomos de carbono, ele tem essa forma aqui que é a forma de triângulo. Tudo bem? Qual que é o ângulo interno de um triângulo, alguém lembra? Alguém lembra qual é o ângulo interno de um triângulo?</p> <p>3 (P) 180°.</p> <p>4 (P) 180° é assim certo? Não não, não quero a soma quero o ângulo.</p> <p>5 (A) 60°.</p> <p>6 (P) 60°. Então o ângulo interno desta ligação é em torno de 60°. E aqui a gente tem os hidrogênios.</p>	<p>A professora inicia desenhando na lousa um triângulo para representar o ciclopropano.</p> <p>Na sequência conversa com os estudantes sobre o ângulo interno de um triângulo.</p> <p>Não conseguimos identificar qual aluno respondeu à pergunta.</p> <p>Após a resposta do aluno a professora desenhou próximo do ciclopropano o tamanho de ângulo de 180°.</p> <p>Completo na lousa na representação do ciclopropano os átomos de hidrogênio.</p>	
2	<p>7(P) Então agora eu vou pedir para vocês pegarem três átomos de carbono e montar o ciclopropano com substituintes, utilizando o modelinho tá.</p> <p>8 (P) Quem são os substituintes nesse ciclopropano, os hidrogênios. Depois a gente vai poder substituir por outros átomos. Tudo bem?</p> <p>9 (P) Então eu quero que vocês reparam o seguinte.</p>	<p>Posicionada próximo a representação a professora deu a orientação aos estudantes.</p> <p>Apontou na representação na lousa a posição dos substituintes.</p>	
3	<p>10 (P) Esse modelinho que vocês estão, essa bolinha preta que representa o átomo de carbono ela tem uns furinhos de modo que esse carbono que representa essa bolinha preta, ele tenha ângulo de um carbono com hibridização sp<sup>3</sup> em torno de 109°.</p>	<p>Desenhou na lousa, um pouco afastado da molécula de ciclopropano uma representação para a bola preta na ferramenta material que representa o carbono.</p> <p>Destacou a relação dos furos com os ângulos da ligação.</p> <p>Fez o desenho em sincronia com a explicação.</p>	



	<p>11 (P) Então olha só, a gente tem um modelo em que a bolinha preta representa um carbono que tem hibridização do tipo <math>sp^3</math>, ou seja, os ângulos da ligação são de <math>109^\circ</math>. Quando a gente fecha o ciclo para formar o ciclopropano o ângulo vai para quanto? <math>60^\circ</math>, tudo bem?</p>		
4	<p>12 (P) Eu quero que vocês montem nesse modelinho essa molécula e me digam se vai ser fácil ou se vai ser difícil para formar esse ciclo. Tudo bem? Vocês entenderam o que tem que fazer?</p> <p>13 (P) Dúvidas. Diga, me olhando com cara que não está entendendo o que eu estou falando. Então tá, vamos montar, eu quero que todos montem o ciclopropano. Eu vou montar o meu aqui também.</p>	<p>Reforçou a orientação para os estudantes manusearem a ferramenta material conforme solicitado e atentarem para a questão do ângulo.</p> <p>Aproximou da mesa para montar sua molécula no modelo também.</p>	
5	<p>14 (P) Então, olha só, a primeira pergunta que a gente tem que fazer é a seguinte. Foi fácil ou foi difícil montar esse ciclo?</p> <p>15 (A) Difícil.</p> <p>16 (P) Porque que foi difícil?</p> <p>17 (P) Porque vocês tiveram que forçar uma coisa que era linear para fechar um ciclo, não foi? Isso significa que a gente tencionou essas ligações, não foi isso?</p>	<p>Com a ferramenta material nas mãos explicou a tensão para fechar o ciclo.</p> <p>Utilizou as mãos fechadas se encontrando de modo frontal para falar da força para fechar o ciclo.</p>	

Fonte: Autores.

A professora utilizou diferentes modos representativos para a molécula de ciclopropano durante este episódio, entendemos que essa escolha aponta características da própria abordagem representativa no contexto das aulas de Química Orgânica. Primeiro a professora parece reconhecer as limitações das representações em uso para alcançar certos aspectos do objeto, assim aposta em uma abordagem na qual os estudantes sejam capazes de manipular diferentes formas sónicas, com o objetivo de proporcionar signos mais desenvolvidos para representar aquele objeto.

Essas colocações iniciais nos auxiliam na tarefa de delimitar qual ou quais signo(s) estão agindo na semiose do episódio 1, chamando atenção para os aspectos do ensino e da aprendizagem. Assim, como dito inicialmente, a professora mobiliza representações na ferramenta material e gráfica para tratar aspectos da topologia bem como da estabilidade

das ligações para a molécula de ciclopropano. Contudo, essas representações não agem por si só, como por exemplo no emprego de simulações computacionais, pois aqui adquirem sentido à medida que a professora faz suas intervenções, ou orienta atividades para que os estudantes manipulem as ferramentas materiais. O humano e as ferramentas são amalgamados para a produção de argumentos.

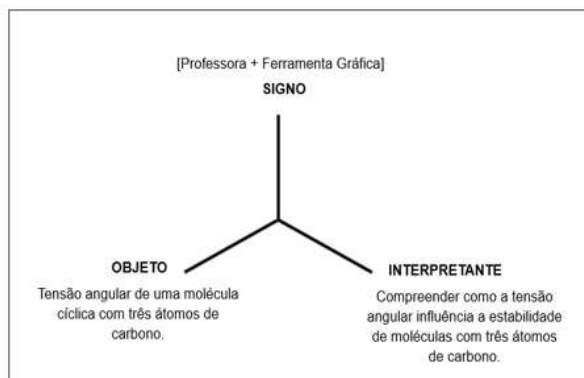
Caracterizamos dois signos neste episódio 1, o primeiro [Professora + Ferramenta Gráfica] e o segundo [Estudante + Ferramenta Material]. Nos momentos iniciais do episódio a professora organiza situações com a ferramenta gráfica, esse signo se situa como primeiro e dá origem a novos, ou seja, um signo, representando um objeto que por sua vez é outro signo, com aspectos diferentes do primeiro. A professora também mobiliza a ferramenta material na relação com a ferramenta gráfica primeira, para dar origem à atividade dos estudantes. Essa escolha está alinhada com a própria ideia de semiose que consiste no signo em ação, gerando novos signos.

O signo está no lugar de algo, seu objeto. Objeto esse que, como dito anteriormente não pode ser representado em todos os seus aspectos, mas fica restrito à natureza e à capacidade da ação do signo em representá-lo, o que se desdobra na necessidade de uso de diferentes signos para alcançar um mesmo objeto. Enquanto objeto imediato, os próprios signos [Professora + Ferramenta Gráfica] e [Estudante + Ferramenta Material] atuam dessa maneira. Na sequência, assim como o objeto dinâmico não contempla a realidade diretamente, as proposições químicas sobre estruturas são desvendadas e construídas por meio de signos, que acolhem objetos imediatos correspondentes (MACHADO, 2015). Nesta continuidade da cadeia sónica um aspecto importante sobre o objeto é revelado, sua resistência na semiose (SANTAELLA, 2000).

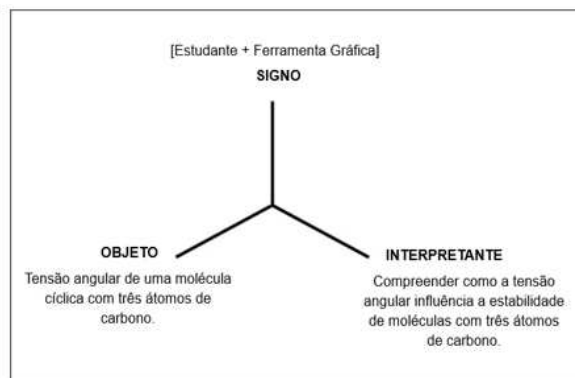
Essa concepção de objeto dinâmico prevalece na nossa análise Semiótica. Sobre o signo, mostramos exaustivamente suas múltiplas facetas e sobre o interpretante se espera em uma situação de ensino diferentes interpretantes, pois embora uma aula seja de modo 'igual' para todos os estudantes. Cada estudante construirá suas próprias semioses, com vistas a produção de signos cada vez mais elaborados, resistindo nesse processo somente o objeto. O objeto dinâmico neste caso, como poderia ser esperado, não constitui propriamente a molécula de ciclopropano, mas o que de fato a professora mobiliza construir durante o episódio sobre a molécula de ciclopropano. Desse modo, o objeto é a tensão angular, ou seja, como essa força atua em compostos cíclicos com três átomos de carbono. O conceito de tensão angular significa compreender a tensão a que se submete o ângulo interno de um tetraedro, no valor aproximado de  $109,5^\circ$ , para um ângulo de  $60^\circ$  no caso de arranjos triangulares. Um aspecto que endossa a delimitação desse objeto é o fato de a professora não ter centrado essa etapa da aula na representação gráfica do ciclopropano, mas sobretudo em como a tensão angular atua, influenciando assim na estabilidade da molécula.

Para fechar a tríade peirceana tem-se o processo efetivo de geração de interpretantes, ou seja, a continuidade da cadeia sónica. O interpretante enquanto signo criado na mente de um intérprete será "um signo equivalente ou talvez mais desenvolvido" (PEIRCE, 1977) da tensão de compostos de cadeia cíclica e dependente de como essa rede Semiótica será articulada pelos estudantes provocados pela professora no contexto de ensino. Assim, inicialmente poderia ser interpretante imediato até o crescimento a interpretantes dinâmicos. Na Figura 1 (1 – A e 1 – B) apresentamos as delimitações criadas para as duas tríades que evocamos em nossa análise a partir do episódio 1.

**Figura 1: Delimitação das tríades peirceanas para o episódio 1.**



**Figura 1 - A**



**Figura 1 - B**

Fonte: Autores.

Após a etapa de delimitação das tríades peirceanas podemos prosseguir para análise das categorias essenciais mobilizadas na semiose. No início do episódio, após o turno 1 com a breve apresentação da aula, a professora prossegue no turno 2, e diz sobre um primeiro: *“Então a primeira coisa que vou pedir para vocês fazerem é o seguinte (...)”*. Entendemos que essa fala evidencia a primeira ação que a professora considera relevante para os estudantes na aula, mas qual sua relação com a Primeiridade?

O primeiro na relação tricotômica do signo com seu objeto está encarnado no quanto os signos [Professora + Ferramenta Gráfica] e [Estudante + Ferramenta Material] são capazes de manifestar características do objeto. Porém, é preciso destacar que antes de representar graficamente a molécula de ciclopropano a professora usou uma relação de Primeiridade entre a molécula de ciclopropano e a figura geométrica triângulo (turno 2), que possuem aspectos icônicos, tal como seu ângulo interno. Assim, poderíamos dizer que o signo gráfico triângulo foi posto em uso com sentido de Primeiridade para iniciar a representação gráfica do ciclopropano.

Na sequência do episódio a professora novamente lança mão de sentidos de Primeiridade e usa a representação gráfica do ciclopropano para implicar a criação de uma representação material da estrutura que dá origem a uma atividade para os estudantes. Desse modo, os estudantes não apenas lidaram com diferentes formas sógnicas para um mesmo objeto, como também participaram de um processo criativo de construção de signos pela manipulação da ferramenta material. Essa criação abarca aspectos contemplativos, ou seja, os signos começam a produzir sentido ainda na esfera qualitativa, como primeiros. Assim, a professora colocou em evidência aspectos qualitativos do signo ao pedir para os estudantes montarem na ferramenta material a molécula de ciclopropano (turnos 7 e 8).

A partir desse momento no episódio, consideramos que o sentido de causalidade, como Secundidade, emerge de modo proeminente como uma estratégia didática da professora por sua forma de uso da ferramenta material. Modelos moleculares, enquanto ferramentas materiais, são normalmente empregados em aulas de Química Orgânica no Ensino Superior, embora algumas vezes sejam restritos pelos docentes a uma forma de uso demonstrativa. Um aspecto que os professores buscam destacar neste uso é o sentido de Primeiridade entre a representação do modelo e a representação gráfica. O modelo nessa perspectiva atua como ícone ao ser útil como validação da representação gráfica. Em algumas situações, os docentes sobrepõem a representação material e a representação gráfica como forma de explicitar tais semelhanças.

Mais à frente no episódio, a professora apresenta outra perspectiva para a ferramenta material, uma aposta no poder fático da Secundidade ao pôr esse signo em ação. Ela procura criar critérios de verossimilhança a partir da interação do estudante com a própria ferramenta material, e provoca uma espécie de situação de experimentação em decorrência dessa forma

de uso. Ao perguntar aos estudantes, a partir da manipulação da ferramenta material: “[...] me digam se vai ser fácil ou difícil para formar esse ciclo. [...]” (turno 12), a professora imprime uma perspectiva de Secundidade, de fato real, ou seja, a ferramenta material enquanto uma representação, provocada pela professora para interação com os estudantes, ‘responde’, e gera um resultado confirmando aquilo que a professora busca enunciar nessa atividade.


O que sustenta um segundo é sua existência concreta. Por exemplo, na foto como indício da montanha, conforme descrito por Santaella (2002), sabemos que para haver esse signo de fato existiu conexão entre a montanha e o registro fotográfico. Ainda que a foto não seja a montanha, há indicação de que estão conectadas. Assim, na montagem do ciclopropano, a partir da ferramenta material, os estudantes verificaram a dificuldade para fechar o anel, o que aponta para a existência de alta tensão angular. A ferramenta material não alcança todos os aspectos do ente molecular em si, assim como a foto montanha não diz todas as suas características geológicas, mas há entre eles uma vinculação. Nesse turno do episódio, o signo diz algo, propõe ao interpretante características do objeto por meio de uma causalidade que emerge da criação na ferramenta.

Embora a ferramenta gráfica, mas sobretudo a ferramenta material, sejam importantes nesse percurso semiótico, reconhecemos o papel central da professora principalmente ao provocar as ações dos signos por meio também do emprego de elucidações, relações, convenções, conceitos que são altamente proeminentes em aspectos simbólicos (Terceiridade), como o conceito de tensão angular. Assim, para se gerar interpretantes sobre tensão angular e sua implicação na estabilidade para anéis com três átomos de carbono a professora intencionalmente percorreu um primeiro, um segundo até criar uma narrativa para produzir o argumento que teve início no turno 17.





Ao final do episódio 1 percebemos o potencial de produção de sentidos no agir de signos que potencializam situações de aprendizagem, mas há potência também no agir do híbrido [Professora + Ferramenta Gráfica], que destacamos a seguir, na análise do episódio 2.

O contexto que antecede o episódio 2, inserido na aula K, é estabelecido com os estudantes iniciando, em grupos e incentivados pela professora, um exercício de análise conformacional para a molécula de trans-2-metil-1-terc-butilcicloexano. Nos minutos que antecederam o episódio a professora estava posicionada atrás da mesa montando a molécula na ferramenta material, de maneira análoga ao que ocorreu no episódio 1. Enquanto isso uma aluna pediu à professora para explicar novamente sobre a interação 1-3 diaxial, a qual consiste em um tipo de interferência estérica que faz com que a molécula tenda a perder estabilidade, por aumento de energia potencial associada, devido à sobreposição de fronteiras eletrônicas de determinados sítios dessa molécula. A professora orientou a estudante para tentar enxergar essas interações no modelo, porém continuou prestando atenção nos movimentos da aluna. Assim, tem início o Episódio 2 - Análise conformacional de cicloexanos (Quadro 2), com duração de 1 minuto e 56 segundos.


**Quadro 2: Episódio – A análise conformacional de cicloexanos.**

<sup>1</sup> S.	Transcrição	Ação nos turnos	Imagem dos turnos
1	1 (P) Conseguiu ver? 2 (P) Então nessa conformação, a gente tem interações 1,3-diaxial, você está com o conformêro trans.	A professora olhando para a aluna, de longe, ainda perto da mesa.  Vai na direção da aluna, há estranhamento no olhar, reconhece algo estranho, incorreto, na representação criada pela aluna com o modelo molecular.	

<sup>1</sup> Sequência de turnos de fala.

2	<p>3 (P) A cadeira não está certa.</p> <p>4 (P) Para você ajustar sempre a cadeira, tem que ver as interações 1,3 diaxiais, você tem que ajustar exatamente as ligações axiais.</p>	<p>A professora aproxima da aluna, olha a conformação em cadeira dela, pega a ferramenta material da estudante, rompe e altera conexões (ligações).</p>	
3	<p>5 (P) O ideal é que você posicione sua mão do lado de cima e do lado de baixo fazendo bem posição [inaudível] porque aí você tem na parte de cima a metila fazendo interações 1,3 diaxiais com esse hidrogênio e na parte de baixo também.</p>	<p>A professora explica olhando para o modelo molecular e para a aluna. (Ruído dos alunos dos outros grupos conversando.)</p> <p>Conforme explicava, a professora mostrava com a ferramenta material em mãos. A aluna movimentava a cabeça no sentido de concordância com a professora.</p>	
4	<p>6 (P) Na hora que você inverte a conformação os substituintes que estavam em axial vão pra equatorial nos dois carbonos né, e aí a gente não tem mais as interações 1,3 diaxiais que [das metilas] com os hidrogênios. Isso significa que essa conformação aqui é mais estável que a outra, por quê?</p>	<p>Pausa a fala e inverte a conformação da cadeira no modelo molecular.</p> <p>Novamente posiciona as mãos na molécula e questiona a estudante sobre seu entendimento.</p>	
5	<p>7 (P) Quando a gente tem conformações do [pausa], quando os substituintes tão [pausa] fazendo as interações 1,3 diaxial a nuvem eletrônica desse substituinte está muito próxima da nuvem eletrônica dos hidrogênios ou de outros substituintes que possam tá em 1,3-diaxial, e essa interação entre nuvem eletrônica é o que? Carga negativa com carga negativa fazendo com que ele venha a se repelir, tá? E aí a molécula vai mudar de conformação.</p>	<p>Com a ferramenta material em uma mão movimenta a outra mão para explicar a posição da “nuvem eletrônica” nas interações.</p>	

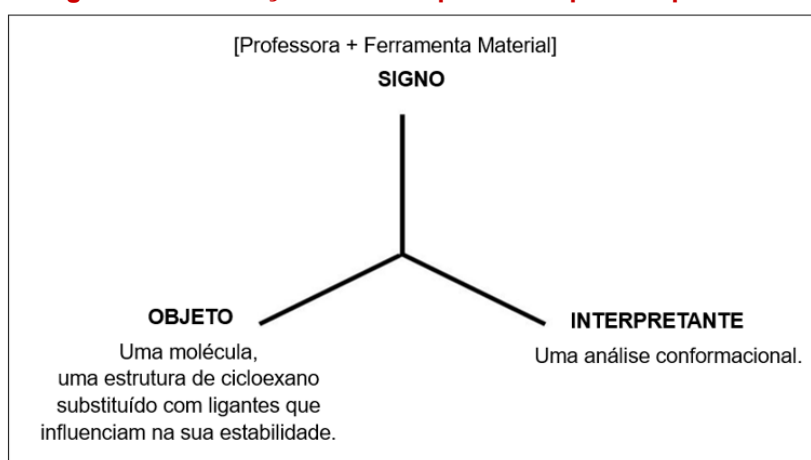


6	<p>8 (P) Tudo bem, você conseguiu entender? Tá.</p> <p>9 (P) Então agora você pode colocar o terc-butil</p>	<p>A professora devolve o modelo a aluna.</p> <p>Fala a última frase voltada para outra aluna.</p> <p>Pela posição de câmera é possível entender que a aluna que estava recebendo a explicação fez uma expressão de ter entendido.</p>	
---	---	--	---

Fonte: Autores.

Na Figura 2 delimitamos a tríade Semiótica em ação para o episódio 2, e consideramos importante destacar os sentidos produzidos pela professora ao tomar para si o agir da ferramenta material como uma extensão sua, um signo híbrido [Professora + Ferramenta Material], no qual são ancorados, por exemplo, gestos dêiticos e falas.

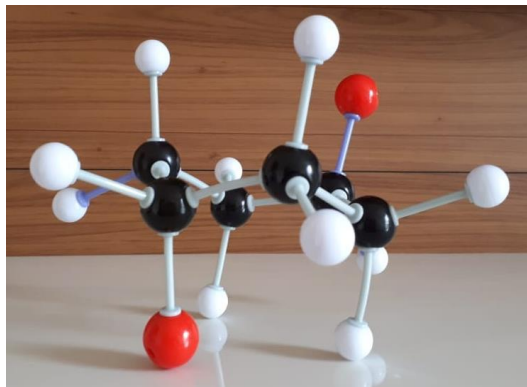
**Figura 2: Delimitação da tríade peirceana para o episódio 2.**



Fonte: Autores.

O objeto do signo agora é uma molécula, uma estrutura de cicloexano substituído (Figura 3) com ligantes que irão jogar um papel de influência na estabilidade dessa molécula. Essa molécula é, enquanto objeto, dinâmico, e é esse dinamismo que constitui o cerne da análise conformacional, uma análise dos movimentos possíveis desse ente molecular considerando-se rotações e torções nas ligações que o constitui. Uma questão nos atravessa nessa análise, e propomos que deve também atravessar a semiose deste episódio como um componente da formação de professores: não se pode ver, em sentido estrito, uma molécula de cicloexano. Vamos desenhando essas estruturas com base em análise de dados empíricos, inferências, conceitos. A implicação da natureza desse objeto nos influencia de modo a propor para essa semiose a delimitação de um objeto imediato, a saber, os conceitos desse campo da Química, que são representados pelo signo [Professora + Ferramenta Material], e determinados pela molécula enquanto objeto.

**Figura 3: Representação na ferramenta material para a molécula trans 1,4 dimetil-cicloexano**



Fonte: Autores.

Nesse episódio, consideramos como interpretante uma análise conformacional. Esse interpretante poderia ser chamado de um interpretante imediato ao signo que delimitamos na semiose, e novos interpretantes, dinâmicos em princípio, poderiam (e devem) ser determinados por esse signo, tais como aquilo que os estudantes aprenderam a partir dessa atividade. Cadeias interpretativas são comuns em semioses que operam processos de tradução, por exemplo. Ainda que não tenhamos associado nossa semiose à uma tradução, cada estudante constituirá um sentido interpretativo próprio que poderá manifestar um elo na cadeia interpretativa final acerca da análise conformacional, enquanto interpretante final.

O signo exerce uma semiose que parece percorrer todo o contínuo semiótico. O primeiro (Primeiridade) está na sua forma, percebida como um hexágono não-planar. Esse primeiro, quando visualizado pelo eixo perpendicular ao plano ortogonal, aparece claramente como distinto de um pentágono, por exemplo, que seria uma manifestação em Primeiridade para outra molécula, o ciclopentano. Ainda como primeiro, é sua marca de iconicidade que faz com que, ao nosso ver, seja usado em uma atividade de sala de aula dessa natureza. Ou seja, esse signo [Professora + Ferramenta Material] enquanto ícone expressa certas características do objeto imediato, como átomos de carbono tetraédricos ligados no anel de seis membros permitindo indicar que há dois tipos de substituintes: axiais e equatoriais. Essa Primeiridade manifesta-se nas Sequências de turno 4, 5, 6 do Episódio 2 (Quadro 2), e constituem um momento importante dessa semiose. O Signo pretende implicar uma análise conformacional (interpretante) que estabeleça as interações 1,3 diaxiais, e o ponto central dessa explicação é dada em sentido de Primeiridade, quando a professora toca com as mãos a ferramenta material expressando a existência dessas interações em uma dada conformação. Apresenta-se ali pelo signo como um primeiro.

Acreditamos que o reconhecimento da Secundidade é um fator importante para que o interpretante dinâmico constitua um signo cada vez mais elaborado em situações desse tipo, nas quais o professor seleciona uma atividade para o trabalho de aprendizagem de um conceito. A natureza de segundo é expressa muitas vezes, na comunidade dos químicos, por meio da experimentação. Seu valor, tanto quanto um fetiche que celebra o campo científico, fica expresso na relação causal criada pela mudança de cor, aumento ou diminuição da temperatura, formação de precipitado, por exemplo, para dizer algo sobre determinado processo químico. Na semiose do episódio 2, o signo também age como dicente, ou seja, diz sobre o objeto dinâmico molecular. Seu agir como segundo não está co-presente, ou provém do objeto em sentido estrito, mas há uma dicência nele. Na Sequência de turno 5 do Episódio 2 (Quadro 2) percebemos uma situação que manifesta essa Secundidade. Há um desdobramento causal na mudança da conformação (inversão da cadeira do cicloexano) que destacamos no segmento da fala da professora: “(...) *na hora que você inverte a conformação os substituintes que estavam em axial vão pra equatorial nos dois carbonos (...)*”. O signo é eficaz em grande medida, e constitui uma atividade intencionalmente planejada para a aprendizagem de análise conformacional porque há essa conexão causal, esse segundo que dirá que se isso acontecer, então aquilo acontecerá também.

Há um Terceiro permanente na semiose desse episódio que analisamos, ou na verdade dos dois que selecionamos, que exige dos interpretantes dinâmicos a permanência na relação com as convenções, leis, conceitos, e faz com que a natureza do interpretante final seja um argumento. Dentro da classificação dos interpretantes “o argumento é o signo de uma conexão de signos completa, regular (legal), na qual os objetos são designados simbolicamente, mas [...] o que se determina não são os objetos e sim a conexão dos signos acerca de determinados objetos (WALTHER-BENSE, 2000, p.33). Esse argumento, enquanto terceiro, transita pelo signo através de sua função representativa. Função essa que o signo [Professora + Ferramenta Material] convoca em diferentes momentos para que se possa implicar o interpretante imediato, dinâmico e final.

Assim, na Sequência de turno 6 do Episódio 2 (Quadro 2), o signo age simbolicamente em relação à categoria (objeto imediato) ‘nuvem eletrônica’. De forma diferente da categoria ‘tetraedricidade’ que se estabelece no signo como um primeiro, a operação da ‘nuvem eletrônica’ (a partir da Sequência 6) é simbólica. Assim, a repulsão das cargas negativas também precisa ser tomada em seu caráter simbólico pelo interpretante. Ao se referir a carga negativa e repulsão entre cargas de mesma natureza o signo reforça o argumento, pois para compreender nuvem eletrônica a partir do signo na Sequência de turno 6, se faz necessário acessar conceitos pré-estabelecidos, sobretudo por meio de conexões de diferentes signos, principalmente simbólicos.

Compreendemos que existe uma intencionalidade Semiótica no ensino, manifesta no signo [Professora + Ferramenta Material] ao mencionar carga negativa e repulsão, pois ainda que esses conceitos sejam impregnados de caráter simbólico, são bastante utilizados no estudo de Química e Física. Na pesquisa em ensino de Química acredita-se que os alunos sabem que cargas elétricas de naturezas diferentes se atraem e que cargas de mesma natureza se repelem, ainda que não compreendam os aspectos dessa propriedade (BOSS; SOUZA-FILHO; CALUZZI, 2009). Assim, nuvem eletrônica, carga negativa, repulsão entre cargas iguais, são conceitos de caráter simbólico que fundamentam a compreensão da estabilidade da molécula, ou seja, são necessários para o interpretante construir e compreender conceitualmente a análise conformacional, e essa compreensão do interpretante se completa no argumento, como conexões entre diferentes signos.

Outro momento que reforça a relação com o interpretante enquanto argumento é o aspecto simbólico do signo na finalização da explicação da análise conformacional para a molécula em estudo. Ainda na Sequência de turno 6 a professora finalizou com o segmento de fala “[...] e aí a molécula vai mudar de conformação[...]”. Nesse momento, especificamente, a professora não toca na ferramenta material para produzir uma alteração na conformação, o que caracterizaria aspecto de Secundidade. Assim, mais uma vez a finalização reforça essa relação enquanto argumento, pois uma série de conexões com outros signos foram provocadas para possibilitar o interpretante análise conformacional, portanto não cabe acesso ao segundo, tendo em vista os esforços para alcançar o terceiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho consistiu em empreender uma análise Semiótica, sob a perspectiva peirceana, de episódios de aula de Química Orgânica no Ensino Superior com vistas a compreender as cadeias interpretativas e semioses naquele contexto de ensino e aprendizagem. Compreender essas cadeias passa por entender e percorrer como os signos, delimitados conforme nossos interesses analíticos, agiram naquele contexto.

A partir desse contínuo semiótico foi possível inferir aspectos intencionais da ação docente com o olhar na atuação dos signos no episódio. Por meio do Episódio 2, foi possível perceber a complexidade do processo representativo e como o híbrido composto por professora, fala, gestos, ferramenta material e movimentos foi fundamental para produzir um signo para aquele momento, criando condições para cadeias interpretativas, e semioses do conceito em discussão. Por fim com essa análise situamos uma possibilidade de percorrer o

contínuo semiótico abrangendo o primeiro, o segundo e o terceiro, em um episódio de sala de aula.

Destacamos a existência de signos híbridos nos episódios analisados, que combinam humanos e ferramentas. No âmbito do episódio 2, por exemplo, quando a professora usa a ferramenta material para expressar a existência de interações em uma dada conformação, o signo pretende implicar uma análise conformacional como interpretante, e o ponto central da explicação é dado em sentido de Primeiridade, pois como primeiro, enquanto iconicidade, esse signo expressou com eficácia certas características do objeto imediato, como átomos de carbono tetraédricos ligados no anel de seis membros permitindo indicar que há dois tipos de substituintes: axiais e equatoriais, o que sobretudo justifica, ao nosso ver, ser usado em uma atividade de sala de aula dessa natureza.

Percebemos que, de certa maneira, as formas de uso associadas a ferramentas materiais promovem um movimento para a Secundidade, uma carga fática, uma busca por consequências causais que advém dessa ferramenta. Assim, consideramos que a utilização da ferramenta material para o ensino de análise conformacional é uma escolha adequada pois, além do estudante ter acesso a materialidade por meio da representação, há também a conexão causal, que neste caso atua no sentido da ligação existencial do signo com o objeto. Portanto, possibilita constatações, indicações que são centrais na explicação da professora para dizer sobre as interações diaxiais.

Houve um terceiro permanente na semiose, que exigiu dos interpretantes a permanência na relação com as convenções, leis, conceitos. Uma Terceiridade que tornou possível à professora situar com as mãos a nuvem eletrônica e estabelecer uma série de conexões entre diferentes signos simbólicos, como a própria nuvem eletrônica, carga negativa e repulsão de cargas de mesma natureza, no sentido de reforçar o interpretante enquanto argumento, e criar condições para uma compreensão ampla da análise conformacional em estudo.

Neste artigo buscamos uma apropriação da perspectiva Semiótica peirceana para compreender processos semióticos emergentes na sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior, com um olhar direcionado para a professora em interação com os estudantes, sobretudo buscando entender como as representações vão adquirindo significado.

Entendemos também que semioses em contexto de ensino são complexas pois envolvem signos de diferentes naturezas, os quais talvez não caibam nas três categorias Semióticas. Assim, ao assumirmos tais limitações, vislumbramos para trabalhos futuros a necessidade de maior aprofundamento na teoria peirceana, tanto quanto uma dialogia maior com os contextos da cultura, além de incorporar novos conjuntos de classes em sintonia com escritos ulteriores de Charles Peirce.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO NETO, W. N. Estrutura e sua representação na Química Orgânica: contextos da Prática docente no ensino superior. In: LOPES, J. G. L; MASSI, L. **Aprendizagens da docência no Ensino Superior: desafios e perspectivas da educação em ciências**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. p. 127-140.

ARAUJO NETO, W. N. **Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ARAUJO NETO, W. N. Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filosofia da Química. **Revista Virtual de Química**, v.4, n.6 p. 719-738, 2012.

BELINASO, J.; SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; PINO, J. C. D. Concepções de estudantes universitários sobre conceitos fundamentais de Química Orgânica. **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação de Ciências**. Florianópolis, Santa Catarina, 2009.

BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Fontes primárias e aprendizagem significativa: aquisição de subsunçores para a aprendizagem do conceito de carga elétrica. **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação de Ciências**. Florianópolis, Santa Catarina, 2009.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, 1999.

FARIAS, P., QUEIROZ, J. **Visualizando signos**: modelos visuais para as classificações sgnicas de Charles S. Peirce. São Paulo: Blucher, 2017.

FREITAS, J. C.; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. S. F.; SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, L. A.; SCANFERLA, W. H. Tipos de aulas, recursos e estratégias didáticas em aulas do Ensino Superior. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015.

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na química: a teoria dos signos de Pierce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**, v.7, p. 34-42, 2007.

GRESCZYSCZYN, M. C. C.; CAMARGO, F. P. S.; LABÚRU, C. E.; MONTEIRO, E. L. A perspectiva semiótica de Pierce para o Ensino e Aprendizagem de Química. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação de Ciências**, Florianópolis, Santa Catarina, 2017.

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**, v. 16, n. 1, p. 7-33, 2011.

LEAL, M.C. **Didática da Química**: Fundamentos e Práticas para o Ensino Médio. 1. ed., Belo Horizonte: Dimensão, 2010.

LEO, R. F. O pensamento icônico e diagramático na obra de Peirce. *In*: QUEIROZ, J.; MORAES, L. **A lógica de diagramas de Charles Sanders Peirce**: implicações em ciência cognitiva, lógica e semiótica. 1.ed., Juiz de Fora: Editora UFJF, 2013, p. 13-44.

LOPES, J. G. L.; MASSI, L. **Aprendizagens da docência no Ensino Superior**: desafios e perspectivas da educação em ciências. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

MACHADO, E. S. A. **Semiose da Representação Estrutural de van't Hoff e suas implicações no Ensino de Química**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MARTINS, I. Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de ciências. *In*: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 1. ed., Rio Grande do Sul: Ijuí, 2007.

MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L. **Multimodalidade no Ensino Superior**. 1. ed. Rio Grande do Sul: Ijuí, 2018.

NÖTH, W. **Panorama da semiótica**: de Platão a Peirce. 1. ed., São Paulo: Annablume, 1998.



NÖTH, W. The semiotics of models. **Sign Systems Studies**, v. 46, n. 1, p. 7- 43, 2018.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. 4. ed., São Paulo: Perspectiva, 1977.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. 5. ed., São Paulo: Cortez, 2014.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A atuação de professores de Ensino Superior: investigando dois professores bem avaliados pelos estudantes. **Química Nova**, v. 39, n. 5, p. 634-640, 2016.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. Fatores que tornam o professor de Ensino Superior bem-sucedido: analisando um caso. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 1, p. 259-278, 2014.

RAUPP, D.; DEL PINO, J. C. Estereoquímica no Ensino Superior: historicidade e contextualização em livros didáticos de Química Orgânica. **Acta Scientiae**, v.17, n.1, p. 146-168, 2015.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

RODRIGUES, S. B. V.; SILVA, D. C.; QUADROS, A. L. O Ensino Superior de Química: reflexões a partir de conceitos básicos para a Química Orgânica. **Química Nova**, v.34, n.10, 2011.

SÁ, E. F.; QUADROS, A. L.; MORTIMER E. F.; SILVA, P. S. TALIM, S. N. As aulas de graduação em uma universidade pública federal: planejamento, estratégias didáticas e engajamento dos estudantes. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 70, 2017.

SANZOVO, D. T. **Níveis Interpretantes alcançados por estudantes de licenciatura em ciências biológicas acerca das Estações do Ano por meio da utilização da estratégia de Diversidade Representacional: uma Leitura Peirceana para sala de aula**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica?** São Paulo: Brasiliense, 1983.


SANTAELLA, L. **A Teoria Geral dos Signos: Como as linguagens significam as coisas**. 1. ed., São Paulo: Cengage Learning, 2000.

SANTAELLA, L. **Linguagens líquidas na era da mobilidade**. 1. ed., São Paulo: Paulus, 2007.

SCALCO, K. C.; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K. B. Representações presentes nos Livros Didáticos: um estudo realizado para o conteúdo de Ligação Iônica a partir da Semiótica peirceana. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, 2015.

SILVA, J. C.; SILVA, A. C. T. Pressupostos da teoria semiótica de Peirce e sua aplicação na análise das representações em Química. **Anais VI Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, São Cristovão, Sergipe, 2012.

WARTHA, E. J. **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Química Orgânica sob um olhar da Semiótica Peirceana**. 2013. Tese. Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2013.



WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em Química Orgânica na percepção da semiótica Peirceana. **Ciência & Educação**, v.21, n.1, 2015.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. **Educacion Química**. v. 1, n.1, 2017.

WALTHER-BENSE, E. **A teoria geral dos signos**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

---