

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

Dirlene Lima Valadão

Semioses na sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior: um olhar a partir da perspectiva peirceana

Juiz de Fora

2021

Dirlene Lima Valadão

Semioses na sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior: um olhar a partir da perspectiva peirceana

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, área de concentração: Química, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes

Coorientador: Prof. Dr. Waldmir Nascimento de Araújo Neto

Juiz de Fora

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Valadão, Dirlene Lima.

Semioses na sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior: um olhar a partir da perspectiva peirceana / Dirlene Lima Valadão. -- 2021.
312 f. : il.

Orientador: José Guilherme da Silva Lopes

Coorientador: Waldmir Nascimento de Araújo Neto

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2021.

1. Semiótica de Peirce. 2. Representação. 3. Ensino de Química Orgânica. 4. Docência no Ensino Superior. I. Lopes, José Guilherme da Silva, orient. II. Araújo Neto, Waldmir Nascimento de , coorient. III. Título.

Dirlene Lima Valadão

Semioses na sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior: um olhar a partir da perspectiva pierceana

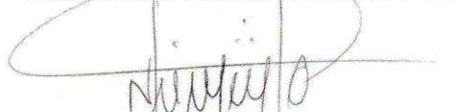
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Química.

Aprovada em 15 de outubro de 2021.

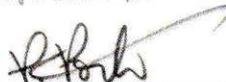
BANCA EXAMINADORA



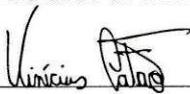
Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Waldmir Nascimento de Araujo Neto - Coorientador
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Paulo Alves Porto
Universidade de São Paulo



Prof. Dr. Vinicius Catão de Assis Souza
Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Alvaro Joao Magalhaes de Queiroz
Universidade Federal de Juiz de Fora



Profa. Dra. Ivoni de Freitas Reis
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico essa Tese aos amores da minha vida,
Meu amado Symon e nosso maior projeto, Ester,
Minhas amadas, mãe Cirlene e irmãs Jaqueline e Edicleidi.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro, a Deus, o autor da vida. Aquele que está comigo a todo momento, renovando minha fé, derramando sabedoria e me habilitando a construir essa trajetória. Porque Dele, por Ele e para Ele, são todas as coisas.

Quero agradecer, em segundo, àqueles que me conectam com a minha existência, pessoas que constituem minha base para a chegada a este momento. Ao Symon, meu esposo, agradeço por ter sido meu amigo, compreensivo, companheiro, mas, sobretudo, por ter abraçado o meu sonho. À minha mãe Cirlene, agradeço por ser minha referência de força, determinação, racionalidade e amor. Mãe, obrigada por permitir e tornar possível meu sonho. Às minhas irmãs Jaqueline e Edicleidi, agradeço por todo apoio, amizade e por terem me presenteado com os sobrinhos mais maravilhosos do mundo: Ariádine, Eros, Liz e Kívia, que tornaram essa jornada mais leve e feliz. Ao meu pai, Benvido (*in memoriam*) agradeço, não teve tempo de acompanhar minha trajetória, mas seus ensinamentos, modo otimista de viver, continuam vivos em mim e me impulsionaram a prosseguir.

Quero agradecer, em terceiro, àqueles que contribuíram com minha formação. Ao Guilherme, orientador, agradeço por toda parceria ao longo desses anos, por me ouvir, por compartilhar comigo seu conhecimento, por tantos momentos de conversas instigadoras e incentivadoras. Ao Waldmir, coorientador, agradeço por ter aceitado com tamanha entrega fazer parte da nossa equipe. Agradeço à professora Ivoni, Ana Luísa e João pelos apontamentos e contribuições no exame de qualificação que foram decisivos para organização deste trabalho.

Quero agradecer também aos amigos do Grupo de Estudos em Educação Química (GEEDUQ). Uma vivência que trouxe momentos de troca, reflexão, amparo, risadas, que tornaram esse espaço de pesquisa mais humano, agradável e colaborativo. Quero agradecer ainda a amizade da Sandra e da Jomara, fruto do meio acadêmico para a vida, por tantas trocas e apoio ao longo desses anos. Preciso agradecer, também àqueles que tanto dialoguei no curso deste trabalho, por meio das leituras, em especial, aos textos que me permitiram conhecer e aprofundar na semiótica.

Quero agradecer aos participantes da pesquisa, à professora da disciplina, aos estudantes da graduação, às tutoras, os quais tornaram possível a realização deste estudo. Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Química por todo suporte. Enfim, agradeço a todos que de algum modo passaram pelo meu caminho, pelas contribuições, pelas palavras de incentivo, e tornaram possível a realização desta Tese.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo estudar diferentes semioses, em atividades que mobilizaram formas de representar entes químicos, a partir da prática docente de uma professora do Ensino Superior de Química Orgânica ao serem usadas: ferramentas materiais como modelos de bolas e varetas, representações gráficas e produção audiovisual. A semiótica de Peirce nos ofereceu arcabouço teórico, metodológico e analítico robusto para realizar investigações no âmbito do ensino e da aprendizagem. Situamos o signo diagrama como ícone operacional, que nos permitiu revelar relações entre as partes do objeto e proporcionar aprendizado adicional sobre o emprego desse signo nas situações estudadas. Imprimimos uma configuração empírica que colocou em evidência situações de ensino por diferentes perspectivas, tais como: registros audiovisuais de aulas de Química Orgânica, produção audiovisual dos estudantes e entrevista com a professora da disciplina. A partir das análises, defendemos a estratégia de uso do signo híbrido [Humano + Ferramentas] como possibilidade de tratamento unificado das diferentes manifestações sógnicas em ação nos turnos de análise: fala, gestos, ferramentas materiais, gráficas, dentre outras. Essa escolha também permitiu estudar as semioses levando em conta esse hibridismo sógnico. A análise semiótica conseguiu colocar em evidência o fato de uma mesma forma sógnica, apresentar semioses diferentes do ponto de vista do ensino e da aprendizagem, por exemplo, a partir da Secundidade e da Terceiridade. A estratégia de induzir produção audiovisual, desenvolvida pela professora, foi potencialmente reveladora dos sentidos que os estudantes agregam durante o processo de ensino, situada em relação com a sala de aula, e enquanto um evento que manifesta um contínuo semiótico entre lugares distintos da educação. Adicionalmente, podemos inferir que a prática docente da professora determinou aspectos das semioses nas situações de ensino, a partir de um permanente processo de reflexão, arraigados aos seus saberes da experiência, o que pode ser considerado um passo importante na formação continuada universitária. Desejamos contribuir com o campo das investigações acerca das representações, ao considerar as situações de ensino em sua complexidade e em estrita relação com a semiótica peirceana.

Palavras-chave: Semiótica de Peirce. Representação. Ensino de Química Orgânica. Docência no Ensino Superior.

ABSTRACT

This research aimed to study different semiosis, in activities that mobilized ways of representing chemical entities, from the teaching practice of a Higher Education teacher of Organic Chemistry, when using: material tools such as ball and stick models, graphic representations, and audiovisual production. Peirce's semiotics offered us a robust theoretical, methodological and analytical framework to carry out investigations in the context of teaching and learning. We placed the diagram sign as an operational icon, which allowed us to reveal relationships between the parts of the object and provide additional learning about the use of this sign in the situations studied. We printed an empirical configuration that highlighted teaching situations from different perspectives, such as: audiovisual recordings of Organic Chemistry classes, audiovisual production of students and interviews with the professor of the discipline. From the analyses, we defend the strategy of using the hybrid sign [Human + Tools] as a possibility of unified treatment of the different sign manifestations in action in the analysis shifts: speech, gestures, material and graphic tools, among others. This choice also allowed us to study semiosis taking into account this sign hybridism. Semiotic analysis was able to highlight the fact that the same sign form presents different semiosis from the point of view of teaching and learning, for example, from Secondness and Thirdness. The strategy of inducing audiovisual production, developed by the teacher, was potentially revealing of the meanings that students add during the teaching process, situated in relation to the classroom, and as an event that manifests a semiotic continuum between different places in education. Additionally, we can infer that the teacher's practice determined aspects of semiosis in teaching situations, from a permanent process of reflection, rooted in her knowledge of experience, which can be considered an important step in continuing university education. We wish to contribute to the field of investigations about representations, considering teaching situations in their complexity and in strict relation to Peircean semiotics.

Keywords: Peirce's Semiotics. Representation. Teaching Organic Chemistry. Teaching in Higher Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Os níveis de pensamento conforme a proposta de Johnstone (1991)	21
Figura 2	- Três aspectos do conhecimento Químico	26
Figura 3	- Espaço do Conhecimento Químico	28
Figura 4	- Projeção de Fischer, projeção de Newman, projeção em traço e cunha e projeção em cavalete para o butan-2-ol	33
Figura 5	- Projeções de Newman de um conjunto de estados para a rotação em torno da ligação C2-C3 do butano	34
Figura 6	- Variações de energia provocadas pela rotação da ligação carbono-carbono	36
Figura 7	- Figura tripod para representar a tríade de Peirce	45
Figura 8	- Representação da sala de aula	92
Figura 9	- Fragmento do mapa de eventos da disciplina de QOI 2º no semestre/2016	96
Figura 10	- Estrutura do mapa de eventos para a Conversa Reflexiva	99
Figura 11	- Esquema da estrutura de dados e análise	108
Figura 12	- Representação na ferramenta material da molécula ciclopropano	114
Figura 13	- Delimitação das tríades peirceanas para o episódio 1	119
Figura 14	- Delimitação da tríade peirceana para o episódio 2	124
Figura 15	- Representação na ferramenta material da molécula trans 1,4 dimetil-cicloexano	124
Figura 16	- Tríade peirceana para o Curta-metragem 1	134
Figura 17	- Diagrama da Aula H sobre o tema Análise Conformacional	147
Figura 18	- Representação da molécula de etano: (a) Ferramenta material modelo bola e vareta; (b) Representação gráfica em traço e cunha; (c) Representação gráfica em cavalete; (d) Projeção de Newman conformação alternada; (e) Projeção de Newman conformação eclipsada	156
Figura 19	- Aula H durante o momento do manuseio da ferramenta material pelos estudantes	160
Figura 20	- Representação para a molécula de etano a esquerda na ferramenta material e a direita representação em traço e cunha	163

Figura 21	- Representações gráficas para molécula de etano	165
Figura 22	- Professora mostrando a posição do observador diante da representação em: (a) Traço e cunha; (b) Cavalete (c) Projeção de Newman	166
Figura 23	- Representação para a molécula de etano: (a) Gráfica na Projeção de Newman; (b) Ferramenta material	167
Figura 24	- Imagem da Aula H com a professora segurando a ferramenta material e as Projeções de Newman representadas na lousa para a molécula de etano	169
Figura 25	- Imagens da Aula H: (a) Professora mostrando o padrão na variação de energia para as conformações alternadas e eclipsadas; (b) Gráfico de energia para a molécula de etano	170
Figura 26	- Imagens da Aula H em diferentes Eventos	173
Figura 27	- Modos de tratamento dos curtas-metragens	190
Figura 28	- Tríade peirceana para os Curtas-metragens	194
Figura 29	- Tríade peirceana para os Curtas-metragens a partir da tríade da Aula H	195
Figura 30	- Modelo poliédrico para a relação Signo-Objeto-Interpretante	197

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Diferentes atribuições dadas aos vértices do triângulo nas referências em Ensino de Química	29
Quadro 2	- As nove modalidades que resultam das três tricotomias	50
Quadro 3	- Periódicos consultados e selecionados na revisão da literatura	58
Quadro 4	- Periódicos consultados na revisão da literatura	59
Quadro 5	- Artigos da revisão da literatura	60
Quadro 6	- Descrição dos artigos da revisão da literatura	64
Quadro 7	- Dados das disciplinas pesquisadas na instituição de Ensino Superior	90
Quadro 8	- Características no tópico natureza do evento para o mapa de eventos	97
Quadro 9	- Classificações dos tópicos conteúdos no mapa de eventos	97
Quadro 10	- Classificações do tópico ferramentas para o mapa de eventos	98
Quadro 11	- Sistema de identificação da transcrição da fala no mapa de eventos	99
Quadro 12	- Sistema de organização do episódio	101
Quadro 13	- Sistema de Identificação do episódio de aula	101
Quadro 14	- Sistema de organização do episódio curta-metragem	102
Quadro 15	- Episódio 01 (QOI-1-AI-10102016-04) – Análise Conformacional do ciclopropano	114
Quadro 16	- Episódio 2 (QOI-1-AK-10102016-12): Análise Conformacional de cicloexanos	122
Quadro 17	- Episódio 1: Curta-metragem 1 - Análise conformacional do propano	131
Quadro 18	- Organização dos curtas-metragens em temas e em grupos	180
Quadro 19	- Curta-metragem 6: Análise Conformacional do propano	181
Quadro 20	- Curta-metragem 2: Análise Conformacional do propano	183
Quadro 21	- Curta-metragem 8: Análise Conformacional do propano	185
Quadro 22	- Trecho - Curta-metragem 10: Análise Conformacional do propano	191
Quadro 23	- Temas do Quadro 18 organizados em blocos	200
Quadro 24	- Análise diagramática dos temas 1 e 2	202
Quadro 25	- Análise semiótica do tema 3	203
Quadro 26	- Análise diagramática temas 4 - Fragmento do Curta-metragem 10: Análise Conformacional do propano	211
Quadro 27	- Análise diagramática temas 5 e 6 - Fragmento do Curta-metragem 1:	

	Análise Conformacional do propano	212
Quadro 28	- Análise diagramática temas 4 e 5 - Fragmento do Curta-metragem 7: Análise Conformacional do propano	213
Quadro 29	- Análise diagramática tema 7 - Fragmentos dos Curtas-metragens 3 e 1: Análise Conformacional do propano	216
Quadro 30	- Análise diagramática tema 8 - Fragmentos dos Curtas-metragens 4 e 8: Análise Conformacional do propano	218
Quadro 31	- Análise diagramática tema 9 - Fragmentos dos Curtas-metragens 1 e 8: Análise Conformacional do propano	220
Quadro 32	- Recorte do mapa de eventos: Conversa Reflexiva	224
Quadro 33	- Sistema de identificação da transcrição da fala no mapa de eventos	225

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	<i>American Chemical Society</i>
CBC	Conteúdo Básico Comum
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PPGQ	Programa de Pós-Graduação em Química
QNESC	Química Nova na Escola
QOI	Química Orgânica I
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	REPRESENTAÇÃO SEGUNDO PEIRCE: UMA NOÇÃO INICIAL	18
1.2	REPRESENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE ALEX JOHNSTONE E SEUS SUCESSORES	20
1.3	ASPECTOS DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO SUPERIOR	30
1.4	O CONTEÚDO ANÁLISE CONFORMACIONAL	32
1.5	O PROFESSOR DO ENSINO SUPERIOR	36
1.6	OBJETIVOS	41
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: SEMIÓTICA DE PEIRCE	42
2.1	TRÊS CATEGORIAS UNIVERSAIS	42
2.2	TEORIA GERAL DOS SIGNOS	44
2.2.1	Três Tricotomias de Peirce	49
2.2.1.1	<i>Fundamento do signo: Quali-signo, Sin-signo e Legi-signo</i>	50
2.2.1.2	<i>Objeto do Signo: Ícone, Índice e Símbolo</i>	51
2.2.1.3	<i>Interpretante do Signo: Rema, Dicente e Argumento</i>	52
2.3	ÍCONE DIAGRAMÁTICO	53
3	REVISÃO DA LITERATURA: A SEMIÓTICA PEIRCEANA NA ÁREA DO ENSINO DE QUÍMICA	57
3.1	ASPECTOS GERAIS DOS ARTIGOS DA REVISÃO	60
3.2	APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS DA REVISÃO	66
3.2.1	Artigos de cunho teórico	67
3.2.2	Artigos envolvendo estudantes	72
3.2.2.1	<i>Artigos envolvendo estudantes do Ensino Médio</i>	72
3.2.2.2	<i>Artigos envolvendo estudantes do Ensino Superior</i>	76
3.2.3	Artigos direcionados para o Livro Didático	80
3.3	UM PANORAMA DA REVISÃO	83
4	METODOLOGIA DE PESQUISA	89
4.1	CONTEXTO DE CONSTRUÇÃO DOS DADOS	89
4.1.1	Aulas da disciplina de Química Orgânica no Ensino Superior	89

4.1.1.1	<i>Observação e registro audiovisual nas aulas de Química Orgânica</i>	91
4.1.2	Produção de curtas-metragens pelos estudantes	93
4.1.3	Conversa Reflexiva com a professora	93
4.2	ESTRUTURA DE ANÁLISE	94
4.2.1	Construção do mapa de eventos	95
4.2.2	Critérios para a construção de episódios	100
4.2.3	Análise semiótica	102
4.2.4	Estrutura de análise da Conversa Reflexiva	107
4.3	PANORAMA GERAL DOS DADOS E DA SELEÇÃO PARA ANÁLISE	108
4.4	ASPECTOS GERAIS DA DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA I	108
5	ANÁLISE SEMIÓTICA: A PARTIR DA SALA DE AULA E DA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL (CURTA) DE UM ESTUDANTE NO CONTEXTO DA QUÍMICA ORGÂNICA I	111
5.1	ANÁLISE SEMIÓTICA: EPISÓDIOS DE AULA	113
5.1.1	Episódio 1: Análise Conformacional do ciclopropano	113
5.1.2	Episódio 2: Análise Conformacional de cicloexanos	121
5.1.3	Considerações sobre os episódios 1 e 2	127
5.2	ANÁLISE SEMIÓTICA: CURTA-METRAGEM 1	129
5.2.1	Análise semiótica: primeiras considerações	130
5.2.1.1	<i>Fundamentos do signo</i>	134
5.2.1.2	<i>Relação do signo e seu objeto</i>	136
5.2.1.3	<i>Interpretantes do signo</i>	140
5.2.2	Considerações sobre a análise do Curta-metragem 1	141
6	AULA H: ANÁLISE CONFORMACIONAL	145
6.1	ASPECTOS GERAIS DA AULA H SOBRE O TEMA ANÁLISE CONFORMACIONAL	146
6.2	ANÁLISE SEMIÓTICA DA AULA H	149
6.2.1	Signo, objeto e interpretante	150
6.2.2	A relação entre o signo Aula H [Humano + Ferramentas] e o seu objeto	151
6.2.3	O ícone: a similaridade na Aula H [Humano + Ferramentas]	153
6.2.4	Signo simbólico com interpretante icônico (diagramático)	162
6.2.5	Aspectos indiciais no signo predominantemente icônico (diagramático)	170
6.2.6	Aula H [Humano + Ferramentas] como um signo híbrido	171

7	PRODUÇÃO FÍLMICA (CURTA) DOS ESTUDANTES	176
7.1	OS 10 CURTAS-METRAGENS: UMA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL	177
7.2	ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO FÍLMICA: A CLASSIFICAÇÃO DOS 10 CURTAS-METRAGENS EM GRUPOS	178
7.3	ANÁLISE SEMIÓTICA PRELIMINAR: A PRODUÇÃO FÍLMICA DOS ESTUDANTES	188
7.4	ANÁLISE SEMIÓTICA DOS CURTAS-METRAGENS	193
7.4.1	Signo, objeto e interpretante	193
7.4.2	O ícone: a similaridade nos curtas-metragens	198
7.4.3	Análise semiótica: a sistematização dos temas do Quadro 18 em blocos	200
7.4.3.1	<i>Análise semiótica: Bloco 1- Regras implícitas na Análise Conformacional .</i>	201
7.4.3.2	<i>Análise semiótica: Bloco 2 - A ação da ferramenta material</i>	205
7.4.3.3	<i>Análise semiótica: Bloco 3 - Conceitos que atravessam a Análise Conformacional</i>	209
7.4.3.4	<i>Análise semiótica: Bloco 4 - Outras referências do signo Análise Conformacional da molécula de propano</i>	216
7.4.3.5	<i>Análise semiótica: Bloco 5 - A Representação</i>	219
8	ANÁLISE DA CONVERSA REFLEXIVA	223
8.1	UM DELINEAR A RESPEITO DA CONSTRUÇÃO IDENTITÁRIA DA PROFESSORA	226
8.1.1	Reconhecimento enquanto docente	228
8.1.2	O professor bacharel: o contexto da pós-graduação	229
8.1.3	O início da carreira docente	231
8.2	A PRODUÇÃO DOS CURTAS-METRAGENS	233
8.2.1	A compreensão de linguagem para a docente	240
8.3	O EMPREGO DA FERRAMENTA MATERIAL MODELO MOLECULAR BOLA E VARETA	243
8.4	A PERCEPÇÃO DA PROFESSORA SOBRE HABILIDADES ESPACIAIS	248
8.5	A PERCEPÇÃO DA PROFESSORA COM RELAÇÃO AOS ESTUDANTES	249
8.6	PLANEJAMENTO DA DISCIPLINA E ASPECTOS DO ENSINO SUPERIOR	251

9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	255
	REFERÊNCIAS	259
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	268
	APÊNDICE B - ROTEIRO DA CONVERSA REFLEXIVA	269
	APÊNDICE C - MAPA DE EVENTOS AULAS H, I, J E K	271
	APÊNDICE D - MAPA DE EVENTOS CONVERSA REFLEXIVA	286
	APÊNDICE E - CURTAS-METRAGENS NO FORMATO DE EPISÓDIOS	293
	ANEXO A - EMENTA DA DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA	310
	ANEXO B - CRONOGRAMA DA DISCIPLINA	311

1 INTRODUÇÃO

O contato com professores na minha trajetória ocorreu além da escola, também no ambiente familiar. Na minha primeira infância minha mãe teve a oportunidade de realizar um sonho, retornar à escola. Juntamente com minha irmã mais velha elas formaram no antigo Científico, no Magistério, lecionaram na Educação Infantil e também formaram no Ensino Superior, sendo minha mãe Licenciada em Matemática e minha irmã Licenciada em Português. Mais tarde minha outra irmã graduou em Licenciatura em Biologia. Então, eu cresci nesse ambiente de intenso convívio com a docência e também de valorização da Educação. Desde a minha infância visualizei a possibilidade de seguir a profissão docente. A escolha pelo curso de Licenciatura em Química ocorreu por certa afinidade, com a disciplina no Ensino Médio, com os professores da área e também pelo anseio de agregar uma nova área de formação à minha família de professoras.

Durante a graduação em Licenciatura em Química pela UFJF (2008-2012), participei do “Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência” (PIBID). A participação nesse programa teve um papel fundamental na minha formação, pois além de ter incentivado a minha vivência na escola, possibilitou também a iniciação na pesquisa. Durante a minha participação no PIBID fui incentivada a aprender a redigir um projeto de pesquisa, realizar levantamento bibliográfico e apresentá-lo aos colegas com o intuito de receber sugestões e aprimorar o trabalho antes de realizar as intervenções no ambiente escolar. A minha primeira pesquisa versava sobre o tema Equilíbrio Químico. Esse trabalho, com a orientação do professor Guilherme, me acompanhou no restante do curso.

Ao final da graduação, escolhi conhecer outras linhas de pesquisa na área da Educação. Tive uma aproximação com a Sociologia da Educação, culminando na realização do mestrado nessa área, na Faculdade de Educação da UFJF. Após a graduação e em paralelo ao processo seletivo para o ingresso no mestrado, atuei como professora de Química na rede estadual. Como a maioria dos professores iniciantes, tinha muito entusiasmo na busca por superar os desafios da sala de aula com propostas metodológicas inovadoras. Enfim, colocar em prática o conhecimento construído ao longo da formação. A perspectiva bourdiana ofereceu muito suporte para eu pensar sobre a Educação numa perspectiva mais ampla. No período da realização do mestrado precisei abrir mão do meu cargo de professora de Química no Estado, pois a distância entre minha cidade e Juiz de Fora não possibilitava a realização de ambas as atividades. Finalizei o mestrado na Faculdade de Educação, mas a saudade da

Química e a aproximação com o professor Guilherme me fizeram retornar ao Departamento de Química e ingressar no doutorado na linha de Educação Química.

O meu anseio inicial era trabalhar na pesquisa de modo a envolver a construção de conhecimento Químico. A partir de um apanhado na área, em colaboração com meu orientador, percebemos as potencialidades de se empreender a semiótica de Peirce para compreender os processos de elaboração conceitual em situações de sala de aula. Nesse sentido, pretendemos com a presente Tese responder à seguinte questão de pesquisa: Como a estrutura química é representada em situações de ensino e de aprendizagem na sala de aula de Química Orgânica do Ensino Superior, tendo como referência teórica a semiótica de Peirce e a formação docente no Ensino Superior?

Nesta Tese, para tanto, nas seções seguintes dessa introdução, procuramos apresentar os aspectos que tangenciam nosso objeto de estudo, como a representação no Ensino de Química, aspectos da Química Orgânica no Ensino Superior, o conteúdo químico que iremos estudar nas situações de ensino, além dos aspectos centrais em torno da docência universitária. Por fim, a partir desse panorama buscamos apresentar nossos objetivos com a presente pesquisa.

No capítulo 2, aprofundamos na compreensão do referencial teórico desenvolvido por Charles Sanders Peirce (1839-1914), o qual será empregado em nosso estudo. Na sequência, no capítulo 3, realizamos uma revisão da literatura a partir dos principais periódicos nacionais com vistas a traçar um panorama das pesquisas no Ensino de Química que abordam a semiótica de Peirce. No capítulo 4, descrevemos a metodologia de pesquisa, considerando o contexto de construção dos dados, a estrutura de análise, bem como os aspectos centrais da disciplina de Química Orgânica I e das turmas acompanhadas.

No capítulo 5, apresentamos a análise semiótica de dois episódios de aula e a análise de um curta-metragem produzido por um estudante. Os dois episódios são marcados pela presença preponderante da ferramenta material (bola e vareta) nas semioses das situações de ensino. A respeito da análise semiótica do curta-metragem do estudante, neste capítulo procuramos trabalhar com o material de forma aprofundada numa perspectiva sógnica.

No capítulo 6, desenvolvemos uma análise semiótica da Aula H, acompanhada no 2º semestre de 2017, na qual a professora iniciou o estudo de Análise Conformacional. A partir dessa análise procuramos compreender, em termos semióticos, o evento aula, além da possibilidade de estabelecer relações entre a aula e a produção audiovisual dos estudantes. Uma vez que os curtas-metragens estão situados no contexto da Aula H.

No capítulo 7, direcionamos o olhar para a produção audiovisual dos estudantes. Procuramos estruturar uma análise que primeiro articule todos os dez curtas-metragens e segundo estabeleça relações com a Aula H nesse processo de semioses. O capítulo 8 contou com uma entrevista com a professora, a qual chamamos de Conversa Reflexiva. O objetivo dessa etapa foi compreender aspectos que auxiliaram na construção identitária da docente acompanhada durante a pesquisa, além de direcionar o olhar para alguns momentos observados ao longo da inserção a campo, na sala de aula da professora, como as estratégias de ensino adotadas, relação com os estudantes, o uso da ferramenta material modelo bola e vareta e a produção audiovisual dos estudantes.

Por fim, no capítulo 9, trazemos as considerações acerca desta Tese, buscando delinear como essa imersão nas situações de ensino na disciplina de Química Orgânica I, no Ensino Superior, a partir do olhar da semiótica de Peirce, permitiram compreender como se estabelecem os modos de representar os entes químicos, considerando o envolvimento dos estudantes e da docente nesse processo. Além disso, procuramos tecer alguns desdobramentos, contribuições e perspectivas para o processo de ensino e de aprendizagem decorrentes da sala de aula.

1.1 REPRESENTAÇÃO SEGUNDO PEIRCE: UMA NOÇÃO INICIAL

O presente trabalho foca a noção de representação. Queiroz (2004) afirma inexistir um domínio de pesquisas sobre processos cognitivos que não tenha incorporado em suas preocupações aspectos da representação. De acordo com Branquinho, Murcho e Gomes (2005) a noção mais difundida de representação, ancorada principalmente na psicologia, está relacionada ao sujeito tomar conhecimento do mundo ou dos objetos que o rodeiam. Para estes autores, pode-se formular uma concepção de representação como estrutura semiótica nos termos: “*a* representa *b* para um sujeito *s*” (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2005, p. 629). Nesta Tese, o estudo da representação é baseado na Teoria Semiótica de Charles Sanders Peirce (1839-1914).

Tratar da noção de representação, segundo a teoria peirceana, passa por estabelecer relações no interior de sua própria construção teórica. Representar para Peirce é “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, Peirce cita um deputado, um advogado, um sintoma, um testemunho, um conceito, entre outros. Após essa definição, somos colocados diante de sua perspectiva triádica, que nos permite compreender mais acuradamente o sentido da representação.

Um signo, ou *representâmen*, é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria, na mente dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido. Ao signo assim criado denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu *objeto*. Representa esse objeto não em todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia que eu, por vezes, determinei *fundamento* do representâmen. (PEIRCE, 1977, p. 46).

Podemos perceber que a noção de representação em Peirce está na própria concepção da relação triádica signo, objeto e interpretante. Para o autor, "realmente, uma representação necessariamente envolve uma tríade genuína" (PEIRCE apud SANTAELLA, 2000, p.24).

Além da noção triádica, Peirce propôs três categorias fundamentais as quais foram pensadas para analisar qualquer fenômeno que se tenha contato. A Primeiridade, remete ao que é imediato, inicial, espontâneo, anterior a qualquer síntese, precede julgamentos e qualquer pensamento articulado. A Secundidade, é relação, decorre do primeiro, aponta para o outro, relação, efeito. A Terceiridade, manifesta inteligência, generalidade e crescimento. "Ela é a categoria da mediação, do hábito, da lembrança, da continuidade, da síntese, da comunicação e da semiose, da representação ou dos signos" (SANTAELLA; NÖTH, 2005, p. 144). Nesse sentido, toda elaboração cognitiva, mediação, representação, a própria ideia genuína de um signo, pertencem à Terceiridade (SANTAELLA, 1983).

O termo representação é muito amplo mesmo em Peirce. Numa fase mais tardia, Peirce cristaliza a representação como expressão da Terceiridade, ou seja, quando é alcançado o maior potencial de significação de um signo. Tal potencial de representação só se realiza ao imprimir em si o poder sugestivo da Primeiridade e o poder de referência da Secundidade (MACHADO, 2015).

Outro termo que precisamos destacar nessa introdução diz respeito a ideia de semiose, a qual também está amalgamada com a noção triádica. A semiose, segundo Peirce, é a ação do signo. Contudo, é preciso reforçar que falar em signo já carrega objeto e interpretante, pois pertence à natureza *sígnica* sua relação triádica. Portanto, "esses termos indicam as posições lógicas ocupadas por cada um dos elementos na semiose [...]. Semiose quer dizer ação do signo. A ação que é própria ao signo é a de determinar um interpretante [...]" (SANTAELLA, 2001, p. 39). Ou seja, esse movimento de produção de sentido na ação do signo de ser interpretado em um novo signo é denominado semiose. Ao fazer referência ao signo inclui a relação com o objeto e com o interpretante, signo e semiose também podem assumir-se como sinônimos se a referência ao signo for a relação triádica (QUEIROZ, 2004).

A representação no sentido semiótico irá tanto atravessar nosso estudo com vistas às situações de ensino, bem como fundamentar nossa pesquisa em estrita relação com a teoria peirceana. Nesse início, compreendemos como pertinente delinear noções primeiras do arcabouço teórico peirceano, contudo sua teoria será abordada de forma mais detalhada no capítulo seguinte, pois aqui ainda pretendemos tangenciar os demais aspectos que compõem nosso objeto de estudo.

Nas seções seguintes, pretendemos delinear nosso objeto de pesquisa a partir da apresentação das principais temáticas que lhe atravessam, sobretudo ao destacar posicionamentos e possíveis enquadramentos. Dessa maneira, nossa introdução se debruça sobre o uso da representação no Ensino de Química, de modo a traçar um panorama da forma predominante de encarar os fenômenos químicos, a noção do triângulo de Johnstone (1982) e suas implicações; na sequência, direcionamos para aspectos da Química Orgânica no Ensino Superior e chegaremos no conteúdo químico que iremos estudar nas situações de ensino em torno da Estereoquímica e Análise Conformacional. Em seguida, para ampliar nosso estudo sobre as situações de ensino no Ensino Superior, vamos pontuar também aspectos centrais em torno da docência universitária, os quais são importantes para a interlocução com a professora participante do estudo, além também de fomentar o diálogo por diferentes perspectivas. Ao final do capítulo apresentaremos nossos objetivos com a presente Tese.

1.2 REPRESENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE ALEX JOHNSTONE E SEUS SUCESSORES

Dada a importância da representação para o Ensino de Química, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos no âmbito dessa temática ao longo dos anos. Muitos autores reconhecem que o trabalho desenvolvido por Alex Johnstone (1982), professor do Departamento de Química da Universidade de Glasgow, Escócia, tornou-se predominante nos principais círculos de pesquisa em Ensino de Química (ARAUJO NETO, 2009; SOUZA, 2012). Esse reconhecimento se manifesta, principalmente, pelo modo recorrente que tal proposta é citada, sendo considerada uma forma consagrada de encarar a atividade de representação na Química (ARAUJO NETO, 2009).

Estudos mais recentes, além de traçarem o desenvolvimento da proposta de Johnstone, vem tecendo um conjunto de críticas. O trabalho de Araujo Neto (2009) faz primeiramente esse movimento, por meio do diálogo com outros estudos nessa direção, e na sequência Souza (2012) reitera o trabalho de Araujo Neto, além de trazer outros trabalhos para ampliar o

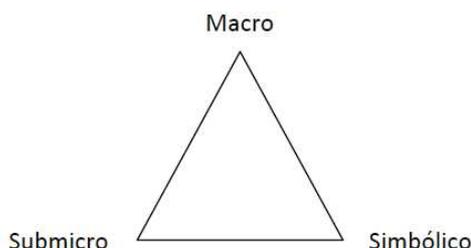
debate. Entendemos que esses dois autores estruturaram contrapontos e criaram condições para problematizar a abordagem dos níveis de representação na Química, favorecendo outras formas de encarar o problema.

Na presente Tese, não pretendemos revisitar ou exaurir a discussão já muito bem estabelecida por esses autores, contudo como estamos delineando caminhos semelhantes buscando ampliar o debate sobre a representação no Ensino de Química, faz-se necessário situar o leitor sobre a abordagem de Johnstone, levando em consideração a sua importância na área de Ensino de Química, bem como demarcar nosso posicionamento teórico. Assim, apresentaremos a proposta de Johnstone, bem como o referido debate apoiado, principalmente, nos trabalhos de Araujo Neto (2009) e Souza (2012).

O primeiro artigo de Alex Johnstone foi publicado em 1982, com o título *Macro – and microchemistry* no periódico *The School Science Review*. Nesse trabalho o autor propôs três níveis para os químicos perceberem a disciplina, sendo o primeiro (i) descritivo e funcional, no qual passa pela manipulação dos materiais, descrição de suas propriedades, além da observação de transformações ocasionando mudanças nas propriedades; o segundo nível (ii) representacional, o qual faz uso de fórmulas e equações para representar; e o terceiro nível (iii) explanatório, o nível atômico e molecular, o qual trata de átomos, moléculas, íons. Tais níveis eram aplicáveis também na Biologia e na Física (SOUZA, 2012).

Em 1991, Johnstone publicou outro artigo que embora tenha passado por reformulações, talvez pela força da imagem, seja a grande referência na área de Ensino de Química. Neste trabalho denominou seus níveis como 'níveis de pensamento' e utilizou a figura de um triângulo, no qual cada vértice assumiu também nova nomenclatura: o descritivo funcional passou a chamar 'macro', o exploratório passou a denominar-se 'submicro' e o representacional ficou denominado 'simbólico', conforme a Figura 1.

Figura 1- Os níveis de pensamento conforme a proposta de Johnstone (1991)



Fonte: (JONHSTONE, 1991, p. 78 apud SOUZA, 2012, p. 19).

Johnstone prosseguiu trabalhando na perspectiva de como ele enxergava o desenvolvimento da disciplina Química, reformulando mais uma vez sua proposta, com a

apresentação, em 1993, de uma espécie de “Filosofia para o Ensino de Química” (JOHNSTONE, 1993, p. 701). Nessa proposta, o autor se pautou no movimento de reforma curricular no Ensino de Ciências, considerado por ele como a revolução de 1960, desencadeada a partir do lançamento do primeiro satélite artificial russo (Sputnik).

Nessa direção, o autor começa a incorporar na sua proposta de organização do conhecimento escolar científico, aspectos em relação à dificuldade dos estudantes na aprendizagem científica ao ponderar que “aquilo que excita nossas mentes não necessariamente excita os alunos” (JOHNSTONE, 1993, p. 702). Tais dificuldades poderiam ser superadas com uma “nova química” (JOHNSTONE, 1993, p. 703) que deveria se assemelhar aos componentes delineados na proposta anterior, [...] “a nova química tem três componentes básicos: a *macroquímica* do tangível, comestível e visível; a *submicroquímica* do molecular, atômico e cinético; e a *química representacional* dos símbolos, equações, estequiometria e matemática” (JOHNSTONE, 1993, p. 702).

O autor permaneceu no uso do triângulo para tratar da nova química, ao pretender propiciar aos estudantes de Química transitar sem dificuldade pelos três vértices do triângulo, ou seja, do conhecimento químico. Segundo o autor, a velha química estaria mais preocupada com um lado do triângulo referente aos vértices macro e representacional, sendo pouco explorado o submicro. Nesse caso os estudantes não teriam contato com o interior do triângulo da Química, região de ocorrência do aprendizado da disciplina. No próximo artigo (JOHNSTONE, 2000), o autor caminha na direção de qualificar os vértices de seu triângulo com algo intitulado de natureza da Química:

[...] (a natureza da Química) se dá em três formas que podem ser pensadas como os vértices de um triângulo [...] (a) o macro e tangível: o que pode ser visto, tocado e cheirado; (b) o submicro: átomos, moléculas, íons e estruturas; e (c) o representacional: símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulação matemática e gráficos. (JOHNSTONE, 2000, p.11).

Neste artigo o autor propõe possíveis situações pensadas para a sala de aula, de modo a possibilitar ao estudante acesso à integralidade do triângulo. Johnstone, prosseguiu nas suas publicações, em 2006, manteve a nomenclatura para os vértices, mas passou a intitular sua proposta de “Três níveis conceituais da Química” (JOHNSTONE, 2006, p.59). Ainda mais tarde, em 2010, o autor nomeou sua proposta como 'três aspectos da representação nas ciências físicas'.

O processo de reformulação da nomenclatura ou mesmo as modificações na proposta de Johnstone, *a priori*, não deve ser considerada uma fragilidade, uma vez que tais mudanças

podem acontecer ancoradas em novas leituras e percepções do autor no seu processo de desenvolvimento. Contudo, concordamos com Souza (2012) que essa variabilidade de títulos, em alguma medida dificulta a identificação com relação ao objetivo da proposta. Adicionalmente, não conseguimos perceber critérios que possibilitem clareza na classificação dos entes químicos, nos respectivos níveis propostos, principalmente em referência aos níveis submicro e representacional.

O pesquisador argentino Labarca (2010) destacou da proposta de Johnstone o uso da figura geométrica triângulo para classificar os níveis. Segundo o autor, essa apropriação configura um equívoco de cunho filosófico associado com a confusão entre planos de argumentação. Labarca enfatiza que dois dos níveis são de natureza ontológica (macro e submicro) e o representacional mistura planos matemático e conceitual. Contudo, eles são postos como vértices de um mesmo triângulo.

Dessa maneira, percebemos a partir das propostas de Johnstone que, embora o autor tenha trazido para discussão a questão ontológica, a impossibilidade de acesso aos entes químicos devido à sua natureza molecular não foi de fato resolvida, tendo em vista a argumentação de Labarca. As modificações na abordagem de Johnstone não se encerraram no artigo de 2000. Sua influência e desdobramentos se estenderam a outros círculos de pesquisa, os quais deram continuidade à proposta, garantindo assim sua predominância na maneira utilizada pelos químicos para tratar dos fenômenos.

O grupo de pesquisa australiano coordenado por David Treagust adotou a proposta de triângulo de Johnstone. A seguir apresentamos um trecho do artigo de 2003 no qual fazem referência ao triângulo.

Os químicos referem-se a fenômenos químicos em três níveis diferentes de representação - macroscópica, simbólica e submicroscópica - que estão diretamente relacionados entre si (Johnstone 1982). O nível macroscópico são os fenômenos químicos observáveis que podem incluir experiências da vida cotidiana dos alunos, como mudanças de cor, observação de novos produtos sendo formados e outros desaparecendo. Como modo de comunicar sobre esses fenômenos macroscópicos, os químicos comumente usam o nível simbólico de representação que inclui formas pictóricas, algébricas, físicas e computacionais, como equações químicas, gráficos, mecanismos de reação, analogias e kits de moléculas. O nível submicroscópico de representação, com base na teoria particulada da matéria, é usado para explicar os fenômenos macroscópicos em termos do movimento de partículas como elétrons, moléculas e átomos. Essas entidades submicroscópicas são reais, mas são muito pequenas para serem observadas, então os químicos descrevem suas características e comportamento usando representações simbólicas para construir imagens mentais. (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003, p. 1354, tradução nossa).

O artigo de Treagust, Chittleborough, Mamiala (2003) reforça a influência do triângulo de Johnstone na área de Ensino de Química ao estabelecer que a Química é referida em três níveis diferentes de representação, e que eles se combinam para enriquecer as explicações dos conceitos químicos. No artigo, os autores procuraram examinar, a partir dos níveis de representação, como alunos de Ensino Médio usam explicações analógicas, antropomórficas, relacionais, baseadas em problemas e em modelos. Para isso, os autores trouxeram, em termos metodológicos, diferentes registros de situações de ensino. Os autores concluíram que uma aprendizagem eficaz requer a compreensão e o uso simultâneo do nível submicroscópico e representações simbólicas. Destacam ainda que os alunos, muitas das vezes, não entendem o papel da representação assumido pelo professor.

Sobre esse artigo, concordamos com o apontamento de Araujo Neto (2009) ao destacar ser possível identificar no texto que 'kits de moléculas do tipo bola-vareta' e 'fórmulas estruturais em papel' são consideradas como representações no nível simbólico, contudo a vibração molecular está associada ao nível submicroscópico de representação (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003).

A partir das proposições de Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003) a noção de representação vai revelando algumas inconformidades. Nesse sentido, Araujo Neto (2009, p. 45), chama atenção para um aspecto que talvez seja mais conflituoso nessa proposta.

[...] representação constitui um processo medial caracterizado pela a ação de um representante agindo em um meio com o objetivo de permitir uma relação entre duas instâncias: um objeto imediato desse representante, aquilo que ele representa, e o interpretante do representante, que então passa a estar em relação medial com o objeto imediato por meio do processo de representação.

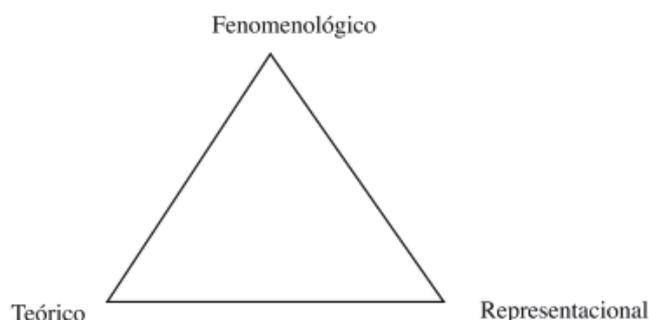
Nesse sentido percebemos nas propostas de Johnstone, bem como nas de Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), que as fragilidades vão além do plano de argumentação destacados por Labarca, uma vez que não conseguimos identificar uma indicação do que seria representação em relação aos tais níveis propostos. Conforme os autores classificaram, parece ser inconsistente separar coisas submicroscópicas e simbólicas.

Além do trabalho de Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), outros dois do mesmo grupo são publicados em sequência e reforçam a ideia de níveis de representação (CHANDRASEGARAM; TREAGUST; MOCERINO, 2007; CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2007). Araujo Neto ainda traz para o debate em torno da proposta original em Johnstone outros autores (LEE, 1999; RAPPOPORT; ASHKENAZI, 2008). Esse último, tentar trazer novos esclarecimentos a respeito da proposta de Alex Johnstone.

O trabalho de Rappoport e Ashkenazi (2008) nos oferece uma nova oportunidade de entender a confusão que pode ser causada a partir da escolha do referencial dos níveis de representação de Johnstone. Para os autores, diferentes critérios podem ser usados para ordenar os níveis de representação, pois pressupõem uma hierarquia entre eles, resultando em diferentes sentidos (RAPPOPORT; ASHKENAZI, 2008, p. 1587). O uso comum dos níveis macroscópico e microscópico sugere que “esses dois sejam níveis de observação” (ibidem), o que para os autores seria uma atribuição problemática. Entretanto, o que poderia ser uma tentativa de superação da proposta de Johnstone se apresenta como uma tentativa de complementá-la. Rappoport e Ashkenazi (2008) consideram que Johnstone, ao introduzir a idéia de níveis de representação, estava na verdade considerando “níveis de pensamento” (RAPPOPORT; ASHKENAZI, 2008, p. 1587), e que teria usado desde então tal proposta para explicar a falta de familiaridade de estudantes com conceitos abstratos. Na concepção dos autores, tal fato sugere a reclassificação dos níveis de representação de Johnstone em “níveis de abstração” (ibidem), tendo-se a experiência sensorial como um critério de ordenação. Não se coloca no texto como a experiência sensorial pode ser um critério de ordenação para níveis de abstração, e tem-se que a representação toma um critério exclusivo de abstração. Os movimentos de emergência e submergência pretendem ser mecanismos de conexão entre os níveis de representação originais de Johnstone. Todavia, tal conexão se mostra deficiente porque é produzida entre instâncias que não podem ser conectadas de maneira isomórfica, o que se supõe ao ler o artigo uma vez que não há esclarecimento nesse sentido. Um exemplo dessa incongruência é dado quando a perspectiva submergente defendida pelos autores contraria toda a semiótica construída até hoje, pois propõe que o “nível simbólico” age sobre o “nível sub-microscópico”. Ademais também não se pode ficar confortável diante da admissão de que algo na ordem fenomênica macroscópica possa estar no mesmo “nível de abstração” do que um símbolo. (RAPPOPORT; ASHKENAZI, 2008, p. 1587).

Dessa maneira, podemos observar que a proposta de Johnstone e suas sucessivas interpretações vão revelando fragilidades e caminhando ainda para certa dificuldade de respaldar sua própria finalidade, uma vez que os termos usados para significar os tais níveis vão sendo lançados em direções bastante distintas. No âmbito nacional, a proposta de Johnstone também tem papel importante, embora tenha apresentado compreensões um pouco diferentes. Os autores Mortimer, Machado e Romaneli (2000) publicaram um artigo com referência ao triângulo na revista Química Nova no contexto da elaboração de uma proposta curricular para o Estado de Minas Gerais. Neste trabalho, denominaram os vértices do triângulo conforme a Figura 2.

Figura 2 - Três aspectos do conhecimento Químico



Fonte: Mortimer; Machado; Romanelli (2000, p.276).

Para a compreensão dos vértices do triângulo, os autores trouxeram a seguinte argumentação.

O aspecto fenomenológico diz respeito aos fenômenos de interesse da química, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, sejam aqueles a que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação matéria que não provocam um efeito visível, mas que podem ser detectadas na espectroscopia. Os fenômenos da química também não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em laboratório. Falar sobre o supermercado, sobre o posto de gasolina é também uma recorrência fenomenológica. Neste caso, o fenômeno está materializado na atividade social. E é isso que vai dar significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através dessa ciência que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente. [...]

O aspecto teórico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.

Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no aspecto representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas. (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p.276).

O artigo não faz referência à proposta de Johnstone, ou mesmo aos seus sucessores, contudo podemos observar que os níveis de Johnstone continuam vigorando, porém com outros detalhes para a realização da classificação dos aspectos químicos. Souza (2012) compreendeu que essa estrutura avançou no sentido de ampliar a ideia do 'nível macro' ao contemplar também aspectos do cotidiano. Além disso, buscaram fazer uma distinção entre as explicações baseadas em modelos abstratos (teórico) e as representações dos modelos (representacional). Para a autora, essa configuração parece resolver a questão da representação trazida por Araujo Neto (2009). Compreendemos que houve esforço para minimizar as confusões oriundas da proposta de Johnstone, contudo concordamos com os argumentos de Araujo Neto (2009), assim como os de Labarca (2000) que as questões

discutidas por tais autores não se restringiram à clareza quanto aos termos dos vértices dos triângulos.

Nessa linha, Souza (2012) reconhece também que entre os próprios autores parece não haver um consenso, uma vez que na proposta de Minas Gerais intitulada Conteúdo Básico Comum (CBC), da qual participam da elaboração dois dos autores desse artigo, novamente recaem sobre certa dificuldade na organização dos níveis.

O aspecto teórico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, ou seja, quando se trata de propor explicações dos fenômenos, baseadas em modelos abstratos que envolvem entidades não diretamente perceptíveis ou hipotéticas, como átomos, moléculas, íons, elétrons, etc., o professor ou estudante está focalizando o aspecto teórico do conhecimento. Assim também ocorre quando fórmulas ou funções matemáticas são aplicadas no estudo e na explicação dos fenômenos.

O aspecto representacional compreende informações inerentes à linguagem química, tais como as fórmulas das substâncias, equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas. (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS – SEEMG, 2007, p.18).

Novamente fica evidente a questão do plano de argumentação destacado por Labarca (2000). Além disso, Souza (2012) reforça que há pouca clareza acerca do papel das fórmulas matemáticas e aponta mais uma vez para a necessidade de ampliação em torno da representação referente à descrição das atividades dos químicos.

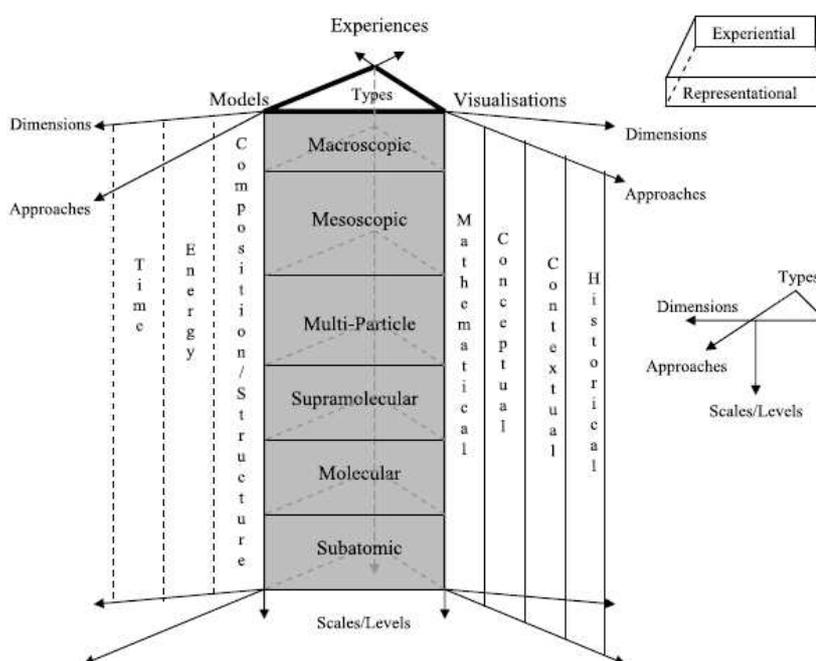
Souza (2012) aborda outros estudos além dos trazidos aqui, no sentido de situar como a área de Ensino de Química emprega a abordagem dos níveis de conhecimento (ou de representação), como ferramenta para analisar situações envolvendo o ensino e a aprendizagem da Química, e ainda estudos que buscam redimensionar a proposta de Johnstone. Sobre esse último ganha destaque o artigo de Talanquer (2011), uma vez que o autor faz esse movimento de análise em torno da proposta de Johnstone e suas reestruturações, além de traçar uma nova abordagem. Em específico sobre a nomenclatura mais usual, níveis de representação, o autor traz a seguinte inquietação:

Embora o tripé da química de Johnstone tenha sido extremamente atraente para a química e educadores de ciências e muito útil para destacar os principais componentes do conhecimento químico, precisamos ter cuidado em sua aplicação e interpretação. Na minha perspectiva, é necessária mais discussão sobre quais são os três componentes principais representados e englobados. [...] Agora, se os componentes do trio são níveis de representação, uma visão que se tornou dominante nos últimos anos (GILBERT & TREAGUST, 2009A), de forma que pode o nível macro, das coisas que são visíveis e tangíveis, pode ser chamado de “representação”? Ou, por que devemos destacar o nível representacional como um dos principais componentes do trio se os outros dois elementos principais também são "níveis de representação"? Esses tipos de perguntas precisam ser

respondidas se quisermos ter uma compreensão mais clara do significado e das implicações educacionais do tripé da relação. (TALANQUER, 2011, p.181).

O autor buscou caracterizar e analisar com viés crítico cada nível proposto por Johnstone (1982), além de estabelecer também um diálogo com propostas mais recentes. Assim, sua proposta foi chamada de Três Tipos de Conhecimento, os quais estão relacionados com a experiência, modelos e visualização, nos vértices de um triângulo. Contudo, Talanquer considerou uma perspectiva multidimensional do conhecimento, portanto o seu triângulo apresenta diversos desdobramentos, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Espaço do Conhecimento Químico



Fonte: Talanquer (2011, p.189).

Portanto, o autor tenta contemplar na sua figura a ideia do espaço do conhecimento químico em perspectiva multidimensional, onde são considerados diferentes escalas, níveis, e abordagens no qual cada um dos três principais tipos de conhecimento (experiências, modelos e visualizações) podem ser conceituados.

Talanquer, ao desenvolver sua proposta, estruturada conforme apresentado na Figura 3, avança no sentido de trazer uma diferenciação entre os conceitos de modelo e visualização. Contudo, sua organização em vértices do triângulo aponta para uma possível separação na construção do conhecimento químico, que assim como Souza (2012), percebemos ser indissociáveis (SOUZA, 2012). Embora o autor tenha trazido importantes argumentos no âmbito de problematizar o conhecimento químico enquanto níveis de representação, não conseguimos perceber na sua proposta qual a concepção de representação estabelecida, o que

talvez permitiria compreender melhor sua abordagem multidimensional, os Três Tipos de Conhecimento.

Até aqui, procuramos destacar, baseados na leitura de Araujo Neto (2009) e de Souza (2012), algumas das pesquisas que remetem à questão da representação no Ensino de Química, ao ter como ponto de partida o triângulo de Johnstone. No Quadro 1 oferecemos ao leitor um organizador sobre os diferentes tipos de termos atribuídos aos vértices do triângulo de Johnstone, ao considerar tanto seus artigos originais quanto daqueles que o tiveram como referência.

Quadro 1- Diferentes atribuições dadas aos vértices do triângulo nas referências em Ensino de Química

Ordem	Atribuição dada aos vértices do triângulo	Referência	Ano
1	Níveis de percepção da Química	Johnstone	1982
1	Níveis de pensamento da Química	Johnstone	1991
2	Componentes de uma Nova Química	Johnstone	1993
3	Formas para uma Natureza da Química	Johnstone	2000
4	Níveis da Química	Georgiadou e Tsarpalis	2000
5	Três aspectos do conhecimento químico	Mortimer, Machado e Romanelli	2000
6	Níveis de representação	Treagust et ali.	2003
7	Níveis de abstração	Rappoport e Ashkenazi	2008
8	Três tipos de conhecimento	Talanquer	2011

Fonte: Adaptado de Araujo Neto (2009, p. 48).

O Quadro 1 oferece um painel de como a referência ao 'triângulo da Química' foi passando por reformulações desde sua concepção. Embora a proposta tenha apontado para aspectos distintos, iniciando-se em algo mais geral como 'nível da percepção', passando a algo mais complexo, como 'níveis de representação', não percebemos uma argumentação clara no sentido de fundamentar as pesquisas em Ensino de Química. Portanto, concordamos com os apontamentos de Araujo Neto ao traçar uma análise geral.

Podemos assinalar que as grandes lacunas encontradas nos estudos que tomam como referência a noção de níveis de representação referem-se à ausência de uma função epistemológica para as formas de uso que operam na prática do ensino da representação estrutural. A ausência de uma discussão ancorada na funcionalidade epistemológica, e que toque também na necessidade de uma distinção ontológica, delega para esses estudos um caráter restritivo quanto à natureza do conhecimento posto em ação durante as atividades didáticas. (ARAUJO NETO, 2009, p. 49).

É importante destacar as razões que nos levaram a fazer esse movimento de encontro com a noção de representação sob a perspectiva de Johnstone. Primeiro, devido a força dessa abordagem na área de Ensino de Química. Segundo, devido à pretensão da presente Tese em oferecer outro referencial para tratar a representação, no nosso caso, em situações de ensino. Assim, torna-se necessário situarmos o lugar de onde e para o qual falamos, tendo em vista

nosso anseio de transitar por um novo terreno, a semiótica. Por último, essa leitura geral da representação na área do Ensino de Química será importante para a compreensão da revisão da literatura sobre a Semiótica no Ensino de Química, uma vez que os primeiros trabalhos buscaram essa interlocução. Assim o leitor terá mais condições de se situar nestes dois campos teóricos.

1.3 ASPECTOS DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO SUPERIOR

Nesta Tese buscaremos configurar o processo de representação e suas formas de uso no contexto do Ensino Superior de Química como semiose. Nosso aporte teórico se fundamenta na Teoria Geral do Signo, de Charles Peirce. Nosso objeto de estudo se inscreve a partir das situações de ensino que estão fortemente relacionadas com os modos de representar os entes químicos na sala de aula de Química Orgânica I (QOI), no Ensino Superior.

Em contextos de ensino, o entendimento e a compreensão das diferentes formas de uso da representação estrutural são habilidades que atravessam a formação desde o Ensino Médio e se firmam no Ensino Superior de Química. A Química Orgânica é reconhecida como pioneira no uso de signos gráficos para as representações estruturais (ARAÚJO NETO, 2007), ainda que as primeiras fórmulas estruturais, divulgadas ao final do século XIX, não manifestassem compromissos ontológicos (ARAÚJO NETO, 2009). De acordo com Araujo Neto (2009), as fórmulas químicas, inicialmente, organizaram conjuntos de evidências empíricas, e procuravam funcionar como signos que apresentassem, por exemplo, a relação ponderal dos átomos em um composto, ou ainda distinguir compostos diferentes com a mesma composição de átomos. Entretanto, as representações gráficas alcançaram importante espaço na Química, atuaram também como ferramenta de predição e até mesmo antecipação de resultados experimentais.

Aspectos relacionados às técnicas de representação atravessam todas as áreas da Química, mas continuam assumindo espaço privilegiado na área de Química Orgânica. De modo geral, o ensino da Química Orgânica no Ensino Superior tem recebido atenção de pesquisadores da área (MORTIMER et al., 2014; WARTHA, REZENDE, 2015). Estudos relatam dificuldades de aprendizagem de Química Orgânica, o que tem refletido em sérias deficiências conceituais, como também em altos índices de reprovações nas disciplinas (BELINASSO et al., 2009; QUADROS, SILVA, RODRIGUES, 2011).

O estudo de Alves, Sangiogo e Pastoriza (2021) buscou investigar as dificuldades no ensino e na aprendizagem de Química Orgânica no Ensino Superior. O processo analítico, em

duas universidades, buscou contemplar dados de naturezas diversas, como os componentes curriculares da Química Orgânica de cada instituição; notas dos estudantes; questionários com os estudantes; entrevista com os docentes; e acompanhamento de aulas da disciplina de uma instituição. Numa avaliação quantitativa, os resultados apontaram que o índice de aprovação dos alunos em Química Orgânica I é inferior à soma das taxas de reprovação, abandono e cancelamento temporário no componente curricular ofertado pelos diferentes professores e instituições estudadas. Sobre os fatores que afetam os processos de ensino e de aprendizagem da Química Orgânica, os autores se deparam com um cenário bastante complexo. De modo geral, considerando os participantes em condições distintas, estudantes e professores destacaram as dificuldades relacionadas ao conteúdo específico, como conformação e visualização espacial de moléculas, estereoquímica e mecanismos de reação; carências conceituais provindas da Educação Básica; e hábitos e características individuais de professores, alunos ou ambos, como didática, concentração e engajamento. Portanto, o trabalho que contempla uma perspectiva bastante representativa do cenário da Química Orgânica no Ensino Superior destaca a importância de novos estudos que busquem compreender sobre como se estabelecem os processos de elaboração conceitual de conteúdos em sala de aula, os mencionados no estudo, além também dos aspectos históricos e sociais que envolvem estudantes e professores no Ensino Superior.

Em específico ao conteúdo de estereoquímica, estudos relatam a dificuldade de compreensão dos estudantes, principalmente no que concerne a percepção espacial de objetos tridimensionais a partir de suas representações bidimensionais (BAKER, GEORGE, HARDING, 1998; GILBERT, 2005). É perceptível na literatura um conjunto de pesquisas que se voltam para o desenvolvimento de estratégias didáticas que procuram auxiliar os estudantes na visualização de objetos da Química, tendo em conta esse processo como uma habilidade espacial (RAUPP, 2015).

Durante a abertura da reunião da *American Chemical Society* (ACS) em 2016, essa temática mobilizou a atenção de pesquisadores e professores, ao discutirem a questão: “Há uma crise na Educação de Química Orgânica?” Se por um lado, reconheceram que atualmente existem muitos recursos para os estudantes de Química Orgânica, como livros, simulações 3D etc., por outro, o tempo para utilizar esses recursos continua sendo um desafio para os estudantes. Adicionalmente, foram levantadas questões referentes ao grau de dificuldade do conteúdo, o que refletiria no problema de aprendizagem, além de proposições sobre a necessidade de aprofundar estudos investigativos de como os estudantes aprendem, e desse

modo quais recursos funcionam ou não, o que pressupõe esforços dos envolvidos em tornar o conteúdo mais compreensível (HALFORD, 2016).

Nosso estudo, a partir das situações de ensino no âmbito da Química Orgânica, se coloca nesse cenário delineado pela literatura. Acreditamos que a semiótica se constitui como um terreno fecundo para potencializar essa compreensão das semioses nos processos que decorrem da sala de aula de Química Orgânica. Ao irmos ao encontro da sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior, muitos conceitos, convenções e representações gráficas aparecerão. Por isso, iremos apresentar a seguir os sentidos específicos das situações empíricas de estudo.

1.4 O CONTEÚDO ANÁLISE CONFORMACIONAL

Ao longo da nossa pesquisa, o aspecto dinâmico do ente químico será considerado nas situações de ensino, ao ter em vista as semioses em jogo na relação entre representante e representado. Além do aspecto dinâmico, outros conceitos sobre a constituição¹ dos entes químicos serão importantes, uma vez que aparecerão nas situações de ensino investigadas. Quanto ao conteúdo de Química Orgânica, vamos nos ater ao estudo denominado Análise Conformacional².

O primeiro conceito que nos atravessa é o de conformação. De acordo com a IUPAC, conformação é “o arranjo espacial de átomos que proporciona distinção entre estereoisômeros que podem converter-se por rotações de ligações simples” (MOSS, 1996, p. 2204). A conformação pode ser compreendida como uma característica de grande parte dos entes químicos, uma vez que havendo ligação simples haverá conformação. Os estereoisômeros que se convertem-se por rotações na ligação simples, ainda, segundo a IUPAC passam a ser chamados de confôrmeros quando possuem valores mínimos de energia e se houver impedimento estérico em torno da rotação, tem-se outro nome, são chamados rotâmeros (MOSS, 1996). Portanto, os confôrmeros e os rotâmeros provocam de modo definitivo a

¹ O termo constituição é empregado aqui para dizer sobre quantidade, tipos de átomos envolvidos, ente químico e os tipos de ligação que existem entre esses átomos.

² O estudo da Análise Conformacional teve sua origem no trabalho de O. Hassel, na Noruega, e de D. H. R. Barton, na Grã-Bretanha. Por suas contribuições os pesquisadores ganharam o prêmio Nobel em 1969. Porém a ideia da preferência a respeito de certas conformações data da obra de Jacobus Henricus Van't Hoff. (SOLOMONS, 1996). A partir de levantamentos na literatura podemos encontrar referências que apontam o ano de 1874 como o início da Estereoquímica, registrando-se esse marco com os artigos de Van't Hoff (MACHADO, 2015).

necessidade de diferentes formas gráficas de representação para o alcance destes entes, as quais são conhecidas como projeções (ARAUJO NETO, 2009).

Uma projeção, de acordo com a IUPAC, consiste numa representação bidimensional de uma estrutura tridimensional, construída a partir de projeção de ligações (simbolizada por linhas) em um plano que pode ou não apresentar as designações das posições dos átomos relevantes e de seus símbolos. Essas projeções, com indicação do arranjo espacial das ligações, são chamadas de fórmula estereoquímica (MOSS, 1996). As mais usuais são: projeção de Fischer, projeção de Newman, projeção em traço e cunha e projeção em cavalete. Na Figura 4 trazemos tais projeções como exemplo para o butan-2-ol.

Figura 4 - Projeção de Fischer, projeção de Newman, projeção em traço e cunha e projeção em cavalete para o butan-2-ol

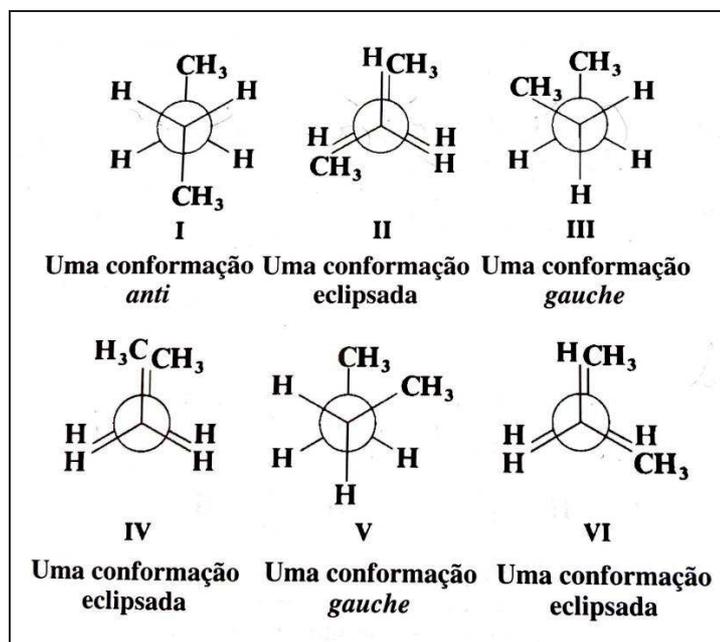


Fonte: Adaptado de Araujo Neto (2009, p. 24).

Nas situações de ensino, cada projeção é empregada a depender do aspecto que se pretende destacar do ente químico, uma vez que o emprego das representações gráficas é carregada de intencionalidade. Para a compreensão de cada projeção faz-se necessário considerar a posição do observador. No estudo da Análise Conformacional dos alcanos³, a característica de rotação em torno da ligação do tipo sigma é usualmente representada pela Projeção de Newman, pois são eficientes na representação da relação espacial dos substituintes dos dois átomos de carbono (BRUICE, 2006). Vamos exemplificar as representações dos confôrmeros na Figura 5.

³ Os alcanos fazem parte de um grupo de compostos orgânicos chamado de hidrocarbonetos (compostos cujas moléculas apresentam apenas átomos de carbono e hidrogênio). Os alcanos, por sua vez, só possuem ligações do tipo sigma entre os átomos de carbono (SOLOMONS, 1996).

Figura 5 - Projeções de Newman de um conjunto de estados para a rotação em torno da ligação C2-C3 do butano



Fonte: Solomons (1996, p. 150).

Nessa representação da Figura 5, considera-se que o observador tem seu ângulo de visão alinhado ao da ligação simples, ou seja, o observador deverá ver a molécula de frente, na direção do eixo da ligação dos carbonos que realizam a rotação, característica do evento de conformação. Desse modo, o carbono da frente é representado por um ponto com três ligações em interseção, e o carbono de trás é representado por um círculo, onde as três linhas saindo do carbono representam as outras três ligações (BRUICE, 2006). Portanto, o observador consegue ver seis substituintes, três agrupados ao carbono da frente e três agrupados ao carbono de trás. A Figura 5 além de apresentar o conjunto de estados para a rotação em torno da ligação C2-C3, também mostra o nome dos respectivos confôrmeros⁴, os quais estão relacionados com a posição no espaço que os substituintes de um carbono analisado assumem em relação aos substituintes do outro carbono analisado.

Para uma molécula mais simples, de etano, com dois átomos de carbono, vamos compreender o que envolve e provoca ou não essas rotações da ligação carbono-carbono e quais são as implicações a partir da transcrição de um livro didático do Ensino Superior (SOLOMONS, 1996).

Podemos representar graficamente esta situação (os diferentes estados de rotação) plotando a energia da molécula do etano em função do ângulo de rotação em torno da ligação carbono-carbono. [...]

⁴ Embora tenhamos diferenciado confôrmeros de rotâmeros, o modo mais usual é o termo confôrmero, o qual será adotado na presente Tese.

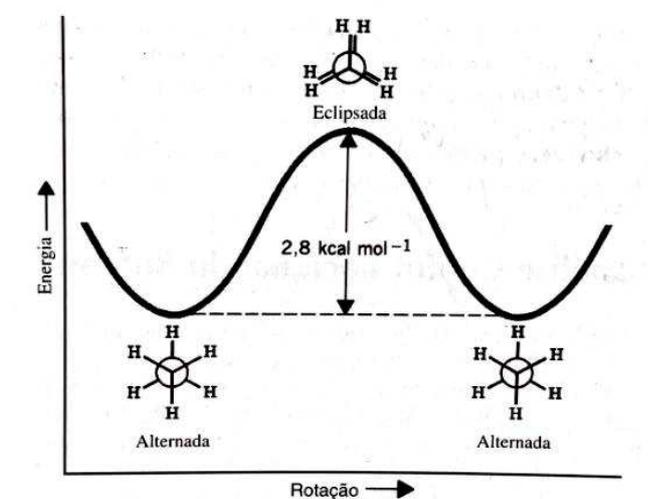
No etano, a diferença de energia entre uma conformação alternada e a conformação eclipsada é de 2,8 kcal/mol (12kJ/mol). Esta pequena barreira oposta à rotação é denominada **barreira torsional** da ligação simples. A menos que a temperatura seja muito baixa (-250°C), muitas moléculas de etano (num certo instante) terão energia suficiente para superar esta barreira. Algumas moléculas oscilarão com seus átomos na conformação alternada [...].

O que significa isto tudo em relação ao etano? Podemos responder de duas maneiras distintas. Se consideramos uma única molécula de etano, podemos dizer, por exemplo, que a maior parte do tempo está com a energia mais baixa, na conformação alternada, [...]. Muitas vezes, porém, em cada segundo, adquire energia suficiente, através das colisões com outras moléculas, para superar a barreira torsional e girar até atingir a conformação eclipsada. Se falarmos em termos de um grande número de moléculas de etano (talvez uma visão mais realista), podemos dizer que num certo momento a maioria das moléculas estará nas conformações alternadas [...].

Se considerarmos os etanos substituídos (G é um grupo diferente do hidrogênio) como $\text{GCH}_2\text{CH}_2\text{G}$, as barreiras opostas às rotações são tanto maiores, mas continuam a ser muito pequenas para possibilitar o isolamento das conformações alternadas diferentes, chamadas **confômeros** [...], mesmo em temperaturas muito mais baixas que a ambiente. (SOLOMONS, 1996, p. 148).

Dessa maneira, podemos constatar que o que está em jogo nas diferentes possibilidades de conformações para uma dada molécula é a situação energética, dado que determinadas conformações são mais estáveis. A barreira torsional é também denominada de tensão torsional e refere-se “à repulsão sentida pelos elétrons ligantes de um substituinte quando passam perto dos elétrons de outro substituinte” (BRUICE, 2006, p. 88). Na citação, o autor também explica que se pode representar de forma gráfica tais situações, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Variações de energia provocadas pela rotação da ligação carbono-carbono



Fonte: Solomons (1996, p. 149).

A partir disso, podemos destacar que os confôrmeros apresentam um problema na relação entre o representante e o representado, uma vez que os instrumentos os quais a Química utiliza como meios de legitimar seus objetos de estudo apresentam limitação para detectar tais confôrmeros. Neste caso, o problema instrumental parece que coloca o processo de representação estrutural um passo à frente do conjunto de técnicas de detecção (ARAUJO, NETO, 2009).

No contexto do estudo da Análise Conformacional, fica aparente o ganho de informação trazido pelo emprego de diferentes representações gráficas que procuram colocar em jogo as questões tridimensionais. Diante dessas semioses, os estudantes precisam desenvolver certas habilidades que possibilitem produzir sentidos, compreendê-los e mobilizá-los à frente em sua práxis. Nesta Tese, pretendemos direcionar a atenção para as semioses nas situações de ensino que envolvem os diferentes modos de representar os entes químicos.

1.5 O PROFESSOR DO ENSINO SUPERIOR

O debate promovido por pesquisadores e professores envolvidos com o ensino de Química Orgânica no Ensino Superior reforça a relevância dessa abordagem. Nosso estudo pretende olhar a sala de aula por diferentes ângulos, e por isso faz-se necessário também um olhar atento para a Docência no Ensino Superior. Consideramos pertinente iniciar o estudo sobre a Docência no Ensino Superior reproduzindo uma questão pensada por Pimenta e Anastasiou (2014), que questiona sobre a identificação profissional desses professores. Reconhecer-se enquanto docente no Ensino Superior, segundo Pimenta e Anastasiou (2014), aponta para dois problemas, primeiro para identidade, sobre ser professor, e segundo para a própria profissionalização, sobre as condições da atividade profissional.

Assim, falar sobre a Docência no Ensino Superior passa por trazer elementos para a discussão que falem da construção desse profissional, suas condições de atuação, seus dilemas, seus desafios, aspectos que estão contemplados na identidade e profissionalização docente no Ensino Superior. Nesta seção não existe a pretensão de aprofundamento de todas essas abordagens, contudo, vamos tratar de aspectos que julgamos centrais que dialogam com a formação, as ações e concepções sobre a docência de um dos sujeitos desta investigação, uma docente do Ensino Superior com formação em Bacharelado em Química.

A Lei 9.394 de 1996 que trata das Diretrizes e Bases da Educação (LDB) ampara legalmente o processo de formação de docentes universitários no artigo 66, ao estabelecer

que: “**a preparação** para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação prioritariamente em programas de mestrado e doutorado” (BRASIL, p. 43, art.66, grifo nosso). Sobre esse artigo dois pontos são reiteradamente destacados pelos pesquisadores da área de Ensino e Educação. O primeiro em torno do emprego do termo 'preparar' em detrimento do termo 'formar', que acaba corroborando para isentar a pós-graduação como espaço de formação docente para o Ensino Superior (PIMENTA, ANASTASIOU, 2014), algo que está posto na cena da educação nacional desde o 'Parecer Sucupira'⁵. A formação vai muito além do aspecto preparatório. O segundo ponto, não menos importante, transparece na omissão da formação pedagógica desse profissional, pois não é sequer mencionada. Segundo Saviani (1998), nos embates e trâmites finais para aprovação do texto final da LDB/96 esse aspecto foi removido do texto original. Desse modo, tendo problematizado esses dois pontos a partir da legislação, transparece “uma desconsideração de que a docência tem uma especificidade quanto aos saberes que a alicerçam” (FERENC; SARAIVA, 2010, p.579).

Embora a pós-graduação *stricto sensu*, estruturada nos cursos de mestrado e doutorado, seja considerada o principal meio para a preparação do profissional do ensino nas universidades, esse espaço foi pensado de modo a formar pesquisadores, ou seja, privilegiam conhecimentos específicos das áreas e a pesquisa, e pouco contemplam a formação pedagógica (ALMEIDA, 2012). As disciplinas são voltadas, na maioria das vezes, para aprofundamento em algum campo do conhecimento específico, conseqüentemente pouco espaço é oferecido para disciplinas que tenham o objetivo de problematizar a formação de professores para o Ensino Superior (JOAQUIM *et al.*, 2011).

Ainda no contexto da pós-graduação, uma ação de abrangência nacional, na perspectiva do desenvolvimento docente, ocorreu pela realocação do 'Estágio de Docência' nos cursos de mestrado e doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em 1999, atividade inicialmente prevista no Parecer Sucupira. Assim, o Estágio de Docência faz parte das atividades dos pós-graduandos bolsistas de mestrado e doutorado, sob acompanhamento de um docente de uma disciplina de graduação. Vale destacar que os programas de pós-graduação possuem autonomia para organizar o formato do referido estágio, bem como para estender a atribuição aos demais pós-graduandos não bolsistas. Essa medida cria a possibilidade de aproximação da pós-graduação ao contexto pedagógico, contudo é difícil mensurar os impactos dessa implementação, uma vez que as

⁵ Parecer de Newton Sucupira, enquanto relator, aprovado no âmbito da Câmara de Educação Superior do Conselho Federal de Educação em 03 de dezembro de 1965, e que regulamenta os cursos de pós-graduação no Brasil.

realidades dos programas de pós-graduação são diversas e o modo como vêm acontecendo essa atividade fica a cargo dos programas, sobretudo de seus projetos político- pedagógicos.

Um estudo recente sobre a Formação para a Docência no Ensino Superior (FERRAZ, 2021), investigou o processo de formação para a docência de pós-graduandos em Química em uma universidade e envolveu diferentes momentos formativos para a docência, além da participação de docentes do Ensino Superior nesse processo. Os resultados desse estudo apontaram que as experiências vivenciadas ao longo do Estágio de Docência são as principais contribuições para a formação docente. Contudo a reflexão sobre a prática docente nessas atividades ainda é considerada pequena, principalmente devido aos saberes da experiência, tão imbricados na trajetória escolar dos pós-graduandos, e que não são problematizados ou reconstruídos com ou por estes estudantes. Adicionalmente, esse estudo investigou outro momento formativo, uma disciplina da pós-graduação. O autor destacou que os docentes participantes valorizaram habilidades e características que tendem a superar a visão ainda presente de que para ensinar basta o domínio do conteúdo, apontando assim preocupação tanto com aspectos do ensino, quanto com a aprendizagem dos estudantes. Portanto, conclui-se que diferentes momentos formativos, tais como: o Estágio de Docência, a tutoria, e a disciplina apresentam importantes contribuições na formação docente desses estudantes. Eles oferecem a possibilidade de desenvolvimento de uma reflexão crítica e formação continuada dos pós-graduandos e docentes do Ensino Superior.

Nosso estudo está apoiado na compreensão de que a formação do professor acontece a partir dos saberes construídos em suas vivências ao longo de toda sua trajetória, seja pessoal e profissional. Nesse sentido, vale ainda considerar a importância de ações voltadas para a reflexão dos saberes tácitos para a prática docente. Desse modo, vamos tratar de modo conciso sobre quais saberes os professores utilizam em sua profissão e como esses saberes estão colocados para a Docência no Ensino Superior.

Segundo Tardif (2014), os saberes docentes são conhecimentos, como o saber-ser, o saber fazer e as competências e as habilidades que são incorporadas diariamente na atividade do professor. Os saberes docentes ou também saberes da docência, vem sendo estudados no âmbito da formação de professores ao menos nos últimos 40 anos, onde é possível identificar uma ampla tipologia e classificações, sobretudo estruturadas a partir de diferentes bases filosóficas ou correntes de pensamento (BORGES, 2001).

Alguns trabalhos se destacam como estudos voltados para a discussão sobre os conhecimentos do professor (SHULMAN, 1986); discussão dos saberes docentes a partir das construções sociais dos professores em seus ambientes de trabalho (TARDIF, 2014); saberes

do professor considerando uma compreensão da natureza epistemológica (PORLAN ARIZA; RIVERO GARCÍA; MARTÍN DEL POZO, 1997); saberes docentes a partir da constituição da identidade docente (PIMENTA 2012); o que professor precisa saber e saber-fazer, numa perspectiva construtivista (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011) e também uma tipologia para os saberes docentes, voltada para docência universitária (CUNHA, 2006, 2010).

Ferraz (2021) discute, em uma revisão da literatura, os saberes que são trabalhados por esses autores e aqui vamos trazer, a partir dessa interpretação, os três principais, considerando ser comuns a maioria das abordagens, embora guardando suas especificidades: os saberes específicos, os saberes pedagógicos e os saberes da experiência. Os saberes específicos são aqueles conhecimentos construídos pelo professor ao longo de sua formação acadêmico-profissional⁶, ou seja, estão relacionados com o domínio de determinado conhecimento, uma vez que são os saberes disciplinares dos diferentes campos do conhecimento, ou ainda saberes específicos lecionados nas universidades, muitas vezes de forma independente de outros saberes, como nos institutos e faculdades das diferentes áreas e nas faculdades de educação no caso da formação do licenciado. Os saberes pedagógicos, por sua vez, estão diretamente relacionados às questões de ensino, onde são lecionados os conhecimentos a respeito da aprendizagem, da avaliação, da relação entre professor e aluno, da motivação, aspectos afetivos, sociais e econômicos, os quais atravessam diretamente a prática docente do professor. Por último, os saberes da experiência que são compreendidos como as habilidades e competências, o saber-ser e o saber-fazer que o professor vai construindo e desenvolvendo ao longo de sua vida, seja enquanto estudantes e também durante sua atuação profissional. Ferraz (2021) ainda destaca que em todas as tipologias analisadas esses saberes assumem destaque.

Também gostaríamos de destacar os saberes da experiência, tendo em vista o contexto da docência universitária, que como tratado no início desta seção, ainda apresenta fragilidades na proposta formativa. De certa forma, a prática docente no Ensino Superior, se ancora principalmente nos saberes específicos e nos saberes da experiência, apontando assim para uma lacuna quanto aos saberes pedagógicos.

Os saberes experienciais precisam ser olhados com muito cuidado, pois uma vez que sua construção ocorre tacitamente, precisam ser problematizados dinamicamente e permanentemente. Além disso, esses saberes podem assumir alguns desdobramentos para a profissão docente, como influenciar o interesse pela docência a partir da vivência com os

⁶ Adotamos o emprego da terminologia Formação Acadêmico-Profissional para designar a formação dos profissionais em cursos de graduação. Pois concordamos com Diniz-Pereira (2008) sobre a utilização acrítica do termo Formação Inicial, uma vez que a formação do professor se inicia antes do curso universitário, se estende pela graduação e durante o exercício profissional.

professores ao longo da trajetória escolar por meio da internalização de certas características desses professores (SILVA JÚNIOR; LOPES, 2014). Isso pode ser positivo ou não. Essa internalização ainda pode ocasionar, quando não problematizada de forma crítica, a reprodução pelo futuro professor do ensino vivenciado durante sua formação, ao considerar os diferentes momentos de formação, seja na Educação Básica, no Ensino Superior, na Pós-Graduação (FERRAZ, 2021). Portanto, nesse cenário de reflexão sobre os saberes docentes, Masetto (2003) traz sua visão geral, com a qual concordamos.

Só recentemente os professores universitários começaram a se conscientizar de que seu papel de docente do ensino superior, como o exercício de qualquer profissão, exige capacitação própria e específica que não se restringe a ter um diploma de bacharel, ou mesmo de mestre ou doutor, ou ainda apenas o exercício de uma profissão. Exige isso tudo, e competência pedagógica, pois ele é um educador. (MASETTO, 2003, p.13).

Embora a fala de Masetto (2003) esteja datada de quase duas décadas atrás, o cenário apresentado continua muito atual no campo de estudos que buscam compreender a formação docente direcionado ao ato de ensinar no Ensino Superior. Discutir sobre a formação do professor do Ensino Superior torna-se um caminho essencial para compreendermos as especificidades e as fragilidades do contexto de atuação desse profissional, em especial, na e sobre a sua prática pedagógica (CUNHA; DINIZ-PEREIRA, 2017).

Concordamos ainda que na formação acadêmico-profissional, enquanto licenciatura ou bacharelado, os saberes construídos durante a formação serão importantes para a prática docente no Ensino Superior. Esses saberes assumirão maior relevância quando forem problematizados a partir de uma fundamentação teórica que ofereça condições e estimule a docente a realizar uma reflexão crítica.

Ao considerarmos que a busca por processos formativos no Ensino Superior ocorre por meio da qualificação *stricto sensu*, é importante também “compreender que a prática educativa implica uma prática social, acadêmica e pedagógica” (BOLZAN; ISAIA, 2010, p. 22). Nesse contexto, as autoras defendem a necessidade de uma pedagogia específica para o Ensino Superior, “que inclua a reflexão sobre a prática como um núcleo fundamental, no qual indagar-se sobre as ações tomadas e suas relações com as teorias e os problemas emergentes da prática possibilitam o avanço e a formulação de novos conhecimentos” (BOLZAN; ISAIA, 2010, p. 22). Cunha e Diniz-Pereira (2017) destacam ainda o aspecto coletivo e reflexivo da prática docente no Ensino Superior.

Dessa maneira, é importante enfatizar que a formação docente para o ensino superior deve realizar-se tanto coletivamente – no qual os professores compartilham ideias, conhecimentos e saberes no exercício da docência – quanto individualmente, nos momentos de analisar a sua própria prática

pedagógica, avaliar e planejar suas aulas, buscar estratégias de ensino e modos de tornar ensinável os conteúdos aos seus alunos. A aprendizagem da docência, inclusive na educação superior, se constitui em um movimento de construção e reconstrução de ser docente (CUNHA; DINIZ-PEREIRA, 2017, p.31).

No presente trabalho, caminhamos nessa direção, na busca por estimular uma reflexão junto a docente participante da pesquisa a partir do acompanhamento da sua prática, no âmbito da práxis da disciplina de QOI.

1.6 OBJETIVOS

Pretendemos na presente Tese empreender uma análise semiótica, tendo como referência a Teoria Geral dos Signos de Charles Peirce para estudar os diferentes modos de produção de sentido em atividades que envolvam formas de representar os entes químicos, por meio dos recursos em uso por uma professora do Ensino Superior de Química Orgânica, como meios para colaborar na construção de conceitos, ao serem usadas: ferramentas materiais (modelos de bolas e varetas), representações gráficas, e produção audiovisual.

Objetivos específicos

- Estudar as semioses presentes na sala de aula de Química Orgânica, em situações que envolvem a representação da estrutura química, analisá-las em termos do uso de signos na perspectiva peirceana, situadas na interação entre estudantes e professora.
- Estudar os processos de representação da estrutura química, fórmulas estruturais e projeções estereoquímicas, como hipoícones do tipo diagrama, no contexto das suas formas de uso no âmbito da pesquisa.
- Compreender as semioses contidas nas produções audiovisuais criadas pelos estudantes no âmbito da pesquisa.
- Compreender como a construção identitária da professora de Química Orgânica, decorrentes de formação acadêmico-profissional e prática docente, determinam aspectos da semiose.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: SEMIÓTICA DE PEIRCE

A semiótica, como Teoria Geral dos Signos, é um campo do conhecimento que estuda todos os tipos de signos. No presente capítulo, vamos aprofundar a compreensão sobre os processos de significação desenvolvidos por Charles Sanders Peirce (1839-1914). O que Peirce oferece é uma teoria composta, que parte da análise do signo para uma investigação da configuração da realidade, da verdade e do conhecimento, criando condições para compreensão da realidade, ou ainda de eventos futuros indefinidos, e que coincide com o fluxo infinito de interpretações e com os efeitos lógicos produzidos por eles (LEO, 2014).

Charles Sanders Peirce (1839-1914), reconhecido como o mais importante fundador da semiótica moderna (NOTH, 1998), nasceu em Cambridge, no estado de Massachusetts, Estados Unidos da América. Cresceu em um ambiente intelectual, que contava com a presença de acadêmicos renomados, artistas, cientistas e matemáticos. Desde a infância se inclinou para as ciências e produziu uma pequena História da Química aos seis anos (GOIS, GIORDAN, 2007).

Peirce bacharelou-se em Física, Matemática e Química, contudo ele tinha grandes aspirações pela filosofia, de tal modo que desde muito cedo buscou uma aproximação do pensamento filosófico por meio das ciências, campo com poucos representantes na época (SANTAELLA, 1983). A conexão que ele estabeleceu entre a lógica e a filosofia influenciou a construção da sua teoria, bem como dificultou seu reconhecimento, seja como lógico ou como filósofo, na fase de elaboração da sua produção.

Passaremos nas próximas seções a entender como Peirce arquitetou seu universo sógnico a partir de rigorosas classificações.

2.1 TRÊS CATEGORIAS UNIVERSAIS

A fenomenologia de Peirce considera diferentes formas de perceber o mundo a nossa volta, em termos de categorias de análise, ou ainda sobre “como as coisas aparecem na consciência⁷” (SANTAELLA, 1983, p.7). A criação dessa teoria se deu por meio de trabalho intenso, passou pela difícil aceitação dos pares e do próprio autor devido a ousadia do

⁷ É importante destacar qual a visão de consciência adotada por Peirce. Para o autor, consciência não se confunde com razão. A razão é uma das componentes da consciência. Ele adota uma noção mais ampla, dinâmica, em “que a consciência pode conter diversas personalidades e é tão complexa quanto o cérebro ele mesmo, e que as faculdades, embora não absolutamente fixáveis e definíveis, são tão reais quanto o são as diferentes circunvoluções do cérebro” (SANTAELLA, 1983, p.9).

trabalho, que se propunha a descrever todo e qualquer fenômeno fazendo uso de apenas três categorias (NOTH, 1998).

No artigo intitulado *On a New List of Categories* (PEIRCE, 1968), aos seus 28 anos, Peirce apresentou pela primeira vez as categorias, considerado pelo autor como um de seus trabalhos mais laboriosos, e por muitos como uma de suas principais contribuições na história da filosofia (FARIAS; QUEIROZ, 2017). Tais categorias focalizam o conceito de fenômeno, entendido como “tudo aquilo que aparece à percepção e à mente” (SANTAELLA, 2002, p.7). Ou seja, qualquer coisa, como um cheiro, uma emoção, ou ainda coisas mais complexas como um conceito, uma equação diferencial, por fim tudo que aparece à mente.

Após sucessivas revisões com vistas a alcançar a generalidade, Peirce, em 1868, chega em definitivo em suas três categorias: Primeiridade, Secundidade e Terceiridade (FARIAS; QUEIROZ, 2017). De modo a estruturar a própria organização do pensamento por meio dos signos, a primeira categoria, Primeiridade, como o próprio nome já revela, aborda algo inicial. A Primeiridade trata de 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” (PEIRCE apud NOTH, 1998, p. 63).

A Secundidade inicia quando um fenômeno primeiro é relacionado a um segundo qualquer (NOTH, 1998), estando sujeita a ação e reação, a uma dependência, ainda no nível da binariedade. Por último, seguindo a mesma lógica, a Terceiridade “aproxima primeiro e 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, a Terceiridade é carregada de generalidade, crescimento, elaboração cognitiva, inteligência, ela completa a tríade da organização do pensamento. As três categorias analisam os três modos pelos quais fenômenos aparecem à consciência. Santaella (2001) reitera que a teoria dos signos, ou semiótica, está inteiramente fundamentada nas três categorias, e além disso, compreende aspectos sutis, bem como definições e classificações de signos, necessariamente, pelo conhecimento da fenomenologia.

A fenomenologia fornece fundamentos para três ciências ditas normativas: estética, ética e lógica, as quais servem como base para a metafísica. De modo geral, a estética estuda quais ideias orientam nossos sentimentos, a ética estuda as ideias que orientam nossa conduta e a lógica ou Semiótica, por fim, estuda as ideias e normas que orientam nosso pensamento. Sobre a lógica:

A lógica é a ciência das leis necessárias do pensamento e das condições para se atingir a verdade. Muito cedo, Peirce deu-se conta de que não há pensamento que possa se desenvolver apenas através de símbolos. Nem mesmo o raciocínio puramente matemático pode dispensar outras espécies de signos. Vem dessa descoberta a extensão da concepção peirceana da lógica para uma semiótica geral. Por isso, a lógica, também chamada de semiótica, trata não apenas das leis do pensamento e das condições da verdade, mas, para tratar das leis do pensamento e da sua evolução, deve debruçar-se, antes, sobre as condições gerais dos signos. Deve estudar, inclusive, como pode se dar a transmissão de significado de uma mente para outra e de um estado mental para outro. (SANTAELLA, 2002, p.3).

Para cumprir sua atividade, a lógica ou Semiótica abrange outros três ramos. A Gramática Especulativa ou Teoria Geral dos Signos, se dedica ao estudo de todos os tipos de signos e modos de pensamento que eles possibilitam. A Lógica Crítica se debruça sobre inferências, argumentos e raciocínios derivados dos signos. A Metodêutica estuda os métodos, tipos de raciocínio, o modo de condução e comunicação da pesquisa científica. Nosso estudo se concentra no primeiro ramo da Semiótica, a Teoria Geral dos Signos, que está na base das outras duas, uma vez que lida com conceitos gerais, mas habilitados para permitir descrever, analisar e avaliar todo e qualquer processo sgnico. Portanto, vamos adentrar na estrutura e pressupostos da Teoria Geral dos Signos.

2.2 TEORIA GERAL DOS SIGNOS

A nomenclatura utilizada na Teoria Geral dos Signos é um aspecto a ser destacado de início, pois novas teorias empreendem novos termos ou propõem a ressignificação de termos pré-existentes. Peirce fez uso desses dois aspectos.

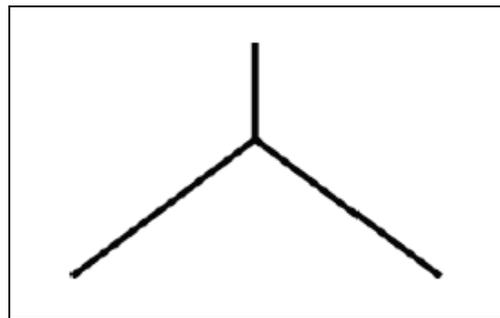
Termos centrais na fenomenologia peirceana, e que estão relacionados com as categorias tratadas são: Signo, Objeto e Interpretante. O Signo é o primeiro, o Objeto o segundo e o Interpretante o terceiro. Signo para Peirce é algo que está no lugar de outra coisa, seu objeto. Assim, para funcionar como signo é necessário possuir a habilidade de representar, substituir 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 uma quantidade de água, a representação da estrutura química da água, um modelo de interações intermoleculares da água, todos são signos do objeto 'água'. Cada um, em algum modo, representa a água, bem como enfatiza aspectos daquele objeto, contudo nenhum é suficiente para 'ser' o objeto. Nas palavras de Peirce.

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).

A relação entre signo, objeto e interpretante pode nos conduzir a tentativa de enquadrar numa representação triangular essa relação triádica, o que encontramos facilmente nos estudos peirceanos, onde cada vértice assume um dos componentes da tríade. Contudo, segundo a autora Leo (2014), Peirce, de fato, nunca empregou essa representação, tendo sido desenvolvida por Ogden e Richards (1923), entre os primeiros a disseminar sua filosofia. O motivo pelo qual Peirce nunca a fez deve-se o sentido de fechamento e a rigidez que o triângulo manifesta, o que por sua vez não condiz com a noção de signo desenvolvida por Peirce. Queiroz (2004) destaca que a figura *tripod* (Figura 7) é a que melhor se aproxima para representar a relação triádica.

Figura 7 - Figura *tripod* para representar a tríade de Peirce



Fonte: Queiroz (2004, p. 53).

A ideia central da noção de signo está no caráter triádico. O signo (1), representa seu objeto (2) e está condicionado a um terceiro, um interpretante (3). O signo só é signo de um objeto para um interpretante. O signo representa o objeto e produz no interpretante, alguma outra coisa, outro signo, um significado do signo, por um processo relacional (SANTAELLA, 1983). A capacidade de crescimento do signo retira qualquer possibilidade de pensarmos por meio do triângulo, visto que a ação do signo é, necessariamente, a ação de ser interpretado em um outro signo, sua semiose, que é também o processo de significação, ou seja, se completa quando leva a outro signo, interpretante. Ainda sobre o signo, destaca-se que:

A intenção de Peirce é entender o que um signo faz, que relações ele produz em sua função ontológica básica, que é a de se referir a alguma outra coisa, de estar para algo que ele não é, de ser a presença de uma ausência constitutiva a que chamamos de realidade. Por este motivo, ele prefere falar de relação *sígnica*, ou *mediação sígnica*, uma relação cujo ato de conectar também assume os polos da própria relação. Estes continuamente referem-se

uns aos outros sem qualquer possibilidade de se estabelecer um começo ou um fim ao processo da semiose. (LEO, 2014, p.15).

A partir dos aspectos apresentados anteriormente, sobre a construção da ideia de signo, devemos ainda destacar que, embora Peirce tenha usado a termo 'signo' para se referir a um dos correlatos da tríade [signo; objeto; interpretante], a ideia genuína de Signo reúne o signo, o objeto e o interpretante, visto que não há funcionamento do Signo sem Objeto e sem seu Interpretante (QUEIROZ, 2004). Os termos indicam o posicionamento lógico ocupado por cada um dos correlatos na semiose, o signo assume-se como primeiro, o objeto é um segundo e o interpretante um terceiro. Peirce consolida as correlações entre as categorias, adicionalmente discute a indissolubilidade da tríade, bem como o processo de crescimento do signo genuíno, assim:

Um Signo, ou *Representâmen*, é um Primeiro que se coloca numa relação triádica genuína tal com um Segundo, denominado seu Objeto, que é capaz de determinar um Terceiro, denominado seu Interpretante, que assume a mesma relação triádica com seu Objeto na qual ele próprio está em relação com o mesmo Objeto. A relação triádica é genuína, isto é, seus três membros estão por ela ligados de um modo tal que não consiste em nenhum complexo de relações diádicas. Essa é a razão pela qual o Interpretante, ou Terceiro, não se pode colocar numa mera relação diádica com o Objeto, mas sim deve colocar-se numa relação com ele do mesmo tipo da assumida pelo *Representâmen*. Tampouco pode a relação triádica na qual o Terceiro se coloca ser meramente similar àquela na qual se coloca o Primeiro, pois isto faria da relação do Terceiro com o Primeiro mera Secundidade degenerada. O Terceiro deve realmente colocar-se numa relação dessa espécie e, assim, deve ser capaz de determinar um Terceiro que lhe seja próprio; mas além disso, deve ter uma segunda relação triádica na qual o *Representâmen*, ou melhor, a relação deste para com seu Objeto, será seu próprio (do Terceiro) Objeto, e deve ser capaz de determinar um Terceiro para essa relação. Tudo isso deve igualmente ser verdadeiro em relação ao Terceiro do Terceiro e assim por diante indefinidamente; e tudo isto, e mais ainda, está envolvido na ideia familiar de Signo: e como o termo *Representâmen* é aqui usado, nada mais está implicado. (PEIRCE, 1977, p.63).

Peirce deixa explícito a complexa estrutura triádica que se manifesta na relação íntima e inseparável dos correlatos (signo, objeto e interpretante), sobretudo também na relação com as categorias Primeiridade, Secundidade e Terceiridade. Outro ponto que precisamos chamar atenção desse trecho é a respeito das palavras signo e *representâmem*. O termo *representâmem* foi utilizado por Peirce, inicialmente, como sinônimo do signo enquanto primeiro correlato. Mais tarde o próprio autor decidiu abandonar o termo e ficar somente com Signo (FARIAS, QUEIROZ, 2017).

Para firmar a compreensão da relação triádica, à medida em que ela vai se revelando consistente e complexa, vamos aprofundar no papel de cada correlato, onde as palavras representação e determinação assumem posições bastante específicas.

O signo funciona como mediador entre o objeto e o efeito que ele está apto a produzir em uma mente, porque o signo, de alguma maneira, representa o objeto. Mas o signo só pode representar o objeto porque o objeto determina o signo. Essa determinação do signo pelo objeto nos leva a pensar que o objeto tem primazia ontológica sobre o signo. Entretanto, na relação triádica, o objeto é um segundo enquanto o signo é um primeiro. Se há, de fato, primazia ontológica do objeto sobre o signo, esta não pode ser confundida com primazia lógica. Embora o signo seja determinado pelo objeto, este último só é acessível pela mediação do signo. Vem daí uma das razões, a mais fundamental, pelas quais não podemos dispensar a representação. O objeto é algo distinto do signo e isso explica porque o signo não pode substituir inteiramente o objeto, pode apenas estar no lugar do objeto, representá-lo e indicá-lo para a ideia ou interpretante que o signo produz ou modifica. Isso significa que a ação do signo só pode se completar quando o signo determinar um interpretante, isto é, quando o signo for interpretado. O interpretante será, por sua vez, determinado pelo mesmo objeto que determina o signo. É por isso que Peirce afirmou que a ação do objeto sobre o interpretante é “determinação mediada” e que o interpretante, ele mesmo, uma “representação mediada” do objeto [...]. (SANTAELLA, 2001, p. 191).

A partir disso, podemos destacar que a mediação é uma função geral do signo, enquanto a representação assume um dos vetores entre signo e objeto que a mediação engloba. A determinação evidencia aspectos da natureza ontológica do objeto em relação ao signo e do signo em relação ao interpretante.

Ainda no contexto dos correlatos, vale reiterar que o signo não representa o objeto em todos os seus aspectos. O signo possui como característica uma natureza de incompletude acerca do seu objeto (PEIRCE, 1987 apud NOTH, 2018). Portanto, realiza-se como estratégia empregar múltiplos signos para representar um objeto, uma vez que cada signo vai tornar acessível certos aspectos do objeto a depender da natureza do próprio signo. Devido a essa característica do objeto, Peirce dividiu seu conceito em dois: Objeto Imediato e Objeto Dinâmico.

O Objeto Imediato é "o objeto tal como o próprio signo o representa e cujo ser depende assim de sua representação no signo" (PEIRCE, 1997, p. 177). O Objeto Imediato é interno ao próprio signo na relação triádica. Ele é também aquilo que o objeto dinâmico permite que seja conhecido.

O Objeto Dinâmico é “a realidade que, de alguma forma, realiza a atribuição do signo à sua representação” (PEIRCE, 1997, p. 177), é aquilo que de fato o signo substitui (SANTAELLA, 1983), porém não deve ser confundido com objeto real, termo cunhado por

Peirce inicialmente. O objeto dinâmico está fora do signo, ou seja, é menos apreendido em relação ao objeto imediato. Nesse sentido, "o objeto imediato do signo, que é o modo como o objeto dinâmico se apresenta, está indicado ou está representado no próprio signo. Sem isso, aliás, o signo não poderia estar, de algum modo, relacionado ao objeto dinâmico." (SANTAELLA, 2001, p. 41). A seguir um exemplo da relação signo e seu objeto imediato e objeto dinâmico.

Um espelho é um objeto capaz de refletir tudo aquilo que se coloca à sua frente. Diante de um espelho, qualquer coisa é imediatamente duplicada. No momento em que essa duplicação é interpretada como tal, o espelho deixa de ser apenas um objeto ou um signo potencial para ser efetivamente um signo. Aí aparece cristalinamente a primeira característica do signo que é a de funcionar como uma espécie de duplo em relação ao seu objeto dinâmico. A imagem especular é um duplo daquilo que está nela refletido. A imagem refletida é o signo. Aquilo que ela reflete é o objeto dinâmico. Ora, esse objeto dinâmico tem sempre muito mais caracteres do que aqueles que aparecem na imagem especular. A imagem o reflete de um certo modo, com certos limites, num determinado enquadramento. Só pode fazer do objeto refletido uma captura frontal, perdendo a parte lateral ou traseira ou vice e versa. O modo como o objeto dinâmico aparece naquele reflexo específico se constitui no objeto imediato daquele signo. Isso quer dizer que o objeto imediato tem algum nível de coincidência com o objeto dinâmico. Ele é uma emanção do objeto dinâmico, um certo modo de torná-lo mediatamente presente. (SANTAELLA, 2001, p.42).

Portanto, essa construção acerca do objeto imediato e do objeto dinâmico aponta para o uso de diferentes signos para tornar acessível o objeto dinâmico por meio do objeto imediato, possibilitando assim o olhar por diferentes enquadramentos, em referência a ideia do espelho. Peirce ainda afirma que "o objeto de um signo pode ser algo a ser criado pelo signo" (PEIRCE, 1977, p.161). Neste caso, em referência ao objeto dinâmico, constata-se que este pode ser real ou pode ser fictício. Por outro lado, podemos pegar como referência um objeto concreto e acessível como uma pedra, ainda assim o objeto imediato se coloca entre o objeto dinâmico e o signo, permitindo-o a conhecer apenas parcialmente (MACHADO, 2015). Isso recai novamente na noção de mediação, ou seja, o alcance a certos aspectos do objeto dinâmico ocorre sempre por um processo mediado (SANTAELLA, 2000). A inacessibilidade do objeto dinâmico não torna inviável a maneira prática como lidamos com signos. Podemos estudar, por exemplo, o conceito de átomo e várias seriam as possibilidades de descrever a relação signo, objeto imediato e objeto dinâmico, ao considerarmos na história suas diferentes formas de representação.

Além da divisão para o objeto, o interpretante também apresenta divisões, porém em três: interpretante imediato, interpretante dinâmico e interpretante final. Segundo Peirce

(1977), o primeiro, interpretante imediato, é o interpretante revelado tal como é o signo. Assim, essa impressão não depende somente de uma mente interpretadora. Relaciona-se também com a capacidade de produção de sentido do próprio signo. O interpretante dinâmico é “aquilo que o signo efetivamente produz na sua mente, na minha, em cada mente singular” (SANTAELLA, 1983, p.13), é um interpretante do signo que de fato ocorre. O interpretante final precisa ser analisado com mais detalhe. Sua compreensão não implica uma finalização como o nome evoca, mas numa aproximação com o ideal para onde os interpretantes dinâmicos tendem (SANTAELLA, 2000). Assim, o interpretante final aponta para uma capacidade máxima de produzir interpretantes de determinado signo.

De posse das subdivisões na noção *sígnica* podemos afirmar que “a semiose é um processo ininterrupto, que regride infinitamente em direção ao objeto dinâmico e progride infinitamente em direção ao interpretante final” (PEIRCE apud SANTAELLA, 2002, p. 42). Outro aspecto central na obra peirceana são suas tricotomias. Estas se referem a classificações e relações entre os elementos da tríade e as categorias da Fenomenologia.

2.2.1 Três Tricotomias de Peirce

Ao longo da seção anterior tratamos das categorias essenciais da fenomenologia: Primeiridade, Secundidade e Terceiridade. Adicionalmente, apresentamos os elementos essenciais da formulação triádica: signo, objeto, interpretante. A semiótica de Peirce situa-se em um sistema filosófico baseado em categorias, sistema selecionado para classificação dos signos. Dentro dessa estrutura de classificações dos signos, “uma *tricotomia* é um aspecto a partir do qual um signo pode ser descrito e analisado [...] as *tricotomias* são perguntas que podemos fazer sobre a semiose” (FARIAS; QUEIROZ, 2014, p.38). Os autores reiteram que cada pergunta pode produzir três tipos de respostas, a partir das categorias Primeiridade, Secundidade e Terceiridade. Portanto, apresentamos no Quadro 2 uma divisão dos signos a partir das três tricotomias⁸, as quais podem ser traduzidas nos seguintes grupos de perguntas e respostas.

⁸ Segundo Farias e Queiroz (2014), a partir da Syllabus uma classe resulta do cruzamento de tricotomias e as classificações tornam-se sistemas de relações cruzadas. Portanto, Peirce ampliou o trabalho com tricotomias e classes. Em suma, “três tricotomias (dez classes) (EP 2: 289), seis tricotomias (vinte e oito classes) (EP 2: 478-481), dez tricotomias (sessenta e seis classes) (EP 2: 483-490).” (FARIAS, QUEIROZ, 2014, p.39). Segundo Santaella (2001) as 66 classes são capazes de produzir grandes esclarecimentos sobre importantes detalhes quando se pretende a leitura de processos concretos de signos.

Quadro 2 - As nove modalidades que resultam das três tricotomias

	1ª tricotomia	2ª tricotomia	3ª tricotomia
	O que é o signo, em si mesmo?	Como o signo se relaciona com seu objeto?	Como o signo se apresenta para seu interpretante?
1 Resposta monádica	Quali-signo Em si mesmo, o signo é da natureza das aparências.	Ícone Refere-se ao objeto em virtude de suas próprias características.	Rema Para seu interpretante, é um signo de possibilidade.
2 Resposta diádica	Sin-signo Em si mesmo, o signo é da natureza de um objeto ou	Índice Refere-se ao objeto em virtude de alguma relação existencial.	Dicente Para seu interpretante é um signo de existência atualizada.
3 Resposta triádica	Legi-signo Em si mesmo, o signo é da natureza de um tipo geral.	Símbolo Refere-se ao objeto em virtude de algum tipo de convenção.	Argumento Para seu interpretante, é um signo de lei.

Fonte: Farias, Queiroz (2014, p. 41).

A partir desse quadro panorâmico vamos aprofundar nas tricotomias, (i) do signo e da tricotomia em relação a si mesmo – quali-signo, sin-signo, legi-signo; (ii) do objeto e da tricotomia entre signo e objeto – ícone, índice e símbolo; (iii) do interpretante e da relação signo e interpretante – rema, dicente, argumento.

2.2.1.1 Fundamento do signo: Quali-signo, Sin-signo e Legi-signo

Na primeira tricotomia, da análise do signo em si mesmo, o signo se apresenta em primeiro como quali-signo. Os esforços, nesse primeiro momento, se concentram em desconsiderar, dentro do possível, tanto a relação com o objeto e deste com o interpretante. O que é colocado à disposição é o alcance da Primeiridade, ou seja, espaço de possibilidade, qualidade, sentimento. Nesse sentido, a condição para manter-se na Primeiridade é se despir de ideias pré-concebidas e se permitir contemplar aquilo que o signo por si só evoca (MACHADO, 2015). Por outro lado, reconhecemos a dificuldade de se distanciar de ideias, conceitos, conhecimentos acerca de determinados signos quando o observador se encontra mergulhado em certos campos, como na nossa área da Química, o que de certo modo pode

direcionar caminhos de análise preferenciais, o que não seria identificável para um observador desprovido de vivência com o signo naquele contexto.

No segundo passo, adentramos no nível da Secundidade do signo. O fenômeno apresenta uma existência singular, real, é um signo em si mesmo denominado sin-signo. A função signo sin-signo é ser capaz de indicar o universo do qual ele faz parte, pois o mesmo aponta para uma conexão com algo do qual ele faz parte (SANTAELLA, 1983).

A Terceiridade é o último aspecto a ser estudado do signo em si mesmo, remetendo-se ao legi-signo. Este aponta para uma generalização, regularidade, lei. Peirce (1977) compreende os legi-signos como Réplicas, ele explana o sentido de Réplica nesse contexto, assim como exemplifica:

Todo legissigno significa através de um caso de sua aplicação, que pode ser denominada *Réplica*. Assim, a palavra “o” normalmente aparecerá de quinze a vinte e cinco vezes numa página. Em todas essas ocorrências é uma e a mesma palavra, o mesmo legissigno. Cada uma de suas ocorrências singulares é uma Réplica. A Réplica é um Sinsigno. Assim, todo Legissigno requer Sinsignos. Mas estes não são Sinsignos comuns, como são ocorrências peculiares que são encaradas como significantes. Tampouco a Réplica seria significativa se não fosse pela lei que a transforma em significativa. (PEIRCE, 1977 p.52).

Assim, ao final dessa apresentação do fundamento do signo em si mesmo, conjugado com os níveis da tricotomia, o que se propõe é uma ampliação e, por outro lado, uma sistematização dos aspectos que conferem ao signo poder de significação, sejam eles: (i) do signo como uma qualidade, assim, um quali-signo; (ii) o signo como existência singular, um sin-signo; ou ainda (iii) o signo como algo regido por princípios, leis, um legi-signo.

2.2.1.2 Objeto do Signo: Ícone, Índice e Símbolo

A segunda tricotomia diz sobre a relação do signo com objeto. Essa análise se divide em duas fases. A primeira fase se refere ao objeto imediato, como discutido anteriormente, interno ao próprio signo. A partir do objeto imediato é possível avançar para a segunda fase e aprofundar como o signo se refere ao objeto dinâmico, por meio da tricotomia mais conhecida de Peirce: ícone, índice ou símbolo (FARIA, QUEIROZ, 2014).

A tricotomia ícone, índice e símbolo relaciona-se com Primeiridade, Secundidade e Terceiridade. Porém, agora na relação 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 primeira relação, “um ícone é um signo que se refere ao objeto que denota apenas em virtude de seus

caracteres próprios, [...]” (PEIRCE, 1977, p.52), ou seja, "o ícone só pode sugerir ou evocar algo porque a qualidade que ele exhibe se assemelha a uma outra qualidade” (SANTAELLA, 2002, p.17). Os ícones, por sua vez, são classificados em imagem, diagrama e metáfora. A imagem, representa por semelhança no nível da aparência; o diagrama representa por semelhança no nível das relações; e a metáfora representa por semelhança no nível do paralelismo (NOTH, 1977). Tendo em vista os interesses analíticos da nossa pesquisa, o diagrama, assim como a noção de semelhança na teoria peirceana, serão tratados com mais detalhes na seção 2.3.

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 (2017, p.52), “um índice é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto”. Exemplos de índices são as fotografias. Por exemplo, de uma montanha, a imagem tem o poder de indicar com exatidão aquela montanha em específico, em um determinado ângulo, lugar, tempo, conferindo aspectos singulares (SANTAELLA, 2002). 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 como índice do fogo.

Na terceira relação, o signo é um símbolo. As relações que prevalecem são associadas a leis, regularidades, “normalmente uma associação de ideias gerais que operam no sentido de fazer com que o símbolo seja interpretado como se referindo àquele objeto” (PEIRCE, 1977, p. 53). Santaella e Nöth (2005), destacam ainda o papel da mediação nesse processo:

A relação entre símbolo e seu objeto se dá através de uma mediação, normalmente uma associação de ideias que opera de modo a fazer com que o símbolo seja interpretado como se referindo àquele objeto. Essa associação de ideias é um hábito ou lei adquirida que fará com que o símbolo seja tomado como representativo de algo diferente dele. Para assim funcionar [...] ele é uma lei [...] uma regra que determinará que seja interpretado como se referindo a um dado objeto. (SANTAELLA; NÖTH, 2005, p. 63).

Assim, o ícone atua no nível da sugestão, lembrança, por meio de uma semelhança; o índice indica por meio de uma conexão real singular, existente; e o símbolo representa por meio de uma lei (SANTAELLA, 2002). Mais à frente, percebemos que a tríade peirceana só se completa na relação com o terceiro - o interpretante, que discutimos a seguir.

2.2.1.3 Interpretante do Signo: Rema, Dicente e Argumento

De maneira geral, o interpretante é o efeito interpretativo que o signo produz em alguém ou algo (NOTH, 1998). Como mencionado anteriormente, o interpretante se subdivide

em três classes, conforme uma ordem: o interpretante imediato, dinâmico e final. Quando se trata do interpretante imediato, é um interpretante interno ao próprio signo, isto é, potencialidades de interpretação que determinado signo possui.

O segundo interpretante, dinâmico, se refere ao efeito que de fato o signo produz no interpretante, o qual possui três níveis interpretativos relacionados com as categorias gerais de Primeiridade, Secundidade e Terceiridade, sendo eles interpretantes: (i) emocional: atrelado a emoções, sentimentos evocados a partir de signo; (ii) enérgico: quando o signo nos gera uma reação; e (iii) lógico: refere-se ao aprendizado em si, cognição (MACHADO, 2015).

Por fim, o último nível é acerca do interpretante final, “que se refere ao resultado interpretativo a que todo intérprete estaria destinado a chegar se os interpretantes dinâmicos do signo fossem levados até seu limite último” (SANTAELLA, 2002, p.26). Porém a mesma autora reitera que “o interpretante final é um limite pensável, mas não inteiramente atingível” (ibidem). Do mesmo modo, o interpretante final também se subdivide em três classes: rema, dicente e argumento.

Um Rema é um Signo que, para seu Interpretante, é um Signo de Possibilidade qualitativa, ou seja, é entendido como representando esta e aquela espécie de Objeto possível. Todo Rema propiciará, talvez, alguma informação, mas não é interpretado nesse sentido. Um Signo Dicente é um signo que, para seu Interpretante, é um Signo de existência real. Portanto, não pode ser um ícone o qual não dá base para interpretá-lo como sendo algo que se refere a uma existência real. [...]. Um Argumento é um Signo que, para seu Interpretante, é Signo de lei. (PEIRCE, 1977, p.53).

Podemos observar que o interpretante possui mais subdivisões, porém a terceira tricotomia como descrita no Quadro 1 se refere a divisão do interpretante final: rema, dicente e argumento, na qual o interpretante é o ápice do processo significativo do signo.

Ao longo dessa seção procuramos trazer um panorama da Teoria Geral dos Signos, sem a pretensão de esgotar o tema, mas com o intuito de estabelecer fundamentos que serão importantes para o futuro diálogo com nossos dados nos capítulos seguintes. Adicionalmente, vamos tratar ainda neste capítulo do ícone enquanto signo diagramático, uma vez que entendemos que essa concepção se apresenta como terreno consistente e frutífero para olharmos os signos nas situações de ensino que serão exploradas.

2.3 ÍCONE DIAGRAMÁTICO

O ícone pode ser considerado como parte de uma das mais importantes divisões propostas por Peirce, que relaciona o signo com seu objeto (LEO, 2014), sendo comumente caracterizado como o signo que se refere a seu objeto por semelhança. Mas o próprio Peirce

reconheceu a necessidade de tratar a noção de semelhança com mais profundidade, uma vez que o autor recebeu muitas críticas por talvez expressar uma certa ingenuidade da concepção (NOTH, 1998).

Antes de avançarmos propriamente na esfera da semelhança acerca do ícone, uma classificação de Peirce vai ao encontro dessa ampliação. Peirce faz uma primeira separação entre ícone puro e hipoícone. Sobre o primeiro considera “que participa apenas da categoria da Primeiridade, é só uma possibilidade hipotética da existência de um signo” (NOTH, 1998, p.80), sendo assim um signo incomunicável, não existente. O segundo, o hipoícone refere-se a um signo icônico que convencionalmente é representado (LEO, 2014), ou seja, “são ícones instanciados, participando de relações sîgnicas existentes, devido a algum tipo de semelhança que possuem com seus objetos” (FARIAS, 2002, p. 62). A classificação desenvolvida por Peirce para hipoícones, principalmente, ao introduzir a ideia do diagrama auxilia na ampliação conceitual do próprio ícone, sobretudo abre espaço para um entendimento nada trivial a respeito.

Os hipoícones, *grosso modo*, podem ser divididos de acordo com o modo de Primeiridade de que participem. Os que participam das qualidades simples, ou Primeira Primeiridade, são *imagens*; os que representam as relações, principalmente as diádicas, ou as que são assim consideradas, das partes de uma coisa através de relações análogas em suas próprias partes, são *diagramas*; os que representam o caráter representativo de um representâmen através da representação de um paralelismo com alguma outra coisa, são *metáforas*. (PEIRCE, 1977, p. 64).

Segundo Stjernfelt (2014) e Farias e Queiroz (2017), na obra *Syllabus* (1903) Peirce superou as fragilidades do ícone, no qual elucidou a existência da diferença entre ícone como Primeiridade, da natureza de uma possibilidade e diagramas como ícones atualizados, sobretudo ao introduzir a contribuição operacional deste segundo. Desse modo, “diagramas podem ser definidos como hipoícones cuja semelhança com seu objeto baseia-se em uma semelhança estrutural. Se ícones são relações de “semelhança”, um “diagrama” é um ícone instanciado das relações entre as partes de seu objeto” (FARIAS, QUEIROZ, 2017, p.55). Ou ainda, nas palavras do próprio Peirce (1977, p. 65), é [um ícone] todo diagrama, ainda que não haja semelhança sensível alguma entre ele e seu objeto, mas apenas uma analogia entre as relações das partes de cada um” (PEIRCE, 1977, p. 65).

A partir do ícone diagrama, cuja semelhança com seu objeto está numa relação estrutural, Peirce intensificou a discussão da similaridade do ícone, ao introduzir uma importante propriedade distintiva que, “[o ícone] através de sua observação direta, outras verdades relativas a seu objeto podem ser descobertas, além das que bastam para determinar

sua construção' (PEIRCE, 1977, p.65). Esta importante propriedade epistemológica acerca do diagrama consiste numa elaboração operacional do conceito de similaridade (STJERNFELT, 2014). O mesmo autor ainda acrescenta que o signo icônico não apenas apresenta qualidades do seu objeto, mas ele é também “o único signo que, por sua contemplação, se pode aprender mais do que se enganar, em sua construção” (STJERNFELT, 2014, p.47). Esse poder de produzir informação está justamente ancorado na possibilidade de manipulá-lo, pois Peirce ainda acrescenta que “através de duas fotografias pode-se desenhar um mapa” (PEIRCE, 1977, p.65).

Diante de tais ponderações, precisamos acrescentar que para funcionarem como tal, os diagramas lançam mão de símbolos e por vezes de índices, ou seja, “o diagrama é um ícone, mas é um ícone especial, uma vez que é governado por um símbolo e, em muitos casos, é duplamente governado pelas relações racionais usadas, e pelo fenômeno real a que se refere” (STJERNFELT, 2014, p.58). Em outros termos, para se constituir como um diagrama, um signo precisa do estabelecimento prévio de convenções acerca da sua construção e das regras de operação, uma manifestação tipicamente simbólica. O que também não exclui a possível incorporação de aspectos indiciais aos diagramas. Portanto, um diagrama incorpora índices e símbolos de maneira eficiente (NOTH, 2018).

Os mapas são bons exemplos de diagrama, como retrato de regras de fenômenos empíricos (STJERNFELT, 2014). O processo de construção de um mapa de regiões geográficas envolve a triangulação de conjuntos de pontos de medida selecionados na paisagem, os quais, por sua vez, incluem um conjunto de cores, números, símbolos, são auxiliados por uma legenda que traz as regras que serão usadas para se operar com aquele mapa, por meio, por exemplo, da escala. De fato, não existe nada experimental a acerca da operação diagramática com mapas. Mas, ainda assim, uma espécie de experimento pode ser realizada, ou seja, quais informações podemos extrair de um mapa além daquelas que estão postas. Traçar uma rota entre duas localidades, calcular a distância com o uso de régua e da escala, ou uma área, reconhecer formas paisagísticas, e assim por diante. Tais informações não estão explícitas no mapa, e sobretudo não foram necessárias para construção dele, mas ainda de forma bastante ordinária, dialoga com o pensamento diagramático em Peirce.

Neste capítulo abordamos a base da estrutura semiótica peirceana que serão acionadas no nosso processo analítico. Nesse sentido, compreendemos que a semiótica oferece um caminho a partir do seu arcabouço teórico consistente, e que nos possibilitará investigar as situações de ensino, ao levarmos em consideração quão importante são as representações no Ensino de Química. Portanto, as categorias essenciais, articuladas com a tríade signo, objeto e

interpretante, e com suas tricotomias, especialmente a dos signos icônicos, indiciais e simbólicos, além da compreensão diagramática, podem oferecer um modo de análise, investigação e compreensão refinada das representações químicas. Portanto, além da leitura dos diferentes signos a partir desse quadro, podemos ainda auscultar a relação entre tais signos, buscando entender o hibridismo semiótico existente entre os vários sistemas de signos inerentes à prática docente.

3 REVISÃO DA LITERATURA: A SEMIÓTICA PEIRCEANA NA ÁREA DO ENSINO DE QUÍMICA

A semiótica trata-se de um referencial teórico, metodológico e analítico que permite contemplar questões, no campo das linguagens, das mais diferentes naturezas, assim tem potencial para ser empregada em diferentes áreas de conhecimento (SILVA; SILVA, 2012). Contudo, por seu caráter generalista, ou seja, uma teoria aplicável a todo e qualquer fenômeno, seu emprego para uma análise robusta exige o diálogo com outras teorias mais específicas que envolvem os signos que estão sendo examinados (SANTAELLA, 2002). Assim, conforme estamos destacamos anteriormente, estamos interessados no diálogo entre a semiótica de Peirce e a área do Ensino de Química.

Dessa maneira, torna-se importante a realização de um levantamento teórico que considere os estudos da semiótica peirceana na área do Ensino de Química, buscando, principalmente, compreender como esse referencial teórico vem sendo articulada para tratar dos aspectos representacionais na Química e as possíveis contribuições para o entendimento dos processos que envolvem o ensino e a aprendizagem da Química.

Adicionalmente, concordamos com a autora Ferreira (2002) ao destacar que estudos com caráter de revisão da literatura, em determinado tema, são muito importantes, tendo em vista o alcance para traçar um panorama da produção científica da área, o qual permite contextualizar, situar, identificar tendências e apontar perspectivas futuras. Além disso, a autora delimita dois momentos para uma possível organização dos trabalhos de revisão. O primeiro consiste de um exercício de quantificação e de identificação de dados bibliográficos, o que aponta para um levantamento de dados concretos e bem localizados nas indicações bibliográficas. O segundo momento exige do pesquisador se questionar sobre os caminhos para inventariar essa produção, os quais atravessam aspectos mais amplos dos textos, como escolhas metodológicas e teóricas, relações ou não entre os trabalhos.

Nessa perspectiva, realizamos um levantamento de artigos em alguns dos principais periódicos nacionais na área do Ensino de Química. Buscamos examinar também alguns periódicos na área de Ensino de Ciências e Educação em Ciências, uma vez que trabalhos que versam sobre o Ensino de Química também são publicados nesses espaços. Localizamos e consultamos um total de 22 periódicos nacionais, com classificação Qualis A e B na área de Ensino, segundo o sistema de classificações de periódicos do quadriênio 2013-2016, disponibilizado pela plataforma Sucupira da CAPES, conforme está detalhado no Quadro 3. Tendo em vista a recente inserção da semiótica na área, bem como o método de busca

utilizado nos periódicos, não delimitamos um período de tempo para a presente investigação. Essa revisão foi atualizada até maio de 2021.

Optamos pela busca direta nos periódicos, uma vez que realizamos uma tentativa no portal periódicos CAPES com os descritores ‘Semiótica e Química’, e ‘Peirce e Química’ considerando a não correspondência exata e os artigos identificados nas revistas não foram encontrados. Outra tentativa ocorreu no Google Acadêmico, que embora contemple uma vasta produção, oferece poucas possibilidades de refinamento dos dados. Assim, a primeira opção seria a restrição de busca ao título usando os descritores ‘Semiótica e Química’, o que retornou a maioria dos trabalhos já identificados por periódico. A segunda opção seria procurar no texto, o que tornou a revisão inviável devido ao amplo volume de dados encontrados. As alterações nos descritores se fizeram necessária conforme o buscador em virtude do nosso interesse na combinação da semiótica de Peirce e a Química.

A prioridade na seleção de artigos se deve ao criterioso processo de avaliação por pares os quais são submetidas tais produções, além de tornar viável também a análise mais aprofundada do volume de dados levantados.

Após a seleção das revistas, acessamos suas bases por meio da internet e utilizamos no buscador o descritor Semiótica. Para revistas indexadas ao SciELO, a busca foi feita pelo periódico na própria página do SciELO. Desse modo, a partir da busca inicial os artigos que retornaram foram lidos quanto ao título, ao resumo e as palavras-chave e quando necessário acessamos o texto completo de modo a restringir trabalhos na linha da semiótica peirceana na área da Química.

Os artigos das referidas revistas foram arquivados para sua posterior leitura completa. O Quadro 3 descreve os nomes e a identificação por código (*Internacional Standard Serial Number - ISSN*) de todos os periódicos consultados, assim como o número de artigos que de algum modo empregaram o termo ‘semiótica’, coluna denominada de Artigos consultados (AC) e, por fim, o número de artigos que compõem nosso *corpus* de revisão. Ou seja, os que empregaram a semiótica peirceana na área do Ensino de Química, coluna denominada Artigos Selecionados (AS).

Quadro 3 - Periódicos consultados e selecionados na revisão da literatura

	ISSN	PERIÓDICOS	AC	AS
1	2527-0915	Educação em Química em Punto de Vista	2	2
2	0187-893X	Educacion Quimica	0	0
3	0100-4042	Química Nova	0	0
4	2175-2699	Química Nova na Escola	5	2

5	2447-6099	Revista Debates em Ensino de Química	1	1
6	1984-6835	Revista Virtual de Química	3	3
7	1676-1030	Ensino & Pesquisa	0	0
8	2237-4450	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	0	0
9	0104-3757	Ensino em Re-vista	1	0
10	1982-2413	Experiências em Ensino de Ciências	4	2
11	1518-8795	Investigações em Ensino de Ciências	15	3
12	1982-873X	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	20	0
13	2447-0783	Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar	1	1
14	2525-8923	Actio: Docência em Ciências	14	0
15	2317-5125	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática	3	0
16	1806-5821	Ciências & Cognição	11	0
17	1983-2117	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	10	1
18	1806-5104	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	7	0
19	1518-7039	Revista de Ciências da Educação	1	0
20	2238-2380	Revista de Educação, Ciências e Matemática	3	0
21	1980-850X	Ciência & Educação	14	2
		Total de artigos	115	17

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Portanto, acessamos um total de 21 periódicos, nos quais consultamos 115 artigos e selecionamos para essa revisão 17 artigos. Desse modo, refinamos os dados e apresentamos no Quadro 4 os nove periódicos nos quais foram selecionados os artigos para a revisão considerando somente os artigos que empregam a semiótica de Peirce e a área de Ensino Química.

Quadro 4 - Periódicos consultados na revisão da literatura

	PERIÓDICOS	AS
1	Educação em Química em Punto de Vista	2
2	Química Nova na Escola	2
3	Revista Debates em Ensino de Química	1
4	Revista Virtual de Química	3
5	Experiências em Ensino de Ciências	2
6	Investigações em Ensino de Ciências	3
7	Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar	1
8	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1

9	Ciência & Educação	2
Total de artigos		17

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dessa maneira, a próxima seção tratará dos aspectos gerais dos 17 artigos selecionados para essa revisão.

3.1 ASPECTOS GERAIS DOS ARTIGOS DA REVISÃO

No Quadro 5 encontram-se os títulos dos artigos, autores e fonte, organizados de modo cronológico. Podemos observar que o primeiro artigo na área de Ensino de Química versando sobre semiótica peirceana, a partir da presente revisão, foi publicado em 2007, na revista Química Nova na Escola (Qnesc) e trata da representação. Portanto, entendemos que essa publicação, a partir do nosso levantamento, marca a entrada da semiótica na área, no Brasil, o que endossou a nossa escolha de não restringir a revisão aos trabalhos da última década.

Após o artigo de 2007, os demais 16 trabalhos que compõem a revisão estão distribuídos ao longo dos anos, sendo que nos anos de 2008, 2009, 2010, 2013, 2014 e 2016 não houve publicações. Nos demais anos, como pode ser verificado no Quadro 5, o número de trabalhos por ano variou entre um e dois e somente no ano de 2015 três trabalhos foram publicados. Vale destacar que para o ano de 2021 a atualização contemplou até o mês de maio, o que abre espaço para outras publicações ainda no ano.

Quanto aos autores, é possível observar uma diversificação e também uma certa frequência, o que aponta para pelo menos dois caminhos. O primeiro, a respeito da diversificação, indica, possivelmente, para grupos de novos pesquisadores interessados na temática. O segundo caminho aponta para pesquisadores que certamente vêm estabelecendo linhas de pesquisa na temática, como os autores Edson José Wartha (UFS), Daisy de Brito Rezende (USP), Paulo Alves Porto (USP) e Waldmir Nascimento de Araujo Neto (UFRJ).

Quadro 5 - Artigos da revisão da literatura

	Título	Autores	Fonte
1	Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação	Jackson Gois; Marcelo Giordan	Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola, Cadernos temáticos, n.1, dez., 2007.
2	Os níveis de representação no Ensino de Química e as categorias da semiótica de Peirce	Edson José Wartha; Daisy de Brito Rezende	Investigações em Ensino de Ciências. v. 16, n. 2, 2011.

3	Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filosofia da Química	Waldmir Nascimento de Araujo Neto	Revista Virtual de Química. v.4, n. 6, nov., 2012.
4	A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana	Edson José Wartha; Daisy de Brito Rezende	Ciência e Educação, v. 21, n. 1, 2015.
5	Imagens de orbitais em Livros Didáticos de Química geral no século XX: uma análise semiótica	Evandro Fortes Rozentalski; Paulo Alves Porto	Investigações em Ensino de Ciências. v. 20, n.1, 2015.
6	Representações presentes nos Livros Didáticos: um estudo realizado para o conteúdo de ligação química a partir da semiótica peirceana	Karina Caixeta Scalco; Márcia Regina Cordeiro; Keila Bossolani Kiill	Química Nova na Escola, v. 37, n. 2, maio, 2015.
7	As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana	Edson José Wartha; Daisy de Brito Rezende.	Educação em Química em Ponto de Vista. v.1, n.1, 2017.
8	Aspectos cognitivos em aulas com modelagem Matemática na disciplina de cálculo diferencial e integral	Karina Alessandra Pessoa da Silva	Experiências em Ensino de Ciências. v. 12, n. 2, 2017.
9	Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana	Evandro Rozentalski; Paulo Alves Porto	Ciência e Educação, v. 24, n. 2, 2018.
10	Mediação semiótica na construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade	Taynara Vieira de Melo Silva; João Roberto Ratis Tenório da Silva	Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. v. 4, n. 12, nov.,2018.
11	A construção de significados do conceito de solubilidade consoante a mediação semiótica: uma análise a partir de uma intervenção didática	Jefferson David dos Santos; João Roberto Ratis Tenório da Silva	Experiências em Ensino de Ciências v. 14, n. 3, 2019.
12	A percepção da Matemática em Livros Didáticos de Química	Karina Alessandra Pessoa da Silva; Lourdes Maria Werle	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. v.21, 2019.

		de Almeida	
13	Estudo semiótico de imagens sobre Ligações Químicas em livros didáticos para o 1º ano do Ensino Médio	Camila de Cássia Badini Cancian; Rita de Cássia Antonia Nespoli Ramos	Educação em Química em Punto de Vista. v.3, n.1, 2019.
14	Uma análise semiótica peirceana no contexto de episódios de aula de Química Orgânica no Ensino Superior	Dirlene Lima Valadão; Waldmir Nascimento de Araujo Neto; José Guilherme da Silva Lopes	Revista Debates em Ensino de Química. 2020.
15	Um estudo Semiótico sobre o Conteúdo de Formas Exordiais de Representação do Espaço na Química Orgânica no Final do Século XIX	Dangelo, L.; Rezende, C. M.; Araujo Neto, W. N.	Revista Virtual de Química. v.12, n. 5, ago., 2020.
16	Integrando arte e ciência na formação de professores de Química: uma análise semiótica peirceana	Matheus de Castro e Silva; Penha Souza Silva	Investigações em Ensino de Ciências. v. 26, n.1, 2021.
17	Stop Motion e Semiótica na Criação Audiovisual: Elementos de uma Atividade com Estudantes no Ensino Médio	Allan Rangel Campos; Waldmir Nascimento de Araujo Neto	Revista Virtual de Química. v. 13, n. 3, nov., 2021.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O trabalho 14, “Uma análise semiótica peirceana no contexto de episódios de aula de Química Orgânica no Ensino Superior”, não será incluído na análise, uma vez que ele faz parte dos resultados desta Tese, os quais serão discutidos no capítulo 5. Sendo assim, trabalharemos com 16 artigos a partir daqui.

Após essa apresentação geral dos artigos, passamos para a etapa de leitura sistemática de cada um, com vistas a identificar como esses trabalhos, prioritariamente da área do Ensino de Química, vêm empregando a semiótica de Peirce como referencial teórico e os possíveis desdobramentos.

Procuramos identificar nas produções alguns aspectos, como: quais temas, ou ainda em quais contextos os trabalhos estão inseridos; quais foram os principais conceitos empregados na análise; quais os aspectos centrais da metodologia e possíveis potencialidades da semiótica na área de Ensino Química. Para tanto, produzimos uma espécie de resumo dos

trabalhos, procurando evidenciar tais aspectos. Esses resumos, em alguma medida, se diferenciam do resumo trazido nos textos, uma vez que buscamos explicitar pontos que tangenciam a semiótica. Além disso, não limitamos um tamanho, condição considerada pela maioria das revistas.

A partir destes resumos, organizamos um quadro de modo a traçar um panorama geral dos artigos, acerca dos temas centrais do estudo, bem como aspectos que tangenciam o referencial teórico peirceano. O Quadro 6 está organizado nas seguintes colunas: primeira coluna com o título do artigo; segunda coluna com a referência do artigo; terceira coluna com o tema e/ou natureza dos dados do artigo, quando procuramos destacar em qual contexto a pesquisa está inserida; quarta coluna com a natureza do artigo, mais precisamente se é de cunho teórico ou empírico; e por fim, a quinta coluna com os conceitos peirceanos empregados na análise, buscando assim delimitar em relação a teoria como um todo.

Quadro 6 - Descrição dos artigos da revisão da literatura

	Título	Autores/Ano	Tema/ Natureza dos dados	Natureza do artigo	Conceitos peirceanos empregados na análise
1	Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação	GOIS; GIORDAN, 2007	- Representação	Teórico	- Signo, objeto e interpretante - Ícone, índice e símbolo
2	Os níveis de representação no Ensino de Química e as categorias da semiótica de Peirce	WHARTA; REZENDE, 2011	- Representação	Teórico	- Primeiridade, Secundidade e Terceiridade - Ícone, índice e símbolo
3	Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filosofia da Química	ARAUJO NETO, 2012	- Representação Estrutural	Teórico	- Signo, objeto e interpretante
4	A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica peirceana	WHARTA; REZENDE, 2015	- Episódio de aula de Química orgânica no Ensino Superior - Avaliações e questionários	Empírico	- Primeiridade, Secundidade e Terceiridade
5	Imagens de orbitais em Livros Didáticos de Química geral no século XX: uma análise semiótica	ROZENTALSKI; PORTO, 2015	- Imagens de Livros Didáticos do Ensino Superior - Orbitais	Empírico	- Signo, objeto - Ícone, índice e símbolo - Imagem
6	Representações presentes nos Livros Didáticos: um estudo realizado para o conteúdo de ligação química a partir da semiótica peirceana	SCALCO; CORDEIRO; KIILL, 2015	- Imagens de Livros Didáticos do Ensino Médio - Alunos do Ensino Médio - Ligações Química	Empírico	- Terceira tricotomia - Interpretantes dinâmicos
7	As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana	WHARTA; REZENDE, 2017	- Estatuto ontológico e epistemológico do papel das representações	Teórico	- Signo, objeto e interpretante
8	Aspectos cognitivos em aulas com modelagem Matemática na disciplina de cálculo diferencial e integral	SILVA, 2017	- Estudantes na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 - Situação problema envolvendo conhecimentos matemáticos e químicos	Empírico	- Signo, objeto e interpretante
9	Diagramas de energia de orbitais em livros	ROZENTALSKI;	- Imagens de Livros Didáticos	Empírico	- Ícone, índice e

	didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana	PORTO, 2018	do Ensino Superior - Diagramas de energia		símbolos - Diagrama
10	Mediação semiótica na construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade	SILVA; SILVA, 2018	- Alunos do Ensino Médio - Radioatividade	Empírico	- Ícone, índice e símbolos
11	A construção de significados do conceito de solubilidade consoante a mediação semiótica: uma análise a partir de uma intervenção didática	SANTOS; SILVA, 2019	- Alunos do Ensino Médio - Solubilidade	Empírico	- Ícone, índice e símbolo
12	A percepção da Matemática em Livros Didáticos de Química	SILVA; ALMEIDA, 2019	- Livros Didáticos de Química do Ensino Médio - Professores, estudantes de pós-graduação em Educação Matemática - Propriedades coligativas	Empírico	- Signo
13	Estudo semiótico de imagens sobre Ligações Químicas em livros didáticos para o 1º ano do Ensino Médio	CANCIAN; RAMOS, 2019	- Livros Didáticos de Química do Ensino Médio - Ligação Química	Empírico	- Primeiridade, Secundidade e Terceiridade - Primeira tricotomia - Segunda Tricotomia
14	Um estudo Semiótico sobre o Conteúdo de Formas Exordiais de Representação do Espaço na Química Orgânica no Final do Século XIX	DANGELO; REZENDE; ARAUJO NETO, 2020	- Diagramas pictóricos com formas de quadrados e de seus moldes físicos, produzidos por August Hofmann em um conjunto de lectures.	Empírico	- As dez classes de Peirce
15	Integrando arte e ciência na formação de professores de Química: uma análise semiótica peirceana	SILVA; SILVA; 2021	- Desenhos de licenciandos em Química - Formação de professores	Empírico	- Segunda tricotomia - Terceira Tricotomia
16	Stop Motion e Semiótica na Criação Audiovisual: Elementos de uma Atividade com Estudantes no Ensino Médio	CAMPOS; ARAUJO NETO, 2021	- Criação de Stop Motion - Alunos do Ensino Médio - Química Orgânica	Empírico	- Secundidade - Sinsigno indicial dicente

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De modo geral, podemos observar no Quadro 6 que os trabalhos contemplam aspectos bastante plurais e, ainda que tenha sido identificado foco em alguns assuntos como, por exemplo, análise de imagens de Livros Didáticos, esses trabalhos se diferenciaram nos temas investigados, no tipo de Livro Didático, enfim nos aspectos metodológicos que se desdobraram também no modo do emprego da semiótica peirceana.

Em relação ao referencial teórico peirceano, observamos mais uma vez uma pluralidade no emprego da teoria, no qual a tríade signo, objeto e interpretante assumem certa centralidade, mas também foram combinadas com outras classes dentro da teoria peirceana. É importante destacar que no Quadro 6, na coluna referente ao referencial, estão pontuados os principais conceitos que apareceram na estrutura da análise de cada trabalho. Assim, no texto de modo geral, os autores trouxeram um apanhado da teoria e procuram enfatizar aspectos estruturantes para suas respectivas análises.

Nesta revisão, tendo em vista o referencial semiótico como eixo comum nos trabalhos, havia a pretensão inicial de organizar os textos para apresentação a partir dos conceitos peirceanos empregados. Contudo, podemos observar no Quadro 6 que os autores empregaram diferentes combinações conceituais de Peirce e, ainda que, por exemplo, a tríade signo, objeto e interpretante tenha aparecido mais vezes, cada trabalho assumiu certa individualidade no emprego da análise semiótica, tendo em vista seus respectivos objetos de estudo. Essa rede de relações no emprego da teoria peirceana é super plausível, em virtude da própria natureza da teoria, na qual os conceitos estão totalmente interrelacionados por meio das relações triádicas, indicando uma pluralidade possível e desejável com contribuições para a área de pesquisa.

Nesse sentido, a partir da leitura sistemática aliada ao panorama do Quadro 6, preferimos organizar a apresentação dos artigos, por meio dos resumos, em seções que foram criadas *a posteriori* e procuram evidenciar aspectos contextuais dos trabalhos. Os artigos serão apresentados em três seções principais, sendo duas organizadas em subseções.

3.2 APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS DA REVISÃO

Na primeira seção serão apresentados os trabalhos de cunho teórico, na qual classificamos quatro artigos (GOIS; GIORDAN, 2007; WHARTA, REZENDE; 2011; ARAUJO NETO, 2012; WHARTA, REZENDE; 2017). A segunda seção trará os trabalhos caracterizados pelo envolvimento de estudantes no curso da pesquisa. Assim, optamos por manter neste grupo trabalhos que, embora tenham tratado de imagens do Livro Didático, envolveram estudantes na análise do material. Adicionalmente, organizamos essa seção em

duas partes, sendo a primeira com quatro artigos envolvendo alunos do Ensino Médio (SCALCO; CORDEIRO; KIILL, 2015; SILVA; SILVA, 2018; SANTOS; SILVA, 2019; CAMPOS; ARAUJO NETO, 2021). A segunda parte também com quatro artigos, envolvendo estudantes do Ensino Superior (WHARTA, REZENDE; 2015; SILVA, 2017; SILVA; ALMEIDA, 2019; SILVA, SILVA; 2021). A terceira seção contou com os trabalhos que envolveram o Livro Didático, sendo que um artigo abordou o livro no Ensino Médio (CANCIAN, RAMOS; 2019) e dois artigos sobre livros do Ensino Superior (ROZENTALSKI, PORTO; 2015; ROZENTALSKI, PORTO, 2018). Por fim, o trabalho de Dangelo, Rezende e Araujo Neto (2020), embora não tenha envolvido diretamente o Livro Didático, foi alocado ao final dessa seção, uma vez que tratou da análise de um material histórico com um viés didático.

3.2.1 Artigos de cunho teórico

Como dito anteriormente, o artigo de Gois e Giordan (2007), em termos temporais, foi o primeiro identificado na nossa busca. Assim, visualizamos nesse trabalho um aspecto de apresentação da semiótica peirceana para a área do Ensino de Química nacional, levando em consideração também a sua publicação em um dos periódicos mais difundidos na área, a revista *Química Nova na Escola*.

Esse trabalho receberá um nível de detalhamento em relação aos demais por seu caráter de pioneirismo na área. Entendemos que trabalhos com essa configuração são de suma importância numa área de pesquisa, uma vez que eles são potenciais para um delineamento de como ocorreu em termos teóricos a entrada de determinado referencial teórico numa área. Adicionalmente, os iniciantes em semiótica de Peirce da referida área, assim como ocorre na introdução de outras teorias, serão conduzidos a iniciação dos seus estudos por textos secundários e da própria área, uma vez que esse é o caminho mais usual até as leituras primárias, o que caracteriza textos dessa natureza como porta de acesso aos iniciantes. Portanto, entendemos que artigos como o de Gois e Giordan (2007) trazem importantes implicações para a semiótica peirceana no Ensino de Química. Não pretendemos, todavia, com essa revisão da literatura identificar tais implicações teóricas, pois esse movimento fugiria do nosso escopo. Por outro lado, procuramos traçar um quadro panorâmico de como a teoria de Peirce está adquirindo corpo na área do Ensino de Química, além também da possibilidade de situarmos nosso estudo nesse cenário.

A despeito do artigo, o manuscrito foi organizado em duas partes. A primeira buscou estabelecer uma fundamentação teórica a respeito dos processos de significação de representações químicas no contexto da sala de aula, amparados nos conceitos peirceanos, além também de traçar um paralelo com a noção de níveis do conhecimento. A segunda parte, prosseguiu na discussão das representações, porém deslocando-se para ambientes virtuais voltados ao ensino da Química.

Gois e Giordan (2007), além de iniciarem com uma apresentação por meio do contexto da abordagem, objetivos e organização do texto, trouxeram na sequência uma breve biografia de Peirce. Na parte da fundamentação teórica, iniciaram com um diálogo entre a semiótica e as linguagens, com vistas a evidenciar a potencialidade da semiótica de Peirce para a compreensão dos processos de significação, considerando, principalmente, o ambiente do ensino da Química, o qual é permeado por diferentes manifestações de linguagens e signos. Na sequência aprofundaram na teoria de Peirce com os conceitos da tríade signo, objeto e interpretante e de semiose. Os autores fizeram um movimento também de aproximar esse referencial da realidade dos químicos trazendo exemplos da área. A respeito das tricotomias, Gois e Giordan (2007) mencionaram as três e justificaram que dariam atenção a tricotomia do signo em relação ao seu objeto (ícone, índice e símbolo), além também de buscarem estabelecer relações com os níveis do conhecimento. A apresentação dos conceitos de ícone, índice e símbolo foram contextualizados com a sala de aula de Química, seguindo a mesma linha anterior na construção teórica. Vale destacar que ao final desse tópico, pontuaram que um mesmo signo pode assumir aspectos icônicos, indiciais e simbólicos, o que não havia ficado evidente ao longo da explanação.

Na parte propriamente da análise, como anunciado, os autores buscaram estabelecer relações entre a abordagem dos níveis do conhecimento químico macroscópico, submicroscópico e simbólico com os conceitos de ícone, índice e símbolo no contexto da sala de aula de Química. De modo geral, explorando a exemplificação, os autores atrelaram ao nível macroscópico aspectos prioritariamente indiciais e, por vezes, simbólicos. Ao nível submicroscópico, associaram com o caráter icônico e ao nível simbólico, a depender do contexto, pode assumir qualidade icônicas e outras vezes indiciais e ainda simbólicas.

Nesta seção do trabalho ficou evidente o esforço dos autores para estabelecerem essas relações, de modo a contribuir com a compreensão dos signos pelos interpretantes (estudantes) no contexto da sala de aula. Contudo, no decorrer do texto os próprios autores reconheceram os limites dessa tentativa como, por exemplo, na análise do submicroscópico, conforme o trecho a seguir:

Essa propriedade da referência icônica nos coloca, ao mesmo tempo, uma limitação e um potencial para lidarmos com o conhecimento científico, uma vez que figuras, gráficos e esquemas se tornam universais justamente em função de sua múltipla capacidade de referência. Se a multiplicidade de referência abre um foco de disputa na negociação de significados, ela também nos faz lançar mão de outras formas de representação, com qualidades indicial e simbólica, para exatamente selecionar uma propriedade em particular, colocando em movimento os três motores da significação. Ou seja, nas situações de ensino, a relação de semelhança entre o ícone e o objeto é fonte de disputa entre o conjunto de critérios adotados pelo professor, que é apoiado no conhecimento oficial, e o conjunto de critérios adotados pelos estudantes. Essa mesma multiplicidade potencializa a criatividade do estudante para estabelecer vínculos entre três formas de representação de modo a construir interpretações sobre o fenômeno que se aproximem do conhecimento oficial. Se o ícone é fonte para elaboração de significados diversificados, é justamente essa característica que faz dele um signo particularmente útil para o ensino. (GOIS, GIORDAN, 2007, p.37).

Nesse trecho, Gois e Giordan explicitam o quão laborioso é esse exercício proposto, uma vez que diferente da proposta dos níveis do conhecimento que busca classificar os signos em vértices do triângulo, a ideia de Peirce ao tratar de ícone, índice e símbolo não se configura como um modelo de classificação e exclusão. Pelo contrário, os signos na proposta peirceana assumem, de modo proeminente, ora aspectos icônicos, ora indiciais e ora simbólicos, mas concatenados com a ideia de semiose, ou seja, a produção de novos signos cada vez mais elaborados. Assim, os próprios autores deixam indícios de que níveis do conhecimento e signo-objeto de Peirce são perspectivas teóricas diferentes de análise, o que evoca modos próprios para tratar um mesmo fenômeno e signo, respectivamente.

Na segunda parte da análise do artigo os autores trouxeram uma importante discussão, na qual são exploradas as potencialidades dos ambientes virtuais para o Ensino de Química. Nesse sentido, eles seguiram na linha de explanar cada nível do conhecimento no âmbito dos recursos computacionais e em termos semióticos destacaram mais timidamente o aspecto icônico.

O trabalho de Gois e Giordan (2007) abre espaço para a contribuição do debate em torno da representação no contexto do ensino e da aprendizagem nas aulas de Química. Essa é a centralidade da semiótica. Esse artigo, cabe reiterar, marca a entrada da semiótica na área, pelo menos por meio dos periódicos nacionais mais recorrentes, assim nos compete acompanhar e contribuir o desenvolvimento desse debate.

O artigo de Wartha e Rezende (2011), também de cunho teórico, se propõe a realizar um movimento na mesma direção do artigo de Gois e Giordan (2007), buscando relacionar níveis do conhecimento químico, que os autores chamam de representação do conhecimento químico, com a semiótica de Peirce. Na parte teórica do trabalho os autores trazem uma

revisão da literatura para o uso do termo representação, em virtude dos diferentes significados que pode assumir nas grandes áreas do conhecimento, como psicologia, filosofia, dentre outras.

Nesse sentido, no âmbito do Ensino de Química, Wharta e Rezende (2011) afirmaram que a proposta de Alex Johnstone, embora passada por reformulações, “parece ser o principal e único modelo que discute a questão das representações no Ensino de Química não encontrando qualquer divergência sobre o modelo dos três diferentes níveis de representação na literatura” (p.275). Contudo, os autores, embora se proponham a tratar de outros modelos para a discussão da representação no Ensino de Química, a semiótica de Peirce, não apontam tais divergências ao modelo vigente, pelo contrário, buscam relações, uma ideia talvez de complementação.

Assim, o artigo em termos teóricos, além da discussão da própria representação, contempla também a proposta de Johnstone, os níveis de representação, perpassando pelas suas reformulações e diálogo com outros grupos, como de modelagem e a teoria de significação e representação de Peirce. Sobre Peirce, os autores abordam as categorias essenciais, as tricotomias, assim como noções em torno de signo, objeto e interpretante e seus correlatos.

Na parte de análise, o artigo seguiu também um viés teórico por meio de análises semióticas a partir de exemplos da sala de aula de Química. No primeiro momento procuraram delinear um possível processo de significação dos estudantes a partir do signo, gráfico de solubilidade, levando em conta as categorias essenciais, bem como as relações tricotômicas. Um exercício buscando classificar esses momentos em termos sógnicos.

Na segunda parte da análise, assim como Gois e Giordan (2007), usaram um exemplo proeminente em aspectos icônicos, depois indiciais e por fim simbólicos, culminando no estabelecimento de relações com os níveis do conhecimento. Vale destacar que embora os autores tenham especificado um signo e seu caráter proeminente, eles tiveram o cuidado de ressaltar que os signos em termos icônicos, indiciais e simbólicos não são excludentes, pelo contrário, pois assim não faria sentido a própria noção de semiose, trazida com mais ênfase no trabalho.

A respeito da relação entre semiótica e níveis do conhecimento é importante destacar que Wartha e Rezende (2011), embora tenham trazido novos elementos ao longo do texto, assumiram uma convergência com Gois e Giordan (2007), inclusive ao longo do texto, principalmente na segunda análise, na qual referenciaram de modo contundente o trabalho de

Silva (2007), que por questões de diferença de nome refere-se à dissertação de Jackson Gois Silva, o mesmo autor do artigo explanado aqui (JACKSON; GIORDAN; 2007).

O artigo de Araujo Neto (2012) buscou investigar as influências teóricas a partir da semiótica peirceana e da Filosofia da Química no âmbito das diferentes formas de uso para a noção de representação estrutural, em situações de estudo no Ensino Superior de Química. O trabalho abarca aspectos históricos, bem como procura delinear as influências filosóficas em torno do conceito de representação, contemplando características epistemológicas e ontológicas do tema, mantendo-se inscrita ao ponto de vista das atividades de ensino. O autor trabalha com exemplos de três funções prioritárias no processo de representação estrutural: a identidade, a incompletude e a intencionalidade.

O artigo busca por meio da semiótica peirceana estabelecer diálogo com um referencial robusto para discutir representação, uma vez que, como apontado pelo autor, a representação é central na semiótica. Assim, o artigo traz para esse diálogo de cooperação entre semiótica e Filosofia da Química, em termos semióticos, os conceitos de signo, objeto, interpretante, assim como a relação geral entre signos representantes e objetos a serem representados por meio da ação do signo como ícone, índice e/ou símbolo, além da ideia central do aspecto medial, bem como da semiose.

O último artigo do grupo teórico, de Wharta e Rezende (2017), amplia a discussão em torno da representação na relação do Ensino de Química com a Semiótica de Peirce para discorrer sobre o estatuto ontológico e epistemológico do papel das representações. Em termos teóricos os autores trouxeram novamente as discussões a respeito dos níveis de representação amparados nas produções de Johnstone, bem como seus críticos. Com vistas a subsidiar a abertura para a semiótica, os autores demarcaram que nos estudos de Johnstone não se fez presente discussões no âmbito filosófico, epistemológico e pedagógico. Por outro lado, procuraram trazer elementos da semiótica para fomentar essas questões, sobretudo no plano ontológico, por meio, principalmente da consideração da representação, em Peirce, como um processo medial.

Assim, os autores trouxeram a tríade pedagógica discutida no artigo de mesma autoria de 2015, que seria Perceber, Conceituar e Relacionar, com vistas a fomentar a discussão em torno da representação como um processo de mediação. Argumentaram, por exemplo, que essa abordagem auxilia na superação de algumas dificuldades epistemológicas relacionadas a abordagem das representações a respeito de entes químicos, não apenas no aspecto da existência, mas na própria argumentação da realidade molecular enquanto causa do fenômeno.

Os autores também discutiram, como pontuado no início, que a representação no processo de elaboração conceitual em Química, no olhar semiótico, perpassa por considerar as diferentes dimensões do conhecimento. Em síntese, no plano ontológico, a relação objeto imediato e objeto dinâmico evoca a ontologia ao acesso aos entes químicos, no qual conhecer o real passa, necessariamente, pela representação, o que confere afirmar o conhecer como um processo semiótico; no plano epistemológico, por meio das diferentes modalidades de comunicação é possível compreender os entes químicos enquanto constructos teóricos, isto é, realidades construídas e impostas pelos limites da própria concepção sógnica; no plano pedagógico, implica na compreensão constante de sistemas de signos, sejam eles fenômenos, símbolos, modelos no processo de construção de conhecimento químico, levando em conta sobretudo a representação, que na perspectiva peirceana é sempre um processo medial e contextual.

3.2.2 Artigos envolvendo estudantes

Essa seção foi organizada em duas subseções, sendo a primeira referente aos artigos que envolveram alunos do Ensino Médio e a segunda referente aos artigos que envolveram estudantes do Ensino Superior.

3.2.2.1 Artigos envolvendo estudantes do Ensino Médio

O artigo das autoras Scalco, Cordeiro e Kiill (2015) procurou investigar como estudantes de Ensino Médio compreendem a representação imagética, presente no Livro Didático, no conteúdo de Ligação Química, abrindo espaço assim para ampliar a discussão sobre o papel, bem como a relevância dessas representações no âmbito do ensino. A investigação ocorreu com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual, os quais analisaram uma imagem acerca do conteúdo em questão, a partir de questionamentos direcionais.

Em termos semióticos as autoras trouxeram no texto os principais pontos da teoria peirceana, assim como procuraram tratar com mais detalhes aspectos da tricotomia signo-interpretante, uma vez que estruturaram a ferramenta de análise a partir de um dos interpretantes, o dinâmico, o qual se subdivide em emocional, enérgico e lógico. Desse modo, tendo em vista a vasta possibilidade de interpretantes que uma imagem pode provocar, no caso nos estudantes, ou seja, novos signos, as autoras procuram investigar qual interpretante dinâmico foi produzido a partir da representação imagética, os quais deram indícios de como os estudantes compreendem Ligação Iônica com uso de imagens no Livro Didático.

Nos resultados dessa análise, as autoras organizaram em duas partes. A primeira de modo quantitativo, por meio gráfico, apontando que a maioria dos estudantes geraram interpretantes enérgicos. Na segunda parte, trouxeram um exemplo de resposta para cada classificação, considerando ainda subclasses dentro do interpretante lógico. A ferramenta de análise empregada no trabalho se revelou potente, não apenas no sentido de produzir classificações, mas no viés de identificar a partir de critérios estruturantes o nível de compreensão do conteúdo em que o estudante se encontra, o que pode ser utilizado para possíveis intervenções do professor. Outro ponto de destaque, segundo as autoras, se deve a importância das imagens no contexto do ensino e da aprendizagem, onde os estudantes devem ser orientados a utilizá-las como um recurso potenciador e auxiliador da aprendizagem.

O artigo dos autores Silva e Silva (2018) buscou investigar como alunos do Ensino Médio construíram significados sobre Radioatividade no âmbito de uma intervenção com o uso de diferentes atividades na sala de aula, finalizada com a resolução de dois problemas. Os dados foram obtidos por meio do registro em áudio dos diálogos entre os alunos ao longo da intervenção e por meio do registro da resolução dos problemas.

No aspecto teórico, os autores buscaram estabelecer um diálogo entre a semiótica de Peirce e a perspectiva de mediação de signos de Vigotski, com vistas a subsidiar a discussão em torno da construção de significado a partir da mediação sógnica. A respeito da semiótica, o artigo trouxe as noções centrais de signo (primeiro), objeto (segundo), interpretante (terceiro), assim como uma das tricotomias ícone, índice e símbolo.

Na análise dos resultados, os autores procuram identificar os signos icônicos, indiciais ou simbólicos presentes na resolução final de cada problema, complementando também com falas dos alunos no decorrer da resolução, com vistas a identificar como ocorreu o processo de significação perpassando pelos diferentes momentos da intervenção, como pelo uso de imagens e de vídeos, em torno da discussão sobre Radioatividade. Os autores concluíram que os signos simbólicos atravessaram todo o processo de aprendizagem em estudo, embora tenham reconhecido também o papel importante dos ícones, índices.

O trabalho de Santos e Silva (2019) procurou investigar como um grupo de estudantes do Ensino Médio construíram significados no âmbito do tema Solubilidade. Para subsidiar o estudo, buscaram uma aproximação da semiótica de Peirce com a perspectiva Histórico-Cultural de Vigotski e com as contribuições da Psicologia Cultural Semiótica amparado em Valsiner. Segundo os autores, essas abordagens possuem convergências em torno da mediação dos signos.

A respeito da semiótica de Peirce o artigo trouxe conceitos centrais, tendo como referencial trabalhos da área do Ensino de Química e a semiótica de peirceana. Sobretudo destacaram a tricotomia da relação signo e objeto na ação dos signos icônicos, indiciais e simbólicos, os quais foram utilizados na estrutura de análise.

Os dados obtidos por meio do registro audiovisual foram organizados em dois momentos na intervenção. O primeiro momento, por meio de uma aula expositivo-dialogada com objetivo de discutir aspectos importantes na construção conceitual de solubilidade. No segundo momento, as estudantes apresentaram um seminário desencadeado por uma questão. Os autores buscaram com essa atividade identificar quais signos foram articulados ou ainda retomados a partir do primeiro momento, a aula expositivo-dialogada, auxiliando assim como possíveis mediadores no processo de externalização dos significados construídos.

Na análise dos resultados, o artigo trouxe com detalhes os dois momentos da intervenção, com o emprego de imagens e tabela, usadas pelo pesquisador e pelas estudantes, bem como transcrições dos dois momentos, nos quais fizeram presentes também interações com o pesquisador. Os autores constataram que os signos empregados ao longo da intervenção foram centrais na construção de significados, uma vez que, como reiterado no trabalho, segundo Vigotski, há construção de significados necessariamente implica na mediação de signos. Vale destacar que os autores reconheceram ainda algumas fragilidades nas apresentações das estudantes.

A respeito da apropriação teórica delineada pelos autores, embora de fato tenha um potencial promissor no sentido de complementação teórica, se faz necessário destacar a importância de se delimitar com maior precisão a qual teoria se refere quando se emprega determinado conceito. Por exemplo, no uso do termo objeto, que em Peirce tem uma delimitação teórico-conceitual muito específica.

O artigo de Campos e Araujo Neto (2021) retrata uma investigação baseada na criação de animações de vídeo usando a técnica *Stop Motion*⁹ por alunos no Ensino Médio em uma atividade conduzida pelo professor pesquisador de Química. Os autores empregaram a semiótica de Peirce, principalmente a Secundidade, como fundamentação para organizar uma

⁹ “A técnica de animação *Stop Motion*, consiste em tirar uma sequência de fotos de um determinado objeto imóvel, tais como: bonecos, massa de modelar, canetas, papel, entre outros, quadro a quadro, de forma a capturar pequenas alterações na posição do objeto. Em seguida, essas fotos devem ser montadas em sequência para criar uma animação daquele objeto em movimento”. (CAMPOS; ARAUJO NETO, 2021, p.609).

situação de ensino que buscou colocar os alunos numa experiência criativa de vídeos no âmbito do reconhecimento das funções na Química Orgânica.

A respeito da fundamentação teórica no corpo do texto, os autores buscaram trazer uma composição que desse conta de configurar a técnica *Stop Motion*, enquanto produto, como um sinsigno indicial dicente. Assim, os autores caracterizaram a atividade como descrito a seguir:

Sinsigno como um singular que envolve diferentes qualisignos, qualidades. É um singular, pois pretende, em seu fundamento, e em nossas expectativas, ser encarnação da criatividade dos estudantes comprometidos com sua produção. Cada produção deve ser única, singular, uma marca existencial desse grupo de estudantes. Indicial na relação com seu objeto. A indicialidade como contiguidade, como signo que coloca movimento em algo que não se move, há sempre expectativa de movimento. Esse movimento é índice, as peças são movimentadas para cada registro. Os fotogramas da montagem são índices de um movimento que é tomado como real por abdução, o modelo foi movimentado. Dicente na expectativa de criar em seu interpretante proposições sobre esse objeto. (CAMPOS; ARAUJO NETO, 2021, p.610).

A partir dessa estrutura de análise, os autores procuraram investigar tais aspectos nos vídeos produzidos pelos estudantes. Antes da produção dos vídeos houve etapas de preparação na sala de aula, nas quais foram apresentados vídeos produzidos pelo professor em conjunto com a aula sobre as funções orgânicas oxigenadas; além de uma aula para ensinar sobre a técnica *Stop Motion*. Os estudantes em grupos de três foram instruídos a produzirem, fora da sala de aula, vídeos contendo três funções orgânicas oxigenadas, sorteadas previamente pelo professor. Na sequência as produções foram apresentadas em sala de aula, assim como foi feita uma avaliação por parte dos estudantes de modo anônimo dessa abordagem.

Os autores observaram que de modo geral houve engajamento dos alunos na produção com a técnica *Stop Motion*. Contudo, em termos da semiótica peirceana, avaliaram que o objetivo de estabelecer relações, a partir da Secundidade, não foi plenamente atingido. As formas figurativas encontradas nas produções manifestaram-se principalmente como réplicas, das produções do professor. Esse resultado, segundo os autores, parece ser coerente com a expectativa que o aluno possui no contexto escolar.

Desse modo, os autores concluíram que ainda assim, de modo geral, a atividade proporcionou aos estudantes diferentes habilidades. Pontuaram também a necessidade de novas investigações nas quais sejam incorporados o senso criativo nas produções dos professores, como por meio de situações-problema. Assim, com a integração desse tipo de atividade nos planos políticos pedagógicos institucionais, pode-se passar a investir na

produção audiovisual, em situações de sala de aula, como meio de descentralizar a escola tradicional baseada em exames.

Além da atividade em sala de aula, os autores destacaram no artigo que foi criado um sítio na internet com as informações sobre Stop Motion, na busca por situar essa técnica como uma ferramenta para atividades docentes.

3.2.2.2 *Artigos envolvendo estudantes do Ensino Superior*

O artigo de Wharta e Rezende (2015) tem aspectos em comum com essa Tese, pois além da perspectiva teórica peirceana, também direciona o olhar para a sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior. Desse modo, embora os objetivos sejam distintos, assim como os dados e suas respectivas análises semióticas, tangenciam aspectos centrais, concernentes a representação no processo de ensino e de aprendizagem.

O trabalho, na parte teórica, buscou apresentar a teoria semiótica por meio da interlocução com o Ensino de Química, assim como traz a representação para o centro da discussão. Além disso, os autores propõem uma ferramenta de análise a partir da teoria dos signos, mais propriamente numa relação com as categorias essenciais. A proposta consiste numa tríade pedagógica, a qual envolve o Perceber (Primeiridade), a Relação (Secundidade) e a Conceituação (Terceiridade).

Vale destacar nesse artigo de 2015 que Wharta e Rezende ainda trouxeram a proposta de níveis de representação, porém trazem referências (LABARCA, 2010) que questionam esse modelo dominante no Ensino de Química, principalmente no plano ontológico. Assim, os autores embora não estabeleçam um diálogo com os argumentos de Labarca (2010), indicam certa concordância com tal crítica, ao afirmarem que “na perspectiva da semiótica peirceana, a percepção do processo de construção do conhecimento químico permite a superação de alguns problemas ontológicos relacionados à representação [...]” (WHARTA, REZENDE; 2015, p.53).

No aspecto metodológico, fica evidente que esse trabalho é fruto de uma pesquisa mais ampla, devido ao extenso volume de dados, como o acompanhamento sistemático de duas disciplinas de Química Orgânica I e II, estudo das avaliações, análise das respostas dos estudantes nas avaliações e ainda um questionário respondido por estudantes e por professores com duas questões, sendo uma referente ao ensino de Química Orgânica e a outra relativa ao conteúdo. Assim, para o artigo foram discutidos um episódio de aula, uma questão das avaliações dos estudantes e também as questões do questionário.

O episódio tratou sobre características e propriedades dos álcoois, no qual os autores descreveram como o professor foi mediando a construção da representação tridimensional gráfica para a molécula de etanol, fazendo uso de diferentes signos como a ferramenta material bola e vareta, as diferentes representações gráficas. Sobre a questão da prova, foi analisada uma questão na qual os estudantes precisavam identificar se as estruturas são planares ou não. Assim, os estudantes que empregaram a representação gráfica tridimensional obtiveram maior êxito. O critério para a seleção do episódio, assim como a questão da prova, baseou-se na sua relação com a proposta da tríade pedagógica. A respeito do questionário trouxeram as respostas referentes a concepção dos estudantes e professores em relação a representação no ensino de Química Orgânica.

Desse modo, os autores ao longo da discussão desses dados de natureza distintas pautaram-se na análise da tríade pedagógica Perceber, Relacionar e Conceituar. Ao final, trouxeram um olhar panorâmico para a pesquisa, para além dos dados discutidos no texto, no qual destacaram importantes aspectos do ensino e da aprendizagem de Química Orgânica, amparados principalmente na centralidade da noção da representação, uma vez que segundo os autores “a aprendizagem de conceitos da Química Orgânica não pode ser separada de como representá-los e do que significam” (WHARTA; REZENDE, 2015, p.62).

Inicialmente faz-se necessário ressaltar que o artigo de Silva (2017) embora da área da Matemática foi incluído nessa revisão devido a sua aproximação com a área de Química, não apenas no fato dos estudantes, participantes da pesquisa, fazerem parte do curso de Licenciatura em Química, mas na relação do próprio problema de investigação com a Química. Essa pesquisa está inserida num projeto maior no qual a professora da disciplina, também autora do artigo, faz parte.

O artigo procurou investigar como um grupo de estudantes empreenderam diferentes signos na resolução de problema no âmbito de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1. Essa atividade foi tratada no entendimento da modelagem matemática, o qual está apoiado enquanto alternativa pedagógica, ou seja, ensinar matemática para além do contexto matemático, de modo a potencializar a aprendizagem dos estudantes.

O aporte teórico, a semiótica de Peirce, onde a autora procurou enfatizar aspectos da noção de representação, bem como sua relação com o signo, objeto e interpretante. Desse modo, na análise da atividade desenvolvida em sala de aula procurou colocar em evidência os diferentes signos produzidos e articulados por um dos grupos de alunos do primeiro período de um curso de Licenciatura em Química na referida disciplina. A situação problema centrou-se no estudo da concentração de ritalina no organismo de uma pessoa, considerando o tempo

de meia-vida. A autora compreendeu que essa situação problema pode mobilizar aspectos matemáticos e químicos, como foi demonstrado no desenrolar da resolução pelos estudantes.

O trabalho trouxe detalhadamente a resolução do problema e procurou demarcar os diferentes signos produzidos e articulados pelos alunos, como gráficos, equações, sobretudo a pluralidade sígnica numa atividade em grupo, envolvendo também a interação com a professora. Portanto, em termos semióticos, empreendeu a semiótica no sentido de percorrer em termos cognitivos o desenvolvimento dessa atividade, enfatizando um possível caminho semiótico percorrido por esses alunos, em termos representacionais. A autora optou por não abordar outras contribuições da teoria peirceana, como as diferentes ações dos signos em relação ao objeto, enquanto ícones, índices e símbolos.

O artigo das autoras Silva e Almeida (2019) também foi incluído nessa revisão devido sua aproximação com a área de Educação Química, embora tenha contado com participantes da área de Educação Matemática. Nesse sentido, o estudo procurou investigar a percepção da Matemática em Livros didáticos de Química por um grupo de professores¹⁰ - estudantes, com vistas a ampliar a discussão em torno da interdisciplinaridade.

A semiótica peirceana, de modo mais específico a teoria da percepção, assim como a abordagem interdisciplinar compreendida como possibilidade de integração, articulação e trabalho em conjunto entre diferentes disciplinas constituíram o aporte teórico do artigo. Em relação a semiótica de Peirce as autoras trouxeram a teoria de forma sintética ficando mais evidente a ideia de signo, objeto e interpretante.

Em relação a análise dos Livros Didáticos de Química no conteúdo de Propriedades Coligativas, segundo as autoras, os quatro grupos de professores produziram signos que possibilitaram evidenciar potencialidades para abordagens interdisciplinares entre Matemática e Química, pois esse conteúdo em especial, mobiliza diferentes signos de caráter matemático como gráficos e tabelas. Assim, no geral os grupos de professores sinalizaram a viabilidade de abordagens interdisciplinares a partir de situações-problema propostas, atividades experimentais e na dedução de fórmulas, o que requer uma ação conjunta entre os professores de ambas as disciplinas.

Vale ressaltar que as autoras realizaram uma análise sistemática do material por cada grupo participante da pesquisa, com o uso das falas dos participantes dos grupos, imagens dos livros no tópico, assim como trechos do relatório produzido. Em termos semióticos, as autoras

¹⁰ O grupo é formado por um aluno de iniciação científica, graduando em Licenciatura em Matemática, três estudantes de mestrado, sete de doutorado da pós-graduação em Educação Matemática e uma doutora, o qual é chamado no artigo de professores-estudantes.

denominaram tais percepções dos grupos de signos, porém como previsto no objetivo do trabalho, elas não avançaram numa análise semiótica mais aprofundada, como, por exemplo, na caracterização de tais signos produzidos pelos professores.

Os autores Silva e Silva (2021) buscaram analisar, ancorados na semiótica de Peirce, a expressão artística por meio de desenhos de licenciandos em Química no contexto de uma disciplina voltada para à formação de professores na Faculdade de Educação.

A atividade, ocorrida no âmbito do Ensino Remoto Emergencial, se pautou no livro “O fantástico mundo dos elementos: a tabela periódica personificada”, de Bunpei Yorifuji (2013) no qual o autor buscou representar por uma forma humanoide elementos da Tabela Periódica, por meio do enaltecimento de aspectos do elemento, como seu estado físico, suas aplicações. Desse modo, os estudantes da disciplina tiveram contato com esse material e desenvolveram suas próprias produções artísticas para um elemento químico e suas substâncias, acompanhada também de um texto explicativo. Os autores trouxeram para a discussão do trabalho seis imagens, três referentes ao elemento químico carbono e três referentes ao elemento químico mercúrio, assim como trechos da explicação dos desenhos e falas do momento de apresentação dos desenhos no contexto da disciplina.

Segundo os autores o trabalho a partir da expressão artística do desenho de licenciandos em Química investigou as formas pelas quais são abordados conceitos, entidades, modelos e fenômenos científicos.

A respeito da semiótica de Peirce, o artigo trouxe uma seção com uma explanação de aspectos centrais da teoria, bem como um encaminhamento da estrutura de análise a ser empregada no artigo. Nesse sentido, a análise semiótica pautou-se, principalmente, em três categorias propostas por Santaella (2018): qualitativo-icônico, singular-indicativo e convencional-simbólico.

Os autores buscaram realizar uma análise semiótica por imagem e ainda procuraram contemplar aspectos de interlocução entre as imagens. Segundo os autores, essa atividade, oportunizada pela expressão artística, apontou uma pluralidade de construções de significados, por meio principalmente de dois vieses: o primeiro a experiência estética e o segundo o conhecimento científico abordado em cada imagem. Outro aspecto destacado se deve ao emprego de outros modos sígnicos, distanciando-se da centralidade dos símbolos assumidos pela Ciência na identificação do elemento químico, principalmente quando eram abordados as propriedades e aplicações das substâncias.

Por fim, vale destacar que esse foi o primeiro trabalho que empregou a semiótica no contexto da formação de professores.

3.2.3 Artigos direcionados para o Livro Didático

A pesquisa das autoras Cacian e Ramos (2019) procurou investigar o uso de imagens em dois Livros Didáticos de Química, ambos aprovados em todas as edições do Programa Nacional do Livro Didático. Desse modo, a teoria semiótica de Peirce foi empregada como referencial para análise de todas as imagens concernentes ao conteúdo de Ligações Químicas.

As autoras trouxeram no corpo do texto a teoria semiótica de modo bastante detalhado, por meio da conceituação, da tríade signo, objeto e interpretante, das categorias essenciais e as tricotomias, sobretudo as relações entre tais conceitos. Para a análise das imagens do artigo centrou-se nas duas primeiras tricotomias: do signo em si mesmo e da relação do signo com o objeto, assim como a relação com as categorias essenciais de Primeiridade, Secundidade e Terceiridade.

A respeito da análise, todas as imagens sobre Ligações Químicas foram analisadas à luz das duas primeiras tricotomias de Peirce. As autoras apresentaram a referida análise de dois modos, sendo o primeiro quantitativo, por meio de uma tabela com a classificação das 98 imagens dos signos nas duas tricotomias; o segundo de modo qualitativo, em que apresentaram a análise semiótica de uma imagem por tema dentro do capítulo de Ligação Química, sendo os temas Ligação Iônica, Ligação Covalente e Ligação Metálica.

De modo geral, segundo as autoras, os resultados apontaram uma tendência dos autores no uso de figuras e fotografias como meio de representação principal, uma vez que grande parte das representações foram classificadas como legissignos simbólicos e qualissignos icônicos. Ademais as autoras destacaram o potencial da semiótica peirceana como referencial teórico, pois esse arcabouço teórico possibilitou o aprofundamento analítico das imagens, proporcionando uma ampliação na compreensão da função da imagem no livro, sobretudo suas possíveis potencialidades por meio do percurso de Primeiridade, de Secundidade e de Terceiridade.

O artigo de Rozentalski e Porto (2015) teve como objetivo investigar o uso de imagens no estudo do conceito de orbital nos Livros Didáticos de Química Geral voltados para o Ensino Superior ao longo do século XX. Essas imagens são caracterizadas como representações. Desse modo, os autores enxergaram na semiótica de Peirce fundamentos teóricos para analisar esse material na sua perspectiva sógnica, assim como os aspectos ontológicos e epistemológicos. Os autores, ainda na parte referencial do artigo, dedicaram amplo espaço para explanação da teoria semiótica, trazendo os diversos conceitos, bem como tecendo relações entre eles, além de delimitarem o recorte teórico a ser empregado no

presente trabalho: a relação entre signo e objeto na ação do ícone, índice e símbolo, além do interesse específico na noção de imagens que na teoria peirceana se enquadram na subdivisão do ícone.

Foram analisados semioticamente, após os devidos recortes, 16 livros, com ênfase principalmente na identificação da natureza do orbital; na relação signo e objeto, o que possibilitou investigar aspectos do objeto que são evidenciados pelas imagens, assim como possíveis restrições e potencialidades de tais signos.

De modo geral, os autores observaram que, em sua maioria, as imagens no estudo de orbitais são entendidas pelos livros como densidade de probabilidade máxima, as quais são identificadas, principalmente, por superfícies limites, onde são privilegiados aspectos do tamanho, forma e natureza direcional. Por outro lado, foi percebido também uma certa carência no âmbito de esclarecer o significado de tais imagens, os quais, segundo os autores seriam de suma importância para a compreensão do próprio objeto retratado nas imagens, aspectos tais como: como se deu a obtenção das imagens; quais aspectos a representação dessas imagens destacam do objeto, e, ainda, as possíveis semelhanças e diferenças entre as diferentes imagens atreladas aos orbitais. Desse modo, ao longo da análise os autores procuram empreender os conceitos sógnicos de Peirce na ação dos ícones, índices e símbolos com vistas a problematizar essas lacunas, tendo em vista o caráter de incompletude carregada pelas representações, no caso aqui, pelas imagens. Assim, os autores sugerem que por meio dessa discussão com ênfase na compreensão das representações, amparados, no caso, pela semiótica peirceana, algumas dificuldades para o ensino tratadas no texto podem ser superadas.

O trabalho dos autores Rozentalski e Porto (2018) procurou investigar o emprego de diagramas de energia de orbitais em Livros Didáticos de Química Geral, usados no Ensino Superior brasileiro ao longo do século XX. Foram selecionados para análise um total de 16 livros publicados entre 1950 e 2001.

A respeito da semiótica peirceana, os autores a discutiram parte inicial do texto de modo conciso, buscando evidenciar a estrutura de análise que seria empregada. Nesse sentido, a análise dos diagramas de energia no material didático fundamentou-se na classificação dos signos em símbolo, ícone e índice, considerando a perspectiva diagramática do signo.

Na análise os autores procuraram, inicialmente, realizar uma leitura panorâmica de toda a extensão da obra, com vistas a identificar os capítulos nos quais os diagramas de energia são introduzidos, explicados e utilizados. Na sequência, detiveram a análise,

principalmente, nos capítulos em que era possível observar maior riqueza de detalhes, ou seja, onde são introduzidos e explicados pela primeira vez.

Nos resultados, a análise semiótica na perspectiva diagramática foi organizada numa visão geral dos diagramas. Na sequência procuraram evidenciar aspectos simbólicos por meio das convenções e regras para os diagramas. Em seguida, destacaram os aspectos icônicos por meio das relações e operacionalidade dos diagramas e ainda as possibilidades indiciais. Além disso, problematizaram a equivalência ontológica entre orbitais vazios e orbitais cheios.

Portanto, a análise a partir de tais seções, segundo os autores, revelou de modo geral que os diagramas de energia de orbitais são utilizados em diferentes contextos de aplicação e, também, com objetivos diversos. Do aspecto semiótico, as regras que orientam a construção e operação dos signos que compõem os diagramas são previamente convencionados, fornecendo, assim, as condições mínimas a respeito de como interpretá-los. Contudo, os autores ressaltam que aspectos mais sutis por vezes não são destacados e podem acarretar interpretações não pretendidas por seus autores. Assim, os autores ponderam que o papel das representações no ensino, fundamentadas na semiótica peirceana podem ser superadas por compreensões mais elaboradas sobre a natureza e sobre as possíveis concepções alternativas identificadas no estudo.

O último trabalho dessa seção, o estudo de Dangelo, Rezende e Araujo Neto (2020) apresenta uma análise semiótica peirceana do uso dos diagramas pictóricos com formas de quadrados e de seus moldes físicos, produzidos por August Hofmann em um conjunto de lectures. Desse modo, os autores buscaram numa perspectiva semiótica compreender a contribuição de August Wilhelm von Hofmann (1818 - 1892) para a construção de um sentido de representação estrutural, onde identificaram suas formas primeiras, ou seja, exordiais, no decorrer da segunda metade do século XIX, na busca por configurar o espaço como um componente semiótico na representação da estrutura de compostos químicos, ainda que de forma ambígua.

Em termos da teoria semiótica, os autores pontuaram aspectos centrais e aprofundaram na elucidação das dez classes propostas por Peirce, as quais foram empregadas na análise do material histórico. Assim, além da análise semiótica em documentos primários de Hofmann, alcançados com vistas no recorte dos diagramas pictóricos, os autores procuraram também estabelecer comparações com outras formas simbólicas semelhantes, como as usadas por John Daniell.

Segundo os autores, os resultados evidenciaram que a complexa semiose proposta por Hofmann com o uso dos seus quadrados direciona para formas de uso coerentes com a classe

de signo do tipo legisigno-simbólico-dicente. Assim, concluíram que o aspecto dicente, identificado nos diagramas pictóricos de Hofmann, despontaram uma forma exordial de apresentar o espaço como também um componente do ente químico.

Vale destacar também, como salientado no trabalho, o alcance do estudo enquanto material de referência para a compreensão da importância dos processos de representação na construção do conhecimento químico no dado período.

3.3 UM PANORAMA DA REVISÃO

Ao longo da presente revisão procuramos delinear como a semiótica de Peirce vem avançando enquanto referencial teórico na área do Ensino Química. Na presente seção trataremos um panorama destes trabalhos e destacaremos aspectos gerais a partir dessa visão geral.

Os artigos de cunho teórico abrem espaço para o debate da representação no contexto do Ensino de Química. O artigo de Gois e Giordan (2007), o mais antigo desta revisão, amplia esse debate das representações trazendo a perspectiva da tríade de Peirce para a sala de aula de Química. Ainda numa relação com o referencial teórico predominante, os níveis do conhecimento. O trabalho vai na direção de problematizar a produção de significados na sala de aula, tema que atravessa o ensino e a aprendizagem.

O artigo de Wartha e Rezende (2011) foi na mesma direção do trabalho de Gois e Giordan (2007), porém contemplou no texto mais elementos que possibilitam ao leitor se situar nas discussões em torno da noção de representação de modo geral, a teoria dos níveis de conhecimento, assim como a teoria de Peirce. Podemos constatar que a semiótica peirceana vai sendo posta como um referencial fecundo no sentido de contribuir para compreensões mais robustas sobre as representações químicas.

Nesse viés, o artigo de Araujo Neto (2012) vai nessa perspectiva, no contexto de investigar as influências teóricas a partir da semiótica peirceana e da Filosofia da Química no âmbito das diferentes formas de uso para a noção de representação estrutural, em situações de estudo no Ensino Superior de Química. Assim, o autor traz para o debate temas centrais no uso da representação no ensino como a identidade, a incompletude e a intencionalidade.

Para fechar o quarteto de trabalhos de cunho teórico, Wartha e Rezende (2017) avançaram na semiótica de Peirce no Ensino de Química ao trazerem uma discussão sobre o estatuto ontológico, epistemológico e pedagógico do papel das representações. A relação objeto imediato e objeto dinâmico evoca a ontologia ao acesso aos entes químicos, no qual conhecer o real passa pela representação. No plano epistemológico, as diferentes modalidades

de comunicação permitem compreender os entes químicos enquanto constructos teóricos. No plano pedagógico, implica na compreensão constante de sistemas de signos, sejam eles fenômenos, símbolos e modelos no processo de construção de conhecimento químico.

Desse modo, percebemos por meio desse primeiro bloco de artigos de cunho teórico como a semiótica vai permeando o Ensino de Química por diferentes modos, seja mais diretamente no contexto da sala de aula de Química (GOIS; GIORDAN, 2007; WHARTA; REZENDE, 2011), passando também pela discussão histórica e filosófica (ARAUJO NETO, 2012), e ainda ampliando para as dimensões do conhecimento (WHARTA; REZENDE, 2017), mas todos com um olhar direcionado para as representações e suas implicações no ensino.

Na segunda seção de trabalhos, foram contemplados artigos que envolveram estudantes no curso da pesquisa. A respeito de estudos realizados com estudantes do Ensino Médio, o artigo das autoras Scalco, Cordeiro e Kiill (2015) empregou a relação signo-interpretante dinâmico para analisar a compreensão dos estudantes em relação as imagens no Livro Didático no conteúdo de Ligação Química. Por meio da ferramenta de análise, as autoras além de classificarem os possíveis interpretantes, identificaram níveis de compreensões dos estudantes. O estudo de Silva e Silva (2018) empregou uma intervenção no estudo da Radioatividade. O trabalho se apoiou na relação signo-objeto e concluíram que os signos simbólicos atravessaram todo o processo de aprendizagem em estudo, embora tenham reconhecido também o papel importante dos ícones e dos índices. O estudo de Santos e Silva (2019) trabalhou com o tema Solubilidade numa intervenção caracterizada por dois momentos: aula expositiva e apresentações das estudantes. Assim, o estudo procurou identificar como os signos icônicos, indiciais e simbólicos elucidados na aula foram apropriados pelas estudantes nas apresentações. Vale destacar que esse estudo trabalhou com outros referenciais além da teoria peirceana. Por último, no conjunto de trabalhos envolvendo estudantes do Ensino Médio, Campos e Araujo Neto (2021) investigaram a criação de animações de vídeo usando a técnica *Stop Motion*. Os autores fundamentaram-se na Secundidade para organizar uma situação de ensino que buscou colocar os alunos numa experiência criativa de vídeos no âmbito do reconhecimento das funções na Química Orgânica.

De modo geral, os trabalhos da revisão envolvendo os estudantes do Ensino Médio apontaram para uma pluralidade do emprego da semiótica de Peirce no contexto do ensino, seja para investigar os interpretantes dos signos imagens (SCALCO; CORDEIRO; KIILL, 2015), acompanhar a construção sógnica nas intervenções (SILVA; SILVA, 2018; SANTO;

SILVA, 2019) e ainda para analisar a produção audiovisual dos estudantes (CAMPOS; ARAUJO NETO, 2021). Os trabalhos desse grupo apontam também como os autores vêm ampliando o emprego da teoria peirceana para além da relação signo-objeto.

Ainda na segunda seção, mas agora voltada para os artigos que envolveram a sala de aula no contexto do Ensino Superior, o artigo de Wharta e Rezende (2015) empregou a teoria peirceana ao propor uma tríade (Perceber, Relacionar e Conceituar) para tentar compreender as dificuldades dos estudantes na apropriação conceitual em processos envolvendo a Química Orgânica. Os autores identificaram que a aprendizagem conceitual na Química Orgânica não pode se dissociar da representação e do que significam. O artigo de Silva (2017) se deteve a investigar como um grupo de estudantes da graduação empreenderam diferentes signos na resolução de problema matemático e químico no âmbito de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Desse modo, a autora procurou percorrer a construção sógnica de um grupo de estudantes no desenrolar da atividade, sobretudo destacando os diferentes modos sógnicos como gráficos, tabelas e equações.

O trabalho de Silva e Almeida (2019) direciona o olhar para uma análise semiótica de Livros Didáticos de Química do Ensino Médio no conteúdo de Propriedades Coligativas por um grupo de professores - estudantes de Educação Matemática. Nesse sentido, as autoras buscaram delinear os signos produzidos pelos grupos a partir da análise do material, destacando que estes perceberam possibilidades para abordagens interdisciplinares entre Matemática e Química, tendo em vista que a Química requer signos Matemáticos como, por exemplo, gráficos e tabelas. Por fim, nessa seção o artigo de Silva e Silva (2021), o único voltado especificamente para a formação de professores, investigou a produção sógnica de estudantes na graduação por meio da expressão artística ao representar os elementos carbono e mercúrio e suas substâncias. Os estudantes por uma mediação sógnica atuaram como criadores de símbolos, ícones e índices, utilizando-se de diferentes formas, cores e proporções e conhecimento científico.

Para fechar a seção de trabalhos da revisão envolvendo os estudantes do Ensino Superior, mais uma vez revelam uma pluralidade no emprego da semiótica de Peirce que pode ser caracterizada de modo geral em duas frentes a considerar os contextos específicos, voltada para uma análise dos estudantes em atividade na sala de aula (WHARTA; REZENDE, 2015; SILVA, 2017; SILVA; ALMEIDA, 2019) e a segunda para análise da produção dos estudantes (SILVA; SILVA, 2021). Embora, tenhamos que destacar que em alguns momentos essas duas frentes se misturam tendo em vista o próprio aspecto dinâmico que caracteriza o espaço da sala de aula.

Na última seção da revisão trouxemos os artigos que se debruçaram sobre análise de imagens em Livros Didáticos. O artigo das autoras Cacian e Ramos (2019) analisou as imagens do conteúdo de Ligação Química de dois livros do Ensino Médio. As autoras identificaram o importante papel das imagens nos livros, além também da tendência de as imagens atuarem como legissignos simbólicos e qualissignos icônicos, ao representar um conteúdo altamente abstrato, o que exige dos estudantes domínio da simbologia e conceitos químicos.

Os dois trabalhos a seguir, diferente do anterior, se debruçaram na análise de imagens de Livros Didáticos voltados ao Ensino Superior. O primeiro artigo (ROZENTALSKI; PORTO, 2015) direciona para imagens utilizadas no estudo de orbitais em livros de Química Geral. Os autores olham essas imagens contextualizadas com o livro como um todo, especialmente no que diz respeito aos aspectos ontológicos e epistemológicos transmitidos por elas e empregam a tricotomia da relação signo e objeto. De modo geral, os autores identificaram que na maioria dos livros analisados existe uma carência de explicações sobre o objeto do qual a representação toma lugar; a respeito de como foram produzidas as imagens; quais aspectos a representação tenta contemplar do objeto; discutir as diferenças entre as imagens relacionadas aos orbitais. Segundo os autores, tais aspectos por meio da discussão explícita poderiam contribuir para superar dificuldades no ensino, fomentada, por exemplo, pela semiótica peirceana. O outro artigo dos mesmos autores (ROZENTALSKI; PORTO, 2019) procurou analisar o emprego de diagramas de energia de orbitais em Livros Didáticos de Química Geral. Apoiados principalmente no conceito de diagrama de Peirce os autores identificaram que embora os significados dos signos que compõem os diagramas, as regras que orientam sua construção e a operação são previamente convencionados, aspectos menores não são contemplados nessa base mínima. Assim, os autores concluem, em concordância com o artigo anterior, que compreensões mais elaboradas sobre a natureza e o papel das representações no ensino podem contribuir para superar tais lacunas fundamentadas na semiótica peirceana.

Por fim, o último trabalho, embora não trate especificadamente de Livro Didático, foi alocado nesta seção pelo material de análise possuir um viés didático. Assim, o artigo de Dangelo, Rezende e Araujo Neto (2020) investigaram numa perspectiva semiótica a contribuição de August Wilhelm von Hofmann (1818 - 1892) para a construção de um sentido de representação estrutural, onde identificaram suas formas primeiras e a busca de configurar o espaço como um componente semiótico na representação da estrutura de compostos químicos. Os resultados evidenciaram que a complexa semiose proposta por Hofmann com o

uso dos seus quadrados direciona para formas de uso coerentes com a classe de signo do tipo legisigno-simbólico-dicente.

Portanto, finalizamos o panorama dos trabalhos da revisão envolvendo Livros Didático e material histórico. Nesse grupo verificamos um maior aprofundamento das análises semióticas, uma vez que a delimitação dos signos nesse contexto torna-se mais aparente, o que propicia uma análise mais estruturada e intencional. Assim, embora os signos, bem como o olhar teórico, tenham sido plurais nesse grupo, como nos demais, as análises no geral buscaram apontar a importância de compreensões mais elaboradas sobre a natureza e o papel das representações desse tipo (imagens, diagramas), tendo em vista suas implicações para o ensino (CANCIAN; RAMOS, 2019; ROZENTALSKI; PORTO, 2015; 2018; DANGELO; REZENDE; ARAUJO NETO, 2020).

Assim, por meio desse panorama da presente revisão procuramos delinear o emprego da semiótica peirceana na área do Ensino de Química. Procuramos destacar nos artigos os aspectos semióticos, embora em alguns momentos talvez não tenha ficado muito explícito, pela própria natureza da teoria peirceana. Conforme Santaella (2002) salienta “a semiótica enquanto uma teoria abstrata nos permite mapear o campo das linguagens nos vários aspectos gerais que as constituem. [...], para uma análise afinada, a aplicação semiótica reclama pelo diálogo com teorias mais específicas dos processos de signos que estão sendo examinados” (p.6). Nesse sentido, a semiótica constitui-se “como um mapa lógico que traça as linhas dos diferentes aspectos através dos quais uma análise deve ser conduzida” (SANTAELLA, 2002, p.6), mas aliada ao campo de conhecimento específico de cada artigo. Portanto, olhar a semiótica nos trabalhos perpassa, necessariamente, pela área de conhecimento a qual o trabalho se insere.

Na presente Tese empregamos três modelos para a etapa de análise semiótica. Sendo que o primeiro se refere ao uso das categorias essenciais Primeiridade, Secundidade e Terceiridade conforme empregada nos artigos (WHARTA; REZENDE, 2011; 2015; CANCIAN; RAMOS, 2019). O segundo modelo empregou as três tricotomias, sendo que alguns dos artigos empregaram uma ou até duas tricotomias, mas nenhum empregou simultaneamente as três conforme utilizamos. O terceiro modelo abarcou a relação signo-objeto na ação do ícone, índice e símbolo, mas na perspectiva diagramática. Assim, o trabalho que mais dialoga semioticamente com esse terceiro modelo é do Rozentalski e Porto (2018).

A respeito do objeto de estudo, podemos dizer que como os trabalhos se inserem na área do Ensino de Química, todos em alguma medida possuem relação com o nosso estudo, uma vez que estamos inclinados para aspectos da representação, os quais atravessam o

processo de ensino e de aprendizagem no contexto da Química. Desse modo, como mencionado anteriormente, o trabalho de Wharta e Rezende (2015) mais se aproxima com o nosso contexto de pesquisa, a sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior, embora ambos guardem suas particularidades. Adicionalmente, no geral, nosso trabalho se alia ao grupo da revisão que se debruçou sobre aspectos da sala de aula envolvendo o Ensino Superior.

Ademais, é importante considerar que embora a maioria dos artigos da revisão tenham, de fato, empregado a semiótica como um robusto caminho de análise, tanto referente a teoria retratada no corpo do texto, como a aplicada na análise dos resultados, vale trazer a seguinte ponderação. A semiótica de Peirce permite descrever, analisar e avaliar questões das mais diferentes naturezas que as mensagens podem abarcar: fala, escrita, gestos, sons, imagens, vídeos, dentre outras, ou seja, infinitos processos semióticos.

Para tanto, faz-se necessário empregar de modo inicial a delimitação da tríade signo, objeto e interpretante. “A semiose, de acordo com Peirce, é um processo ininterrupto, que regride infinitamente em direção ao objeto dinâmico e progride infinitamente em direção ao interpretante final” (SANTAELLA, 2002, p.42). Isso significa na prática que é viável estabelecer um signo como ponto de partida e algum interpretante como o último (RANSDELL apud SANTAELLA, 2000), levando em conta também que, o que caracteriza um signo, um objeto e um interpretante é a sua posição ocupada na tríade no processo representativo.

Desse modo, entendemos que na maioria dos artigos, essa tríade foi delimitada de modo implícito, até mesmo porque alguns aspectos do trabalho contribuem para isso, como o objetivo aliado a própria construção dos dados para análise. Por outro lado, reforçamos que à medida que o signo aumenta em complexidade como, por exemplo, nos episódios de sala de aula, essa delimitação de modo explícito auxilia não somente o leitor na compreensão da análise, mas também o analista ao tratar com o maior rigor possível os limites e alcances de tal análise. Vale, por fim, destacar que essa delimitação não se configura como uma precipitação analítica, uma vez que a compreensão mais ampla de possíveis semioses de qualquer signo passa por destramar as camadas mais internas de sua composição por meio das ferramentas peirceanas.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo serão apresentadas as escolhas metodológicas adotadas ao longo da pesquisa. O delinear da nossa pesquisa se insere em uma abordagem do tipo qualitativa, uma vez que para responder nossa questão de pesquisa adentramos nos aspectos essenciais da pesquisa qualitativa como descrito a seguir:

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagem e métodos. (FLICK, 2009, p.23).

Desse modo, ao longo das seções do presente capítulo destacaremos os métodos selecionados, assim como as justificativas que sustentam nossas escolhas estruturando a apresentação em dois momentos (i) contexto de construção dos dados; e (ii) estrutura de análise.

4.1 CONTEXTO DE CONSTRUÇÃO DOS DADOS

Neste tópico apresentaremos como foram construídos os nossos dados de pesquisa. Carvalho (2007, p.14) destaca a importância do cuidado na descrição da coleta de dados em uma pesquisa como descrito a seguir:

Apesar de uma metodologia de pesquisa não se resumir à coleta de dados, esta é a sua principal função pois a estrutura metodológica de uma pesquisa visa cercar a coleta de dados de todos os cuidados para que estes respondam, com maior confiabilidade e precisão possível, às questões levantadas.

Assim, com vistas a garantir a validade e a fidedignidade dos resultados obtidos, apresentaremos todos os passos, escolhas e justificativas durante o processo de construção dos dados. Nesta pesquisa foram construídos uma grande variedade de dados, os quais possuem características distintas, o que exigiu a mobilização de diferentes instrumentos. Assim, nessa seção vamos apresentar o processo de construção de cada conjunto de dados.

4.1.1 Aulas da disciplina de Química Orgânica I no Ensino Superior

O primeiro grupo de dados que compõem o *corpus* da pesquisa refere-se a um conjunto de aulas do Ensino Superior gravadas pela própria pesquisadora no período entre 2016 e 2017. Escolhemos direcionar o nosso olhar para a disciplina QOI, mais precisamente por dois motivos.

O primeiro se deve à uma compreensão teórica. A Química Orgânica é considerada pioneira no uso de signos gráficos para representações de estruturas (ARAÚJO NETO, 2007), e por meio do uso dessas representações torna-se possível o estudo das estruturas moleculares considerando sua disposição no espaço. Assim, nas situações de ensino no âmbito da Química Orgânica no Ensino Superior, muitos conceitos, convenções, representações gráficas são empregadas. Acreditamos que a semiótica se constitui como um terreno fecundo para potencializar a compreensão das semioses nos processos acerca da representação da estrutura química na sala de aula de Química Orgânica.

O segundo motivo é de ordem prática, uma vez que, na fase de elaboração do projeto de doutorado, uma professora de Química Orgânica da mesma instituição de vínculo da pesquisadora, havia sinalizado disposição em colaborar com a pesquisa. Dessa forma, a escolha da professora está atrelada a possibilidade de adesão à pesquisa, bem como ao oferecimento da disciplina de QOI nos semestres previstos para a coleta dos dados da pesquisa. No Quadro 7 apresentamos algumas informações a respeito das turmas de QOI pesquisadas.

Quadro 7 - Dados das disciplinas pesquisadas na instituição de Ensino Superior

Período oferecido	Turno	Número de alunos	*Número de aulas ¹¹	Número de tutorias
2º semestre 2016	Diurno	52	22	2
1º semestre 2017	Noturno	46	29	7
2º semestre 2017	Diurno	43	3	8

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Foram acompanhadas todas as aulas e tutorias das duas primeiras turmas, 2º semestre/2016 e 1º semestre/2017, com exceção das aulas previstas para exames. Na turma do 2º semestre/2017 foram acompanhadas todas as tutorias, mas somente algumas aulas, sendo aquelas que tinham relação direta com a nossa investigação. Assim, o número de aulas da Quadro 7 refere-se as aulas que foram acompanhadas pela pesquisadora. Devido ao volume de dados, no exame de qualificação a banca recomendou não incluir aqueles referentes as tutorias.

A disciplina QOI totaliza 60 horas, organizada semanalmente em dois encontros de duas horas. O número de aulas diferentes para as duas primeiras turmas se deve a ajustes realizados pela professora no cronograma da primeira turma. Isso ocorreu por motivos

¹¹ Número de aulas registradas por meio audiovisual pela pesquisadora.

personais, assim como paralisações, sendo necessário estender a carga horária de algumas aulas para o cumprimento do cronograma.

O procedimento de apresentação da pesquisa para a professora participante constou de uma reunião inicial com a discussão do projeto e esclarecimento sobre a conduta para obtenção dos registros, ponderando-se os impactos e as oportunidades que a disciplina poderia oferecer à pesquisa.

Na primeira aula das disciplinas acompanhadas foi feita uma apresentação do projeto aos alunos daquele período por parte da pesquisadora. Nessa oportunidade expusemos que a pesquisa foi devidamente apreciada e aprovada pelo Comitê de Ética da UFJF com número de aprovação 3.072.740, repassamos as recomendações do comitê, como o uso do termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), que descreve os procedimentos da pesquisa, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade de recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e possíveis desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos.

Assim, passado o termo aos estudantes, à professora e de posse da concordância de todos em aderir à pesquisa, iniciou-se a filmagem das aulas.

4.1.1.1 Observação e registro audiovisual nas aulas de Química Orgânica

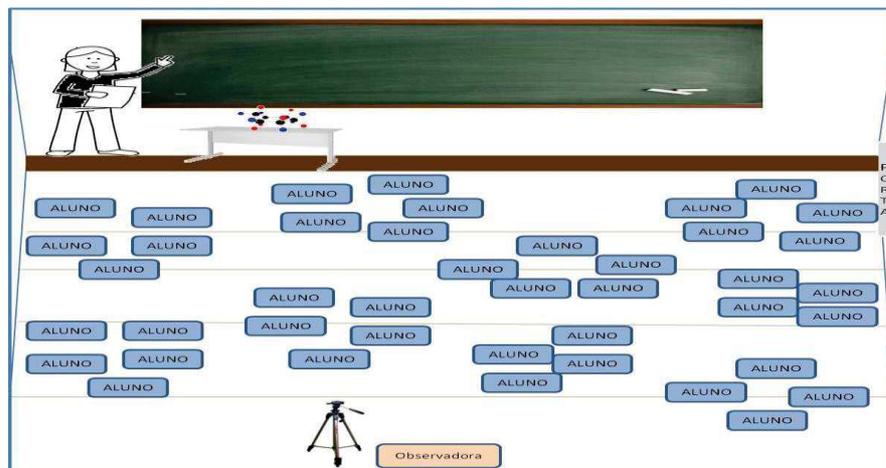
As gravações em sala de aula foram pautadas nas orientações de Carvalho (2007), a qual discute uma metodologia para estudar os processos de ensino e de aprendizagem em salas de aula baseada na experiência em estudos desenvolvidos pelo grupo que a autora integra. A respeito dos cuidados necessários nas gravações em vídeo das aulas para que possam ser utilizadas como dados, a autora destaca: (i) a importância do planejamento da filmagem, o que gravar e como gravar; (ii) o posicionamento da câmera e do operador em função dos objetivos da gravação; (iii) para associar o discurso do professor com o do aluno é necessário registrar uma sequência de aulas; (iv) questões éticas; e (v) a interferência mínima da câmera na sala e a fase de adaptação. Todas essas orientações foram consideradas no processo de registro das aulas.

A sala de aula constitui nosso espaço de obtenção de dados e a câmera de vídeo foi o instrumento principal de registro de imagens e áudios. Contudo, apesar de reconhecermos o papel da câmera, consideramos que os registros são produtos de uma série de intencionalidades que marcaram a presença e decisões da pesquisadora que conduziu os

registros. Assim, durante o processo de gravação, decisões como o momento de ligar, desligar, onde e quando usar o zoom, posicionamento na sala, são marcados por escolhas que estão atreladas às individualidades da pesquisadora, bem como das leituras e intenções de pesquisa. Essas ponderações são importantes no sentido de demarcar a presença da pesquisadora na construção dos dados por de trás da câmera.

Durante as filmagens das aulas a posição preferencial de fixar a montagem do equipamento e posicionamento da pesquisadora foi localizada em regiões do meio para o fundo da sala, priorizando-se minimizar o desconforto causado por uma câmera nas aulas. Dessa forma, procurava-se não atrapalhar a visão dos estudantes e, ao mesmo tempo, não perder qualidade de som, uma vez que foi usado somente o microfone da própria filmadora. A maior parte da filmagem foi realizada de um ponto fixo da sala. Eventualmente quando os estudantes estavam em grupo a pesquisadora movimentou-se com a câmera na sala. O espaço da sala de aula e a distribuição da turma está representado na Figura 8 a seguir.

Figura 8 - Representação da sala de aula



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Foi utilizada uma filmadora Sony com bateria e um tripé com altura máxima de 1,70 m. Tais recursos eram montados no início de cada aula, tendo em vista que o acesso a sala de aula só ocorria com a chegada da professora. As gravações das aulas foram pautadas conforme o planejamento da pesquisa, sendo consideradas diferentes situações de ensino e de aprendizagem, como a fala do professor e dos estudantes, estudos em grupos e discussões com toda classe conduzidas pelo professor.

Vale destacar que a partir das aulas foram construídos episódios, os quais serão melhor configurados na estrutura de análise.

4.1.2 Produção de curtas-metragens pelos estudantes

Na turma do 2º semestre/2017, terceira turma acompanhada, os estudantes foram orientados pela professora para a produção de vídeos curtos, denominados, por nós, curta-metragem¹², relacionados com o conteúdo de aula. A professora disponibilizou a ferramenta material (bolas e varetas) para os estudantes montarem estruturas representativas de estruturas moleculares e gravarem, por exemplo, as conformações alternadas e eclipsadas de determinada molécula.

A orientação da professora para a produção do material audiovisual consistiu em que os estudantes mostrassem no curta-metragem as diferentes conformações de determinada estrutura com a utilização da ferramenta material e explicassem a estabilidade da molécula em relação às conformações. Ao longo da disciplina foram solicitados dois vídeos, o primeiro sobre a Análise Conformacional da molécula de propano e o segundo sobre a Análise Conformacional da molécula de cis-isopropil-4-metil-ciclohexano.

Os estudantes enviaram o material por e-mail e a professora conseguiu disponibilizar para nossa pesquisa dez vídeos referentes a primeira gravação e quatro referentes a segunda gravação. Portanto, fará parte do conjunto de dados da presente Tese o primeiro grupo, com dez vídeos sobre Análise Conformacional da molécula de propano.

4.1.3 Conversa Reflexiva com a professora

Além da gravação das aulas, outro instrumento utilizado para auxiliar na compreensão de aspectos da sala de aula, assim como da formação acadêmica da professora, foi a entrevista. Esse instrumento de coleta de dados é considerado um dos principais meios de trabalho em pesquisas qualitativas (LUDKE, MENGA, 1986). O roteiro de entrevista foi elaborado a partir da imersão no campo (gravações das aulas), articulada com uma análise criteriosa das aulas no processo de construção do mapa de eventos, além do aprofundamento teórico no referencial da semiótica peirceana.

A entrevista contou com mais elementos além dos convencionais, desse modo ela foi denominada por nós de Conversa Reflexiva, pois além de abarcar aspectos de uma entrevista semiestruturada, na qual o entrevistador utiliza questões organizadoras, mas com certa flexibilidade (GIL, 1999), utilizamos também outras estratégias, como uma reflexão a partir de materiais audiovisuais (curta-metragem de um estudante e um episódio de aula).

¹²“Curta-metragem, ou simplesmente curta, é um filme de pequena duração. O Dicionário Houaiss define curta-metragem como "filme com duração de até 30 minutos, de intenção estética, informativa, educacional ou publicitária, geralmente exibido como complemento de um programa cinematográfico" (WIKIPÉDIA, 2018).

A utilização de registros no processo de pesquisa é descrita na literatura como método da Lembrança Estimulada (LE), que consiste em expor o sujeito de pesquisa a registros como, fotografias, vídeos, escritos, desenhos que possuem alguma relação com uma atividade específica da qual participou, como uma aula (FALCÃO, GILBERT, 2005). Contudo, como a organização da Conversa Reflexiva não se pautou em todas as orientações da técnica de Lembrança Estimulada, consideramos aqui a sua influência, mas não a utilização do método propriamente.

O roteiro da Conversa Reflexiva foi estruturado em três eixos: o primeiro sobre questões referentes a atividade do curta-metragem produzido pelos estudantes na disciplina de QOI; o segundo com uma reflexão a partir de episódio da aula da professora; e o terceiro sobre aspectos da formação da professora. Os dois primeiros eixos foram precedidos por um momento no qual a entrevistada assistiu o curta-metragem e o episódio de aula, respectivamente. O roteiro da Conversa Reflexiva se encontra no Apêndice D.

Assim, considerando a relevância de vários aspectos da Conversa Reflexiva, como as impressões da professora diante do episódio da aula, foi utilizado o registro audiovisual, com a câmera localizada de modo a abranger a professora, as imagens no notebook e os entrevistadores, tendo de antemão o consentimento da entrevistada. Os entrevistadores foram chamados de Pesquisador 1 (P1), Pesquisador 2 (P2) e Pesquisador 3 (P3). Um dos pesquisadores participou de forma remota via Google *Meet*.

4.2 ESTRUTURA DE ANÁLISE

A análise dos dados, composto pelo conjunto de gravações audiovisuais das aulas da disciplina de QOI, dos curtas-metragens produzidos pelos estudantes e da Conversa Reflexiva com a professora, foi organizada conforme as características de cada material. Assim, o tratamento analítico inicial para as gravações das aulas pautou-se na construção de mapa de eventos de um conjunto de aulas e na sequência a construção e seleção dos episódios de análise; para os curtas-metragens, no primeiro momento foram enquadrados no formato de episódio para análise e para a Conversa Reflexiva foi realizado um mapeamento da gravação audiovisual.

A segunda etapa de análise para os dois primeiros conjuntos de dados, gravações audiovisuais das aulas e curtas-metragens dos estudantes, passou a contar com a estrutura metodológica da semiótica de Peirce. Assim, será detalhado a estrutura semiótica empregada para analisar cada tipo de dado, episódio de aula, aula e curta-metragem.

A análise do mapeamento da Conversa Reflexiva foi desenvolvida à luz da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), que busca por meio de procedimentos sistemáticos produzir inferências e comparações a partir do conteúdo da mensagem.

Portanto, nas subseções seguintes apresentaremos a estrutura de análise empregada para tratar os diferentes dados e também quais escolhas ponderaram a seleção do material analítico, tendo em vista a ampla produção de dados.

4.2.1 Construção do mapa de eventos

O material obtido por meio das gravações das aulas por si só não constitui dados de uma pesquisa (CARVALHO, 2007). Ainda que tenhamos direcionado o olhar durante as gravações, conforme os interesses da pesquisa, os esforços focalizaram a estruturação de um método que procurasse reconhecer modos de seleção de episódios, o qual é considerado como “parte do ensino e é, pois, um recorte feito na aula, uma sequência selecionada em que situações chaves são resgatadas” (CARVALHO, 2007, p.33). Dessa forma, os episódios constituem trechos das gravações selecionadas segundo critérios que serão discutidos a seguir a partir do mapa de eventos.

O acompanhamento de uma sequência de aulas gera um volume de dados grande. Assim, com vistas à identificação de um panorama geral da sala de aula em estudo, e em seguida para a seleção de episódios de análise com critérios coerentes com os propósitos da pesquisa, utilizamos como estrutura inicial de análise de vídeo, a ferramenta de mapa de eventos.

O mapa de eventos consiste em uma ferramenta desenvolvida em trabalhos que utilizam registros de sala de aula e que procuram destacar também os aspectos não verbais em uso nas atividades docentes (MARTINS, 2006). Essa ferramenta permite organizar cada evento de modo a entender: (i) como o tempo é gasto no decorrer de uma aula; (ii) quais temas e conceitos que se destacam durante as atividades; (iii) marcar de forma abrangente os tipos de ferramenta em uso nas atividades; e (iv) organizar os tipos de conteúdo curriculares que são contemplados nas aulas. Assim, o mapa de eventos utilizado no presente trabalho foi inspirado no trabalho de Martins (2006), bem como adaptado do trabalho de Araujo Neto (2009), por uma questão de semelhança ao contexto de estudo.

O mapa de eventos foi organizado conforme a sequência de aulas da disciplina. Seu formato consiste em um quadro contendo as seguintes categorias: número de ordem (NO), início do evento, fim do evento, natureza do evento, tópicos, ferramentas, descrição do

evento, além do nome da aula (ordem alfabética da sequência de aulas) e a respectiva data. Um fragmento do mapa de eventos da disciplina QOI no 2º semestre/2016 pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Fragmento do mapa de eventos da disciplina de QOI 2º no semestre/2016

Aula H - 29/09/2016 - Alunos em grupo nessa aula						
NO	Início do evento	Fim do evento	Natureza do evento	Tópicos	Ferramentas	Descrição do evento
1	00:00:00	00:00:25	(Organizativo) Início do tema da aula	(HE)	(M)	A professora explicou que para estudar a rotação em torno de uma ligação é necessário retomar alguns fundamentos. Estava em mãos o modelo bola/vareta para a molécula de etano.
2	00:00:25	00:01:12	(Explicativo) Fundamentos para o estudo da rotação em torno de uma ligação C-C sigma.		(M)	O foco é visualizar a ligação Carbono-Carbono. Mostrou essa ligação na ferramenta material para molécula de etano.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para a presente pesquisa foram mapeadas um conjunto de aulas referentes a primeira turma acompanhada. No Apêndice C está disponível o conjunto de mapa de eventos das aulas que versaram sobre o conteúdo de Análise Conformacional, as quais compõem o conjunto de dados selecionados para a análise. Ainda sobre a delimitação de eventos em nosso mapa, é importante destacar que nos baseamos em Martins (2006), destacando que:

Os eventos representados no mapa não emergem naturalmente. Sua delimitação é um ato interpretativo, construído na interação entre pesquisador e material empírico, a partir de critérios que têm como base o referencial teórico e os objetivos da investigação e que constituem a base da descrição da situação discursiva pretendida. (MARTINS, 2006, p. 309).

A pesquisa pretende focalizar diferentes aspectos da aula, como em atividades e situações que envolvam as representações dos entes químicos, por meio de diferentes signos e suas combinações (fala, ferramentas materiais, quadro, gestos, entre outros) em uso pela professora ou pelos estudantes como meios para a elaboração de conceitos e argumentos. Assim, tendo em vista o nosso referencial teórico e os objetivos da investigação, a fronteira entre os eventos foi estabelecida pela identificação da mudança de propósito na ação da professora.

Como verificado na Figura 9, além da organização em eventos, o mapa contou com outras categorias. A natureza do evento, tida como chave primária do mapa, é colocada em três grupos: organizativo, explicativo e alunos em exercício, conforme apresentado no Quadro 8. Nosso estudo tem interesse em eventos que se enquadram nos tipos ‘Explicativo’ e ‘Alunos em Exercício’. As atividades de cunho organizativo foram desconsideradas para a seleção de episódios, porém são importantes pois marcam o contexto do fenômeno sob investigação.

Quadro 8 - Características no tópico natureza do evento para o mapa de eventos

Natureza do evento	
Organizativo	Destina-se a organização das atividades do curso, avisos, pedidos de silêncio, negociação da agenda do curso e outras intervenções necessárias.
Explicativo	Destina-se a qualquer intervenção que envolve um aspecto direto ou relacionado ao tema da disciplina, por meio da produção de enunciados sobre um objeto, situação, conceito, estado das coisas do mundo.
Alunos em exercício	Destina-se a situações as quais os estudantes estão realizando alguma atividade em aula e o professor marcou esse espaço, como tempo para copiarem do quadro, tempo para manusearem a ferramenta material, tempo para desenvolverem exercícios em aula.

Fonte: Adaptado de Araujo Neto (2009).

Durante a construção do mapa não se fragmentou um evento explicativo pelo fato da professora ter utilizado alguns segundos ou minutos para situações de ordem organizativa, apenas assinalamos esse aspecto na descrição do evento. Para delimitação dos eventos explicativos foram utilizados dois critérios: o primeiro, alteração de conteúdo ou tema, e o segundo atrelado a uma mudança de situação, como por exemplo, a passagem da Análise Conformacional de uma molécula para outra molécula.

Como as atividades em sala de aula são dinâmicas, em algumas situações o evento possuía indícios de ser classificado como explicativo e alunos em exercício. Assim, optamos pela categoria com maior destaque, ainda que em algumas situações tenhamos utilizado duas marcações, quando, por exemplo, a professora apresentava um comando para os estudantes, como manusear a ferramenta material e, concomitantemente, trazia uma explicação atrelada à atividade desenvolvida por eles naquele momento.

Tendo em vista o conteúdo da disciplina de QOI, utilizamos a classificação proposta por Araujo Neto (2009) para organização do conteúdo curricular disponível nas sequências de ensino: técnica de representação, habilidade espacial, estrutura e atividade, e característica estrutural. A elucidação para cada um deles encontra-se no Quadro 9.

Quadro 9 - Classificações dos tópicos conteúdos no mapa de eventos

Tópicos	
Técnica de representação (TR)	Ensino de técnicas específicas para representação de entes químicos e a transposição entre representações. Informar sobre os aspectos que dão legitimidade àquela representação. Envolve também o reconhecimento de uma determinada técnica de representação.
Habilidade espacial (HE)	Explicação sobre os procedimentos associados à habilidade espacial. Procedimento de rotação, translação, deslocamento, corte, separação, realizados com ferramentas gráficas, materiais ou gestuais.
Estrutura e atividade (EA)	Discussão de características estruturais em função de uma propriedade da substância. Correspondência de uma estrutura com uma propriedade sensivelmente observável. Situação para explicar a correspondência da

	estrutura com o estado da coisa representada no mundo.
Característica estrutural (CE)	Ensino de características relacionadas à estrutura de entes químicos (elementos de simetria, ângulos de ligação, forma, hibridação). Envolve o reconhecimento de algo que pertença à estrutura e que possa ser útil na compreensão da sua atividade química e na possibilidade de distingui-la de outra estrutura.

Fonte: Araujo Neto (2009, p.127).

Ainda na organização do mapa de eventos procuramos demarcar os tipos de ferramentas que estão em uso durante as aulas. As ferramentas gráfica, gestual e material foram selecionadas durante a elaboração do mapa (Quadro 10).

Nosso trabalho pretende tomar os diferentes recursos selecionados e utilizados pela professora no processo de ensino para auxiliar a construção dos signos como ferramentas nos termos defendidos por Vygotsky (2007).

Quadro 10 - Classificações do tópico ferramentas para o mapa de eventos

Ferramentas	
Gráfica (P)	Esta categoria é atribuída quando o professor utiliza o quadro ou outro meio de suporte gráfico (escrita) para desenvolver atividades ou suportar enunciados. Boa parte da produção gráfica suportada em diferentes meios pelo professor (quadro, slide, projeção etc.) torna-se uma anotação em papel no caderno do aluno.
Gestual (G)	Quando o professor utiliza o próprio corpo ou partes dele como um elemento (signo) da atividade representativa (semiose). Não consideramos nesta categoria, por exemplo, gestos usados para indicação ou ênfase. Consideremos aquelas atividades gestuais que tomam lugar de um ente no circuito representativo da explicação do professor.
Material (M)	Quando o professor utiliza qualquer meio ou produto material (brinquedos, bolas de tênis de mesa, modelos moleculares, folha de papel, varetas, palitos, canetas, giz, aparelho de telefone celular) como suporte para sua atividade e como signo de um processo de representação estrutural.

Fonte: Araujo Neto (2009, p.128).

Além das categorias já explicitadas, o mapa ainda contou com o tópico descrição do evento, no qual procuramos descrever de forma sucinta os principais aspectos do evento.

Concordamos com Araujo Neto (2009, p.129) que “um evento é uma macroestrutura que comporta diversas situações, pode envolver um único conteúdo curricular, mas abraçar diferentes tópicos e colocar em uso diferentes ferramentas”. Assim, o mapa de eventos permite a construção de um panorama da sala de aula, tendo em vista aspectos intencionalmente selecionados ao propósito da pesquisa.

O mapeamento da Conversa Reflexiva envolveu algumas modificações em relação ao mapa de eventos desenvolvido para as aulas. Organizamos pelos eixos da entrevista e,

utilizamos as seguintes Categorias: Categoria 1 - número de ordem (NO): organizador dos eventos em ordem numérica; Categoria 2 e 3 - início e fim do evento, respectivamente: delimitador do tempo; Categoria 4 - entrevistador: qual dos três pesquisadores realizou a pergunta (P1, P2, P3); Categoria 5 - pergunta: questão dirigida à entrevistada; Categoria 6 - localização da pergunta no roteiro: pergunta prevista ou não; e Categoria 7- descrição do evento: descrição da fala da entrevistada ou do ocorrido em determinado evento da Conversa Reflexiva. A Figura 10 apresenta como modo de exemplificar os eventos 1 e 2, Eixo 1.

Figura 10 - Estrutura do mapa de eventos para a Conversa Reflexiva

Conversa Reflexiva – Eixo 1 – 05/02/2019						
NO	Início do evento	Fim do evento	Entrevistador	Pergunta	Localização da pergunta no roteiro	Descrição do evento
1	00:00:00	00:01:17	(Organizativo) Início da Conversa Reflexiva			Agradecimento a professora da disciplina. Objetivo da Conversa.
2	00:01:17	00:04:12	(Entrevista) Orientações e vídeo do estudante	Assistindo vídeo produzido por um estudante	Somente fala da professora	Explicação de como será a primeira parte da entrevista: vídeo e na sequência questões. Assistimos juntos a um vídeo produzido por um estudante no contexto da disciplina.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Assim, na descrição do evento encontra-se a um apanhado geral dos principais aspectos conforme a interpretação da pesquisadora ao invés da transcrição literal da fala da entrevistada. Contudo, ao longo da discussão, no capítulo 8, utilizaremos transcrições literais da docente, bem como dos pesquisadores quando envolveu um diálogo, as quais poderão ser contextualizadas no mapa de eventos conforme o sistema de identificação apresentado no Quadro 11. No Apêndice D se encontra o mapa de eventos da Conversa Reflexiva.

Quadro 11 - Sistema de identificação da transcrição da fala no mapa de eventos

Transcrição da fala da Conversa Reflexiva	CF-EIXO-X-E-Y
CF	Conversa Reflexiva
EIXO - X	EIXO -1, EIXO - 2, EIXO - 3
E -	Evento do mapa de eventos
Y (1,2,3,4,5...19)	Número de ordem do evento ao qual a fala se refere

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dessa forma, a próxima etapa metodológica acerca da gravação das aulas consistiu em construir episódios dentro da estrutura organizacional dos eventos, que sejam promissores para a análise semiótica, que buscam enquadrar em termos dos usos de signos e formas de produção de sentido, situadas na interação entre estudantes e professora, com vistas a

compreender seu potencial para a aprendizagem de aspectos relacionados à Química Orgânica.

4.2.2 Critérios para a construção de episódios

Reiteramos a finalidade do mapa de eventos em fornecer um panorama geral das atividades no decorrer das aulas acompanhadas. Deste modo, essa ferramenta sinaliza um olhar inicial, mas detalhado, para os dados da pesquisa. A seleção de episódios específicos dentro dessa estrutura nos encaminha para episódios que possam agrupar os diferentes aspectos em estudo em torno da QOI, ancorados tanto no conteúdo abordado em sala, como em aspectos do processo de ensino do professor e de aprendizagem dos estudantes.

Assim, o primeiro movimento consistiu em separar eventos de cunho organizativo e nos deter aos Explicativos e Exercícios em Aula, os quais há interação com os alunos. Nessa perspectiva estamos considerando que para aulas situadas no Ensino Superior ocorre interação na produção de enunciados explicativos, que têm a participação dos alunos em diferentes atividades. Exemplos dessa interação ocorrem quando o professor estimula o aluno com exemplos a serem discutidos de maneira conjunta, na própria condução de exercícios a serem resolvidos em tempo de aula. Desse modo, cada professor interage de forma diferente com os estudantes e essa interação varia também de acordo com o conteúdo, o momento do curso, enfim constitui escolhas do docente.

A delimitação dos episódios dentro dessa estrutura maior do mapa de eventos teve como indicadores os interesses da pesquisa delineados com as categorias utilizadas no próprio mapa. Assim, selecionamos episódios onde houvesse a conjugação de conteúdos com diferentes ferramentas e na descrição do evento interação entre estudantes e a professora. Mesmo tendo esses parâmetros para seleção de episódios, as possibilidades ainda são amplas. Portanto, utilizamos critérios técnicos como bom posicionamento da câmera e qualidade do áudio. Nesse contexto, a delimitação dos episódios seguiu a mesma noção utilizada nas fronteiras dos eventos, ou seja, mudança de finalidade da professora. Contudo, para os episódios selecionou-se intervalos menores, tendo em vista a análise semiótica a ser realizada na sequência.

A construção do episódio foi pautada na proposta desenvolvida por Araujo Neto (2009), a qual estruturou um quadro com as seguintes especificações: sequência de turnos de fala, sujeito e transcrição dos turnos de fala, além da ação no turno e imagens (*print* dos vídeos) da ferramenta em uso. O Quadro 12 a seguir exemplifica essa estrutura de episódio.

Quadro 12 - Sistema de organização do episódio

S.	Sujeito e transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos

Fonte: Adaptado de Araujo Neto (2009).

A Sequência de turnos (S.) se refere a um período de atividade em torno de um tema. Assim, a mudança de ação marca a transição de sequência. Sujeito e transcrição do turno referem-se às transcrições das falas numeradas sequencialmente com a identificação de (P) para a fala da professora e (A) para a fala dos alunos, e se necessário um numeral para diferenciar os alunos (A1, A2 etc.). Na ação dos turnos são delineados, os aspectos que auxiliam na compreensão do contexto do episódio, ou seja, informações que possibilitam uma maior significação da fala foram descritas. Por fim, a coluna imagem dos turnos, se refere a um conjunto de cenas da gravação, tendo como foco destacar aquilo que dialoga e complementa com as demais informações do quadro.

O episódio em análise é um segmento de vídeo, ou seja, por mais detalhes que tentássemos trazer ao conjugar transcrição, descrição e imagem do turno, aspectos que constituem o vídeo, como continuidade, dinamicidade, a união de gestos, discurso verbal e ferramenta material não ficariam evidentes. Assim, o formato textual de descrição do vídeo é limitado em comparação a riqueza de modos existentes nesse formato comunicativo. Santaella (2002) ressalta como esse hibridismo de linguagem, o vídeo, constitui um terreno fértil para um tratamento semiótico:

É na semiótica que podemos encontrar meios para a leitura não só dos diferenciados tipos de signos, mas também dos modos como eles podem se amalgamar na formação de linguagens fronteiriças que se originam da junção entre vários sistemas de signos. (SANTAELLA, 2002, p. 113).

O episódio conta também com um código de identificação seguido de um título, que permite sua localização dentro da estrutura do mapa de eventos, conforme apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Sistema de Identificação do episódio de aula

Identificação do episódio	XXX-X AY DDMMAAAEE
XXXX	QOI-1: Química Orgânica I – 2ºsem-2016 QOI-2: Química Orgânica I – 1ºsem-2017 QOI-3: Química Orgânica I – 2ºsem-2017
A- Y	AY (AA, AB, AC....): AULA-A
DDMMAAAA	Data da aula: DD: Dia / MM: Mês/ AAAA: Ano
EE	Número de ordem do evento ao qual o episódio foi retirado

Fonte: Adaptado de Araujo Neto (2009).

A estrutura de episódio também foi empregada para enquadrar a produção audiovisual dos estudantes, os curtas-metragens, no formato textual. A única diferença em relação ao

sistema de episódio para a aula foi na segunda coluna, onde não foi necessário mencionar os sujeitos, uma vez que as falas são somente de um estudante. Portanto, o sistema para os curtas-metragens ficou configurado conforme o Quadro 14.

Quadro 14 - Sistema de organização do episódio curta-metragem

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos

Fonte: Adaptado de Araujo Neto (2009).

No capítulo 7 serão analisados os dez curtas-metragens. Assim, ao longo do texto será empregado o sistema de organização do episódio conforme o Quadro 14. Como não traremos na íntegra todos os curtas no capítulo, estes estarão disponíveis no Apêndice E. Para as transcrições dos episódios de aula da Conversa Reflexiva e dos curtas-metragens utilizamos o aplicativo gratuito on-line *oTranscribe*, que permite a transcrição manual, mas auxiliada por um conjunto de recursos de edição do texto, processamento do áudio/vídeo por meio de atalhos, tais como retroceder, pausar, avançar, desacelerar e alterar o volume. As transcrições contaram com ajustes gramaticais por meio das normas e pontuações da linguagem escrita, de modo a preservar o conteúdo da mensagem.

4.2.3 Análise semiótica

A estrutura semiótica peirceana foi empregada para análise em quatro momentos: primeiro, análise de dois episódios de aula; segundo, análise do Curta-metragem 1 – Análise conformacional da molécula de propano; terceiro, análise da Aula H (19 eventos consecutivos); e, por último, análise dos dez curtas-metragens produzido pelos estudantes.

Assim, essa seção será organizada em duas etapas. Na primeira apresentaremos as bases comuns utilizadas na estrutura da análise semiótica. A segunda etapa indicaremos o detalhamento sobre como foi organizada cada tipo de análise, uma vez que a semiótica engloba diversos instrumentos de análise dentro da sua ampla estrutura metodológica, como pode ser observado no capítulo de revisão, no qual foi identificado diferentes sistemas metodológicos semióticos.

A respeito da primeira etapa, existem certas orientações lógicas para serem consideradas na análise semiótica. Portanto, nossa dinâmica de análise geral foi pautada nos

aspectos destacados no Capítulo 2 - Percurso para a aplicação, do livro *Semiótica Aplicada*, de Lúcia Santaella (2002)¹³.

- (i) O percurso semiótico de análise segue o caminho pelas três categorias fundamentais de Peirce (Primeiridade, Secundidade e Terceiridade). Assim, o rigor de acompanhamento desse ordenamento, bem como suas subclassificações, é essencial para uma análise fiel ao referencial e que se distancie de conclusões pré-concebidas e distorcidas.
- (ii) “A semiose é um processo ininterrupto, que regride infinitamente em direção ao objeto dinâmico e progride infinitamente em direção ao interpretante final” (PEIRCE apud SANTAELLA, 2002, p. 42). Assim, é necessário delimitar fronteiras na análise, estabelecidas por meio dos objetivos pretendidos a partir dela. Desse modo, compreendemos que o processo de análise semiótica passa inicialmente pela identificação da tríade signo, objeto e interpretante.
- (iii) O signo possui um caráter variável, múltiplo e ainda se modifica a partir do olhar do observador na semiose analítica enquanto interpretante dinâmico. Contudo, o signo também possui uma certa autonomia em relação ao interpretante no sentido do seu poder evocativo, indicativo e significativo não dependendo exclusivamente do intérprete. É importante destacar que “analisar semioticamente significa empreender um diálogo de signos, no qual nós mesmos somos signos que respondem a signos” (SANTAELLA, 2002, p.42).
- (iv) Nenhum signo na sua relação com o objeto se apresenta apenas como ícone, índice ou símbolo, ou como categorias exclusivas de primeiro, segundo ou terceiro. Ao contrário, esses aspectos coexistem em todo e qualquer processo sógnico, embora sempre ocorra preponderância de um desses aspectos em relação a outros.
- (v) Não existem critérios *a priori* que possam de modo infalível decidir sobre certa semiose, uma vez que depende do contexto e olhar de observação e análise. Portanto, a semiótica não oferece uma receita, mas sim uma lógica, com conceitos para sua aplicação, o que implica ainda no trabalho laborioso de analista para auscultar os signos.

A autora ainda acrescenta que essas orientações, bem como a estrutura proposta no livro, funciona como um possível roteiro, onde conceitos serão acionados, outros aprofundados, contudo, sem a obrigação de utilizarmos todos durante a análise, o que será

¹³ Este livro assume como pretensão didática oferecer uma estrutura de como a semiótica peirceana pode ser aplicada.

definido em acordo com as exigências do contexto. Assim, nas análises semióticas na presente Tese procuramos apropriar dessas orientações elencadas por Santaella.

Passaremos para a segunda etapa na qual apresentaremos cada momento de análise semiótica, a qual se encontra também com o percurso metodológico como um todo.

Como destacado na descrição da coleta/produção de dados, acompanhamos turmas de QO I durante três semestres, sendo os dois primeiros de modo completo e na terceira turma em algumas aulas. Desse modo, a pretensão inicial consistia em trabalhar em episódios de aula passando pelas três turmas. Contudo, por meio da ferramenta de análise mapa de eventos e na sequência construção de episódios, verificamos que poderíamos concentrar apenas nas gravações audiovisuais da primeira turma, uma vez que tendo acompanhado a professora nos três semestres observamos um panorama geral da disciplina e a decisão de direcionar a análise para a primeira gravação criava condições para uma análise mais aprofundada a partir dos episódios.

Adicionalmente, durante o acompanhamento da terceira turma de QOI, como destacado também na descrição da coleta de dados, a professora da disciplina propôs aos estudantes a produção de pequenos vídeos sobre o conteúdo de Análise Conformacional. Antes mesmo da análise sistemática desse material, percebemos que estes seriam importantes para o *corpus* de dados do nosso estudo, nos dando mais elementos para compor a análise de situações de ensino e de aprendizagem.

Nesse sentido, procuramos estabelecer relações entre a sala de aula, os curtas-metragens e também a etapa final de entrevista com a professora. Para tanto, direcionamos o olhar para o mapeamento das aulas da primeira turma referentes ao tema abordado nos curtas-metragens, Análise Conformacional.

Portanto, embora tenhamos mapeado um conjunto maior de aulas da disciplina de QOI, na presente Tese vamos trabalhar indiretamente e diretamente com as Aulas H, I, J e K, sobre o tema Análise Conformacional.

A respeito dos dois episódios de aula, analisados no capítulo 5, o primeiro foi construído a partir da Aula I, do evento 4 e foi denominado Episódio 1 (QOI-1-AI-10102016-04): Análise Conformacional do ciclopropano. O segundo foi construído a partir da Aula K, do evento 12, o qual foi chamado de Episódio 2 (QOI-1-AK-10102016-12): Análise Conformacional de cicloexanos.

Os dois episódios são marcados pela presença preponderante da ferramenta material (bola e vareta) nas semioses das situações de ensino. No primeiro, no início da Análise Conformacional para compostos cíclicos ainda com três carbonos, ganhou destaque a

condução da professora no âmbito de provocar uma espécie de experimentação em torno da manipulação da ferramenta material bola e vareta com vistas a construção do conceito de tensão angular.

No episódio dois, já no contexto da Análise Conformacional para compostos cíclicos com seis carbonos, a ferramenta material também assumiu destaque, porém numa situação mais específica. A partir de uma dúvida da aluna, a professora novamente coloca em jogo uma semiose que fica encarnada na composição sígnica, a saber, professora mais a ferramenta material, buscando provocar e compreender as interações diaxiais.

Assim, estruturamos a análise semiótica dos dois episódios a partir das categorias essenciais de Primeiridade, Secundidade e Terceiridade, contemplando também os elementos essenciais da relação triádica signo, objeto e interpretante.

A análise dos curtas-metragens produzidos pelos estudantes foi organizada em dois momentos. No primeiro fizemos uma verificação superficial dos dez curtas-metragens e selecionamos, sem critérios predefinidos, um curta-metragem para ser analisado na perspectiva semiótica. Assim, ainda no capítulo 5, será apresentada a análise semiótica do Curta-metragem 1 – Análise conformacional do propano. Para a análise do curta, além da delimitação da relação triádica signo, objeto e interpretante, empregamos também as três tricotomias. Ou seja, analisamos a primeira tricotomia acerca do signo e si mesmo – qualissigno, sinsigno e legissigno; a segunda tricotomia da relação do signo com seu objeto – ícone, índice e símbolo; e a terceira tricotomia da relação signo e seus interpretantes – rema, argumento e dicente. A análise de um curta-metragem de um estudante com o emprego das três tricotomias peirceanas permitirá auscultar na perspectiva sígnica essa produção.

A análise semiótica do curta-metragem despertou também nosso interesse em encontrar relações entre a sala de aula e a produção audiovisual, posto que essa atividade está vinculada com a sala de aula de QOI. Nesse sentido, percebemos que para o estabelecimento dessas relações seria adequado analisar semioticamente a aula sobre o tema Análise Conformacional, na qual os estudantes se apoiaram para essa produção. Como reiterado no início deste capítulo, os curtas foram produzidos na turma do 2º semestre/2017, e nessa turma não acompanhamos sistematicamente todas as aulas. Portanto, não temos a gravação da aula onde a professora trabalhou a Análise Conformacional para moléculas de etano. Por outro lado, acompanhamos a mesma professora e a disciplina durante três semestres e na Conversa Reflexiva. Por isso entendemos que podemos analisar a aula de Análise Conformacional da gravação 2º semestre /2016 para traçar relações com os curtas-metragens produzidos pelos estudantes na terceira turma, 2º semestre /2017.

Assim, desenvolvemos no capítulo 6 uma análise semiótica da Aula H acompanhada no 2º semestre de 2017, na qual a professora iniciou o estudo de Análise Conformacional para compostos não cíclicos. Na Aula H a professora além de trabalhar com a Análise Conformacional para a molécula com dois átomos de carbono, o etano, fez também para a molécula de propano e generalizou para moléculas com mais de três carbonos. Dessa maneira, tendo em vista que na terceira turma acompanhada, onde aconteceu a produção dos curtas-metragens, a professora explicou a Análise Conformacional para a molécula de etano e orientou aos estudantes para a produção do vídeo para uma molécula com mais um átomo de carbono, o propano. Analisaremos a Aula H até esse momento também, ou seja, do evento 1 ao evento 19 do mapa de eventos (Apêndice C).

Assim, como o tema central desta aula foi a Análise Conformacional, sobretudo a técnica de representação - Projeção de Newman, a partir do mapa de evento, construímos um diagrama da Aula H, no qual procuramos colocar em evidência pontos centrais acerca da Análise Conformacional discutidos pela professora, além também da ideia de contínuo que essa ferramenta visual possibilita

A partir desse diagrama da Aula H, estabelecemos a relação triádica signo, objeto e interpretante. Nesta análise, um pouco diferente das anteriores, estamos trabalhando com um material sígnico amplo e também complexo. Assim, a estrutura de análise procurou considerar o próprio contínuo semiótico da aula. Para tanto, procuramos estruturar semioticamente a análise a partir da segunda tricotomia ícone, índice e símbolo numa perspectiva diagramática.

Na semiótica peirceana “é [um ícone] todo diagrama, ainda que não haja semelhança sensível alguma entre ele e seu objeto, mas apenas uma analogia entre as relações das partes de cada um” (PEIRCE, 1977, p. 65). Portanto, os signos diagramas, embora sejam ícones, representam seus objetos por meio das relações. Assim, sua natureza icônica precisa ser compreendida para além da noção mais comum de ícone, como um signo que representa seu objeto por semelhança, mas que seja levado em consideração sua operacionalidade, a qual passa pela manipulação direta do diagrama. A partir dessa experiência outros aspectos do objeto podem ser descobertos, os quais não foram necessariamente determinantes para sua construção (STJERNFELT, 2014).

Adicionalmente, uma característica dos ícones do tipo diagrama consiste na possibilidade do uso para significar símbolos e/ou para referir índices. Portanto, na análise semiótica da Aula H procuraremos traçar as semioses a partir dos eventos considerando esse poder diagramático enquanto ícone e do emprego de símbolos e índices, sobretudo colocando em evidência o aspecto da operacionalidade dos signos delimitados no processo analítico.

Dessa maneira, chegamos na última etapa de análise semiótica acerca do dez curtas-metragens produzidos pelos estudantes que será apresentado no capítulo 7. Portanto aqui, diferente da análise realizada no capítulo 5, pretendemos organizar uma análise que primeiro articule todos os dez curtas-metragens e segundo estabeleça relações com a Aula H nesse processo de semioses. Assim, a partir da análise inicial dos curtas-metragens identificamos temas, os quais auxiliaram na organização deles em três grupos e, na sequência, organizar blocos de análise. Portanto, acerca da análise semiótica, propriamente dita, seguimos a mesma estrutura delineada para a análise da Aula H, uma vez que procuramos também estabelecer relações entre esses dois momentos de situações de ensino, aula e produção audiovisual.

4.2.4 Estrutura de análise da Conversa Reflexiva

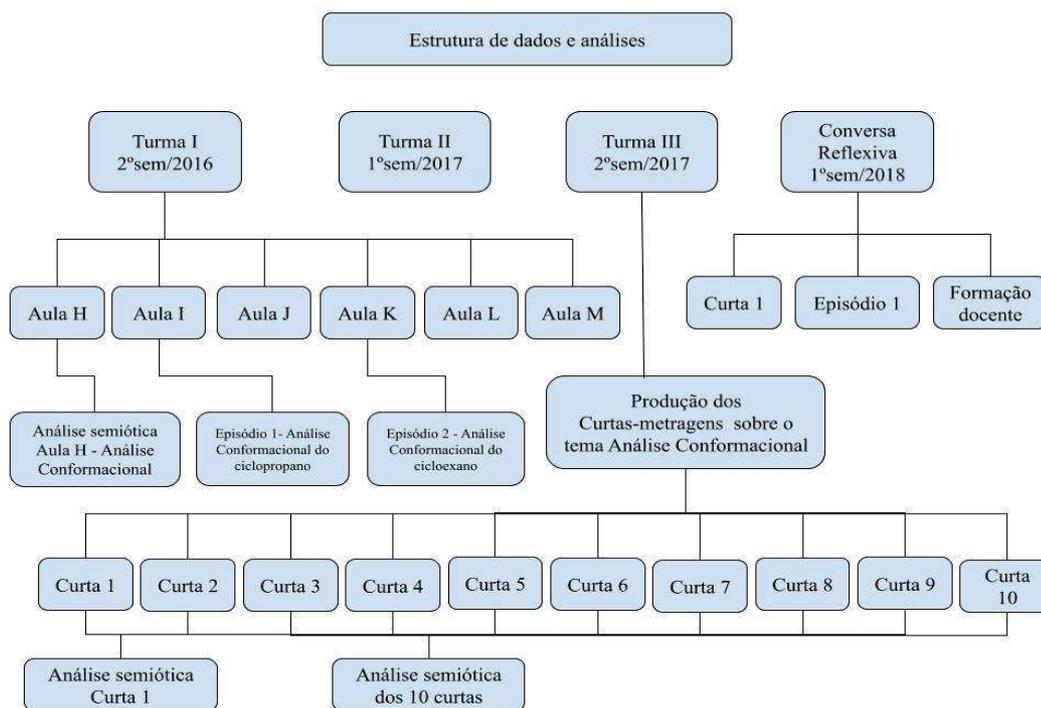
A partir do mapa de eventos, foi possível visualizar um panorama geral da Conversa Reflexiva. Para a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), inicialmente, realizamos uma leitura flutuante na qual delimitamos nosso *corpus* de análise a partir da seleção do mapa de eventos e das transcrições. Na sequência procuramos identificar as Unidades de Registro de acordo com a situação e o tipo de resposta, analisando o Tema. Segundo Franco (2007), o tema é uma asserção acerca de determinado assunto. O objetivo desta etapa da pesquisa foi em delinear aspectos que auxiliaram na construção identitária da docente acompanhada durante a pesquisa, além de direcionar o olhar para alguns aspectos observados ao longo da inserção a campo, na sala de aula da professora como as estratégias de ensino adotadas, relação com os estudantes, o uso da ferramenta material modelo bola e vareta.

Adicionalmente, para a análise da Conversa Reflexiva a partir dos temas, empregamos o referencial teórico referente aos saberes docentes discutidos na introdução, capítulo 1, bem como o diálogo com o Ensino de Química, visto que a proposta da entrevista consistiu em conversar com a professora a partir da inserção da pesquisadora em campo durante o acompanhamento das aulas da professora. Embora tenhamos tangenciado a formação acadêmico profissional e formação continuada da docente, os temas abordados e o formato da entrevista foram articulados a partir do nosso olhar para a sala de aula desta docente.

4.3 PANORAMA GERAL DOS DADOS E DA SELEÇÃO PARA ANÁLISE

Apresentamos na Figura 11 um esquema com a estrutura dos dados selecionados para análise e descritos nas etapas anteriores deste capítulo.

Figura 11 - Esquema da estrutura de dados e análise



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dessa maneira, procuramos colocar em destaque na Figura 11 as principais etapas da coleta/produção de dados e como as análises estão relacionadas. Vale destacar ainda que, de modo geral, buscamos por meio do quadro metodológico colocar em jogo as situações de ensino no âmbito da QOI por diferentes ângulos.

4.4 ASPECTOS GERAIS DA DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA I

Na presente seção, com o objetivo de contextualizar, procuramos trazer elementos da disciplina de QOI, bem como aspectos das três turmas acompanhadas.

A disciplina de QOI está na matriz curricular, no segundo período, dos estudantes interessados na formação em Bacharelado e Licenciatura em Química da instituição *locus* da pesquisa, tendo como pré-requisito a disciplina de Química Fundamental, também de 60 horas.

A disciplina é estruturada em três eixos: o primeiro voltado para Química Orgânica geral, abordando propriedades físicas, ligação química, estrutura, forças intermoleculares, acidez e basicidade; o segundo trata de Análise Conformacional e Estereoquímica; e o terceiro Reações com alcanos e alcenos. A Ementa da disciplina, assim como o cronograma do 2º semestre/2016 encontram-se nos Anexos A e B, respectivamente.

Faremos uma breve apresentação do perfil de cada turma. Vale reiterar que todas as turmas acompanhadas tiveram a mesma docente responsável pela disciplina.

A primeira turma foi acompanhada no 2º semestre de 2016, no horário diurno. Todas as aulas foram gravadas por registro audiovisual. Foram matriculados na disciplina 52 alunos, aprovados 27 e dois trancaram a disciplina. Nessa turma a professora não fez uso da chamada, assim não houve reprovação por infrequência.

A organização da disciplina seguiu a estrutura da sequência dos três eixos, assim ao final de cada eixo foi realizada uma prova sobre o conteúdo. A forma de ministrar e conduzir a aula foi diversificada, fazendo-se uso em diversos momentos da ferramenta material, data show, alunos em grupo, bem como aula expositiva dialogada. No último dia de aula do semestre os estudantes responderam ao Questionário de Avaliação da Disciplina

Na segunda turma, no 1º semestre de 2017, todas as aulas foram registradas por meio audiovisual. As aulas ocorreram no período noturno. Assim, parte dos estudantes eram do curso de Licenciatura em Química Noturno e os demais repetentes do diurno. Nessa turma, com o horário de segunda e quarta de 21h às 23h, a professora utilizou lista de presença nas aulas. Desse modo, o número total de matriculados foi de 46 alunos, 15 aprovados, 13 reprovados por nota, sete trancaram e 11 reprovados por infrequência.

A avaliação do curso realizada pelos estudantes no segundo semestre de 2016 influenciou, principalmente, em relação a distribuição do conteúdo ao longo dessa disciplina. De modo geral, os estudantes fizeram uma avaliação positiva, mas acharam que o conteúdo do último eixo (reações orgânicas), muito extenso, gerando um grau de dificuldade maior em relação aos dois primeiros. Assim, a professora considerou essa avaliação para o programa do semestre seguinte, a qual introduziu reações de alcanos antes de Estereoquímica

Além dessa mudança na ordem do conteúdo, em função do perfil dos estudantes do noturno, como a questão de trabalharem durante o dia, o horário de aula já no final de uma longa jornada, a professora precisou alterar a metodologia de aula ao longo do semestre. Na turma anterior as aulas com os alunos em grupo se concentraram, principalmente, nos tópicos de Análise Conformacional e Estereoquímica. Nessa turma a professora fez mais uso dessa dinâmica de aula, pois observava a apatia dos estudantes nas aulas expositivas.

Como forma de estimular os alunos a estudarem o conteúdo ao longo do semestre, a professora fez também uso de atividades para casa. Assim, ao final de algumas aulas a docente passava um exercício no quadro e pedia aos estudantes para trazerem resolvido na aula seguinte. A partir da correção a professora conseguia acompanhar o nível de compreensão, ou quais dificuldades os estudantes estavam encontrando. Esse *feedback* era passado aos estudantes. Essa turma também respondeu ao Questionário de Avaliação do Curso ao final da disciplina.

Na turma do 2º semestre de 2017, no diurno, 43 alunos foram matriculados, 22 aprovados, 14 reprovados por nota e sete novamente trancaram. Nessa turma não houve reprovação por infrequência. Contudo, a professora manteve a utilização da lista de presença. Como nos dois semestres anteriores, todas as aulas foram registradas por meio audiovisual, sendo nessa terceira turma gravadas somente algumas aulas.

Quanto a organização do conteúdo, a professora manteve a alteração, com o tópico de reações de alcanos antes de Estereoquímica, bem como manteve a dinâmica de aulas da turma do diurno, com aulas em grupo em alguns tópicos, uso de ferramenta material e do *datashow*.

Nessa turma ocorreu uma alteração importante em relação às demais, como apresentado no início deste capítulo: a introdução da produção de curta-metragem pelos estudantes. Os estudantes dessa turma responderam ao questionário de Avaliação da Disciplina de modo virtual, por meio do envio do *link* do Questionário Google, via e-mail.

5 ANÁLISE SEMIÓTICA: A PARTIR DA SALA DE AULA E DA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL (CURTA) DE UM ESTUDANTE NO CONTEXTO DA QUÍMICA ORGÂNICA I

Neste capítulo terá início a apresentação e a análise dos resultados da investigação, desdobrando-se sobre dois materiais. O primeiro refere-se a episódios de aula e o segundo a um curta-metragem produzido por um estudante, ambos no contexto da disciplina de QOI.

A respeito dos episódios é importante retomar quais etapas foram passadas até a sua construção. A partir da filmagem da disciplina de QOI, do segundo semestre de 2016, foi empregado a ferramenta de mapa de eventos para organização desse material. Essa estrutura demonstrou-se como uma ferramenta importante de mapeamento do material audiovisual a partir de uma estrutura sistemática de classificação que nos permitiu organizar cada aula em eventos, e dentro de cada evento, o tempo estimado, quais ferramentas estão em uso, quais habilidades emergem, quais conteúdos, além de uma breve descrição do evento.

Assim, a partir do mapa de eventos criou-se uma estrutura robusta de mapeamento de aulas que permitiu colocar em evidência determinados eventos, tendo em vista critérios a priori, como a interação professor e estudante, o emprego de diferentes ferramentas, seja de ordem gráfica, gestual e material, além da centralidade de aspectos espaciais em torno daquilo que estava sendo tratado.

O evento, na maioria das vezes, ainda se configurava como um momento extenso na estrutura do mapa, o que levou à subdivisão para construção de episódios. Dessa forma, consideramos que os critérios de seleção de episódios mantiveram-se coerentes com aqueles postos em uso na organização do mapa. O tamanho de cada episódio diz sobre um recorte temporal de início e fim da oferta de um tema ou esclarecimento de uma dúvida, o qual também se reflete na própria identificação do episódio, o título. A estrutura do episódio consiste num movimento de tentativa de tradução do material audiovisual para textual. Assim, são feitas transcrições de fala, fotogramas do vídeo por segmento, bem como descrições de ações dos turnos.

Embora as aulas de QOI ainda sejam marcadas por muitos momentos de preleção, como mesmo apontou a professora da turma, principalmente nos eixos extremos da disciplina. O eixo intermediário no curso da disciplina, que trata da Análise Conformacional, é marcado pela mobilização dos estudantes em torno de atividades em tempo de aula, seja no uso da ferramenta material, das representações gráficas ou mesmo do trabalho em grupos.

Assim, poderíamos ter trabalhado com muitos episódios de aula tendo em vista a quantidade de material audiovisual coletado, as filmagens das aulas, bem como suas potencialidades. Contudo, no decorrer da pesquisa, antes mesmo da finalização dos registros das aulas e da realização da Conversa Reflexiva com a professora, decidimos incorporar outro conjunto de material aos dados da pesquisa, a produção audiovisual dos estudantes, os curtas-metragens.

Dessa maneira, o conjunto de dados se ampliou e algumas escolhas precisaram acontecer, com vistas a escapar de um trabalho demasiadamente amplo com risco de não conter aprofundamento adequado. Portanto, reconhecemos que os dados da sala de aula, dos curtas-metragens dos estudantes e da Conversa Reflexiva com a professora refletem o processo de ensino e aprendizagem por diferentes ângulos. A sala de aula revela a ação do processo de ensinar, onde a professora assume o papel central de desencadear, mediar, provocar, direcionar ou até mesmo restringir as semioses. O material audiovisual dos estudantes, em contraponto a sala de aula, revela ou indica a ação dos estudantes a partir do processo de ensino. Nesse caso o estudante assume o centro da ação e provoca as semioses, embora tenha como referência a sala de aula, com potencial de indicar possibilidades de aprendizagem. A Conversa Reflexiva, por sua vez, tendo em vista seu formato, não se configurou apenas como entrevista, mas como um espaço de reflexão a partir de diferentes momentos do ensino e da formação pregressa da professora. Assim, proporcionou um lugar diferente para a professora refletir sobre a sala de aula, suas ações, a produção audiovisual dos estudantes, enfim aqui distanciou-se do fazer para pensar sobre o que faz, uma reflexão da prática docente (MALDANER, 1999).

Portanto, nossa escolha de quais resultados apresentar na Tese oferece ao leitor uma perspectiva coerente com a trajetória da pesquisa, além de conciliar esses diferentes ângulos refletidos nos dados, e não perder de vista o diálogo entre esses diferentes tipos de registro. Trouxemos para a Tese, e neste capítulo, dois episódios de aulas; (i) da Aula I e (ii) da Aula K e a análise de um curta-metragem. Os demais capítulos contarão com a Aula H, propulsora dos curtas-metragens, uma avaliação longitudinal dos dez curtas-metragens e, por fim, a Conversa Reflexiva. As justificativas detalhadas para tais escolhas aparecerão no curso de cada capítulo, mas aqui, o primeiro da seção resultados, consideramos necessário justificar essa estrutura, ainda que de maneira sucinta.

Agora, já no caminho para a análise semiótica dos dois episódios de aula e do curta-metragem 1, também julgamos necessário introduzir as escolhas analíticas desse referencial, as quais atravessaram todas as análises das situações 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, 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.

5.1 ANÁLISE SEMIÓTICA: EPISÓDIOS DE AULA

Os episódios aqui nomeados 1 e 2 foram construídos, respectivamente, a partir do evento 4 da Aula I e do evento 12 da Aula K, conforme indicado no esquema da Figura 11, no capítulo de metodologia. 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.

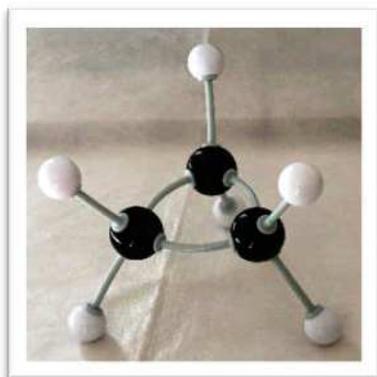
Assim, nas próximas duas seções apresentaremos os episódios e na sequência a respectiva análise semiótica estruturada em Primeiridade, Secundidade e Terceiridade.

5.1.1 Episódio 1: Análise Conformacional do ciclopropano

O 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 tratar com os estudantes o composto cíclico com menor número de átomos de carbono, o ciclopropano

(Figura 12). Os estudantes estavam organizados em grupos e cada grupo recebeu a ferramenta material (bolas e varetas) para a montagem das representações moleculares.

Figura 12 - Representação na ferramenta material da molécula ciclopropano



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

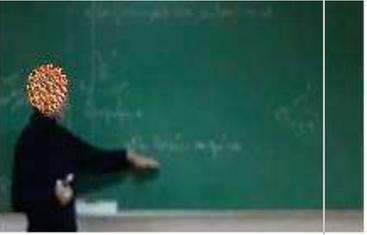
O Episódio 1 - Análise Conformacional do ciclopropano (Quadro 15), tem duração de 3 minutos e 9 segundos.

Quadro 15 - Episódio 01 (QOI-1-AI-10102016-04) – Análise Conformacional do ciclopropano

¹⁴ S.	Transcrição dos turnos	Ação nos turnos	Imagem dos turnos
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>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</p>	

¹⁴ Sequência de turnos de fala.

	<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>	os átomos de hidrogênio.	
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. 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^3 em torno de 109°.</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 sp^3, ou seja, os ângulos da ligação são de 109°. Quando a gente fecha o ciclo para formar o ciclopropano o ângulo vai para quanto? 60°, tudo bem?</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. Destacou a relação dos furos com os ângulos da ligação. Fez o desenho em sincronia com a explicação.</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</p>	<p>Reforçou a orientação para os estudantes manusearem a ferramenta material conforme solicitado e atentarem para a questão do ângulo. Aproximou da mesa para montar sua molécula no</p>	

	<p>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>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>	
6	<p>18. (P) Então a gente fala que o ciclopropano ele tem uma alta tensão angular. Porque que ele tem uma alta tensão angular?</p> <p>19 (P) Porque a gente tinha um carbono, esse carbono tinha hibridização do tipo sp^3, não têm? A gente tinha um carbono com hibridização do tipo sp^3, com ângulo próximo de 109°, para fechar o ciclo o que que aconteceu? A gente teve que fechar bem esse ângulo sair de 109° e ir para um ângulo de 60°. Tudo bem?</p>	<p>Escreveu na lousa abaixo da representação do ciclopropano 'alta tensão angular' em sincronia com a fala 18.</p> <p>Ao longo da explicação apontou para representação do ciclopropano na lousa, para a frase escrita, para o desenho da bola preta com o ângulo de 109°, para o modelo nas suas mãos, a medida que fazia menção durante a sua fala</p>	

	<p>20 (P) Então essa diminuição ou aumento de um ângulo de 109°, toda vez que acontece isso, a gente fala que a molécula tem uma alta tensão angular.</p>		
7	<p>21 (P) Vocês podem ver, se vocês tentarem manusear esse ciclo que essa ligação ela vai se romper. E é isso que acontece com os ciclopropanos eles são utilizados em síntese para serem transformados em uma outra coisa, porque? Como essas ligações elas quebram muito fácil eu uso isso daqui como se fosse um intermediário sintético. Ele vai ser um reagente para gente fazer uma outra coisa tá.</p> <p>22 (P) Então essa é a primeira consideração com relação ao ciclopropano. Ele tem uma alta tensão angular porque ele saiu do ângulo de 109°, fechou o ciclo e essa molécula ela tem um ângulo de 60°. Tudo bem até aí?</p>	<p>Veio mais a frente ao tablado.</p> <p>Na sequência retomou a lousa para apontar para a representação do ciclopropano.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A professora utilizou diferentes signos para a representação da 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 sígnicas, 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.

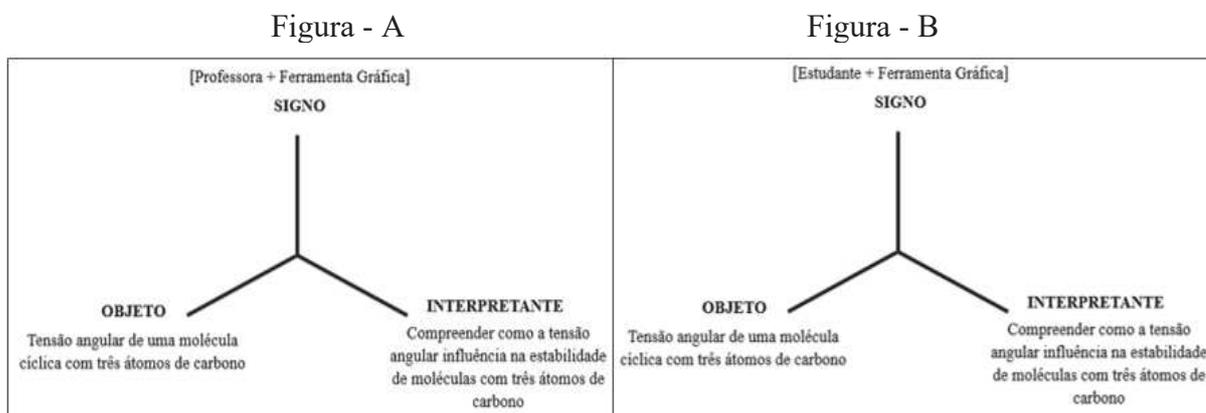
O signo está no lugar de algo, seu objeto. Objeto esse que, como dito anteriormente, não pode ser representado em todos os seus aspectos, mas fica restrito à natureza e à capacidade da ação do signo em representá-lo, o que se desdobra na necessidade de uso de diferentes signos para alcançar um mesmo 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, 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 tensão 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° no caso de arranjos triangulares (SOLOMONS, 1996). 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 sógnica. 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, o que é dependente das construções anteriores, ou seja, das ideias ou concepções anteriores que pode estar sendo, ou não, mobilizado intencionalmente pela professora. Assim, inicialmente poderia ser interpretante imediato até o crescimento a interpretantes dinâmicos. Na Figura 13 (A e B) apresentamos as delimitações criadas para as duas tríades que evocamos em nossa análise a partir do episódio 1.

Figura 13 - Delimitação das tríades peirceanas para o episódio 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após a etapa de delimitação das tríades peirceanas, podemos prosseguir para a 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 estrutura da molécula de ciclopropano e a figura geométrica triângulo (turno 2), que guardam certa iconicidade, tais como seu ângulo interno e a própria topologia das duas formas. 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 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 e muitas vezes funciona como uma instância de 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 entre a ferramenta material e os possíveis estados do objeto dinâmico. A interação do estudante com a própria ferramenta material 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’ a ação do estudante na ferramenta, causa a tensão e gera um resultado que confirma 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 natureza da Secundidade na foto da montanha e na ferramenta material não são equivalentes. A ferramenta material não alcança todos os aspectos do ente molecular em si, assim como a foto da montanha não diz todas as suas características geológicas, mas em ambos os casos 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, e 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 potencializaram situações de aprendizagem, mas há potência também no agir do híbrido [Professora + Ferramenta Material], que destacaremos a seguir, na análise do episódio 2.

5.1.2 Episódio 2: Análise Conformacional de cicloexanos

O contexto que antecede o episódio 2, inserido na aula K, é estabelecido com os estudantes iniciando em grupos e incentivados pela professora por meio de 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

estrutura da 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 (BRUICE, 2006). 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 16), com duração de 1 minuto e 56 segundos.

Quadro 16 - Episódio 2 (QOI-1-AK-10102016-12): Análise Conformacional de cicloexanos

¹⁵ S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1 (P) Conseguiu ver?</p> <p>2 (P) Então nessa conformação, a gente tem interações 1,3-diaxial, você está com o conformêro trans.</p>	<p>A professora olhando para a aluna, de longe, ainda perto da mesa.</p> <p>Vai na direção da aluna, há estranhamento no olhar, reconhece algo estranho, incorreto, na representação criada pela aluna com o modelo molecular.</p>	
2	<p>3 (P) A cadeira [conformação estável da estrutura molecular] 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.</p> <p>A aluna movimentava a cabeça no sentido de concordância com a professora.</p>	

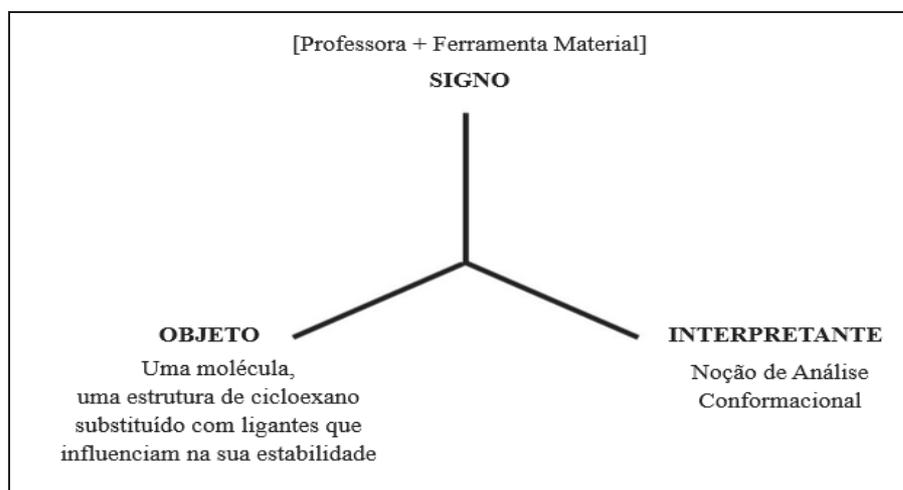
¹⁵ Sequência de turnos de fala.

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?</p> <p>E aí a molécula vai mudar de conformação.</p>	<p>Com a ferramenta material em uma mão movimentada 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: Elaborado pelo autor (2021).

Na Figura 14 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.

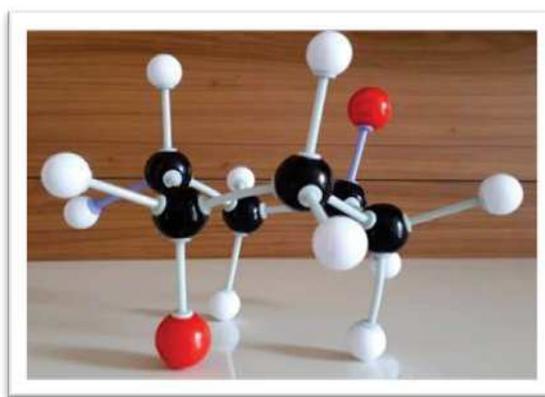
Figura 14 - Delimitação da tríade peirceana para o episódio 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O objeto do signo agora é uma molécula, uma estrutura de cicloexano substituído (Figura 15) com ligantes que irão influenciar 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 15 - Representação na ferramenta material da molécula trans 1,4 dimetil-cicloexano



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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 16), 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 4 do Episódio 2 (Quadro 16) 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 para 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 deva ser um argumento. Na terceira tricotomia “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 por meio de sua função representativa. Função essa que o signo [Professora + Ferramenta Material] convoca em diferentes momentos para que possam ser implicados representantes.

Assim, na Sequência de turno 6 do Episódio 2 (Quadro 16), 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, em termos de uma formulação icônica, a operação da ‘nuvem eletrônica’ (a partir da Sequência 6) é simbólica. Desse modo, a repulsão das cargas negativas também precisa ser tomada em seu caráter simbólico pelo interpretante. Ao se referir à carga negativa e à 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.

Comprendemos que existe uma intencionalidade semiótica no ensino, manifestada 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 argumentos que fundamentam a compreensão da estabilidade da molécula, ou seja, são necessários para o interpretante construir e compreender conceitualmente a Análise

Conformacional. Essa compreensão como interpretante dinâmico se completa em novo argumento, ao exibir uma espécie de circuito de 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.

Aqui ainda cabe destacar o papel da estudante, pois num primeiro momento no episódio 2 pode parecer que ela está numa condição passiva, ou ainda que a professora não abre espaço para que suas ideias sejam consideradas nessa semiose. Porém, não é verdade. A aproximação da professora aconteceu a partir de uma dúvida da estudante, ou seja, a professora se insere no problema que a estudantes já estava trabalhando. Além disso, podemos observar ao longo da descrição do episódio que a estudante manifesta por meio de movimentos com a cabeça concordância com a explicação da professora. Então, embora a estudante não tenha falado, no uso prático do termo há indícios que ela está interpondo internamente suas contrapalavras, conforme Bakhtin (1977) explica.

5.1.3 Considerações sobre os episódios 1 e 2

O objetivo da análise semiótica desses episódios de aula de Química Orgânica no Ensino Superior, sob a perspectiva peirceana, consistiu em compreender as semioses naquele contexto de ensino e aprendizagem. Compreender essas semioses 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 compreender 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 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 e compreender, por meio da teoria peirceana, elementos estruturantes do fenômeno educativo que articulam conhecimentos prévios, colocando o estudante em uma posição ativa de expressar e questionar seus argumentos, onde o professor articulando diferentes ferramentas media o processo articulando conhecimentos diversos para a construção do conhecimento por cada estudante. Esse caminho de análise permite um olhar mais detido, com um ‘aumento da resolução’ para compreensão das etapas íntimas do processo de ensino e de aprendizagem, ampliando a possibilidade de conhecer sobre o alcance, as implicações, das diferentes ações e intenções da professora, o que por fim poderá apontar caminhos e estratégias de ensino com potencial de aprendizagem no contexto estabelecido.

Caracterizamos 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 assim 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.

Nesta seção buscamos uma apropriação da 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, nesta Tese além da análise semiótica ancorada nas categorias essenciais Primeiridade, Secundidade e Terceiridade, como abordado para esses dois episódios, vimos a necessidade de maior aprofundamento na teoria peirceana, o que proporcionou incorporar novos conjuntos de classes (PEIRCE, 1977) em sintonia com escritos posteriores de Charles Peirce.

5.2 ANÁLISE SEMIÓTICA: CURTA-METRAGEM 1

Na turma de QOI do 2º semestre/2017, durante o estudo do tema Análise Conformacional – Eixo 2, os estudantes foram orientados pela professora para a produção de vídeos curtos, denominados, por nós, curta-metragem. A professora, inicialmente ensinou a Análise Conformacional para a molécula de etano (com dois átomos carbono), fazendo uso da ferramenta material, representação no quadro, gráfico de energia, bem como explicações orais para cada etapa. Na sequência, orientou os estudantes a desenvolverem a mesma linha de raciocínio para a molécula de propano (com três átomos de carbono). Assim, a professora disponibilizou a ferramenta material (modelo molecular bola e vareta) para os estudantes montarem estruturas e gravarem o curta-metragem com o uso do celular, individualmente, fora do horário de aula.

Os estudantes teriam que apresentar no vídeo as diferentes conformações com a utilização da ferramenta material e explicar a estabilidade da molécula em relação às conformações. Ao longo da disciplina foram solicitados dois vídeos: o primeiro sobre a Análise Conformacional da molécula de propano e o segundo sobre a Análise Conformacional da molécula de cis-isopropil-4-metil-ciclohexano. É importante destacar que essa iniciativa se deu a partir da professora e as motivações foram discutidas com a docente, durante a Conversa Reflexiva organizada no capítulo 8.

A maioria dos estudantes produziram os vídeos solicitados, contudo a professora conseguiu disponibilizar para nossa pesquisa dez vídeos referentes a primeira gravação e quatro referentes a segunda gravação. Assim, direcionamos o olhar para os vídeos produzidos na primeira gravação, maior quantidade de material.

A análise do material audiovisual foi organizada em dois momentos. No primeiro fizemos uma leitura superficial dos dez curtas-metragens e selecionamos sem critérios predefinidos um curta-metragem para ser analisado na perspectiva semiótica, o que será tratado nas próximas seções do presente capítulo. O segundo consistiu na análise semiótica dos dez curtas-metragens, assim como o estabelecimento de relações com a aula da professora, o que derivou também na análise semiótica da aula sobre o tema tratado nos curtas.

Dessa maneira, essa seção possui dois objetivos a princípio, sendo o primeiro analisar semioticamente uma produção audiovisual de um estudante, um curta-metragem com uso das três tricotomias peirceanas, o que permitirá ao leitor conhecer detalhes dessa produção na perspectiva sígnica. Assim caminha-se rumo ao segundo objetivo, o qual passa por preparar o leitor para as próximas análises que além de carregar aspectos desta, buscará também o estabelecimento de relações entre os próprios curtas com a sala de aula da professora, o que contribuirá para uma perspectiva mais ampla dessa estratégia de avaliação empregada pela professora na disciplina de QOI.

A apresentação do curta-metragem, conforme descrito no capítulo de metodologia, seguiu a estruturação que construímos para o episódio, a qual consiste em um quadro com as seguintes especificações: sequência dos turnos de fala, transcrição e numeração dos turnos de fala, ação no turno e imagens (*print* dos vídeos) da ferramenta em uso (ARAUJO NETO, 2009).

Aqui avançamos um pouco mais nas classes sígnicas de Peirce. A estrutura de análise semiótica 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 um curta-metragem produzido no contexto da disciplina de QOI no Ensino Superior pretendemos empreender uma análise semiótica peirceana para identificar as semioses no processo de construção do material audiovisual produzido por um estudante, levando em consideração relações com o ensino, assim como indícios de aprendizagem.

5.2.1 Análise semiótica: primeiras considerações

As tricotomias de Peirce são fundamentais na análise do processo de significação. São a partir delas que o analista percorrerá caminhos, chegará a possíveis conclusões acerca de determinada semiose. Nesse sentido, vamos percorrer essa estrutura de estudo para

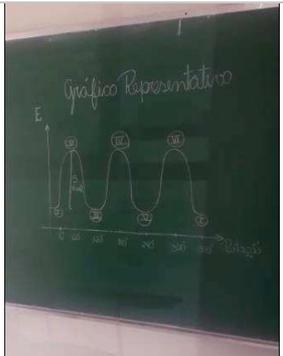
aprofundarmos na análise semiótica do curta produzido por um estudante, orientado pela professora, durante a disciplina de QOI.

No Quadro 17 a seguir apresentamos o Curta-metragem 1- Análise conformacional do propano, no formato de episódio. O material audiovisual teve a duração de 2 minutos e 11 segundos.

Quadro 17 - Episódio 1: Curta-metragem 1 - Análise conformacional do propano

*S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1. Essa é uma molécula de propano, onde os tubos pretos representam hidrogênio e aqui seria o primeiro carbono, segundo carbono e terceiro carbono.</p> <p>2. Eu vou mostrar agora a análise conformacional entre os carbonos dois e três.</p>	<p>O Aluno inicia mostrando a molécula de propano representada por meio da ferramenta material. Na sequência aponta a localização dos carbonos na representação.</p>	
2	<p>3. Para análise conformacional primeiro a gente coloca na parte alternada, onde fica essa parte para cá e aqui os hidrogênios alternam.</p> <p>4. Essa fase alternada é de menor energia e ela é considerada mais estável. Isso porque as nuvens de elétrons têm pouca repulsão entre elas.</p>	<p>O aluno vai explicando e apontando na representação. As suas mãos na imagem mostram as posições das nuvens eletrônicas.</p>	
3	<p>5. Agora girando em 60° ela fica assim, e essa é uma conformação eclipsada.</p> <p>6. Nas conformações eclipsadas tem maior contato uma com a outra e aí é uma posição de maior energia, porém, ela é mais instável por causa da repulsão.</p>	<p>O aluno faz o giro de 60° para mudar a conformação.</p>	
4	<p>7. Girando mais ¹⁶30° a gente tem a alternada novamente.</p> <p>8. Eclipsada.</p> <p>9. Alternada.</p> <p>10. Mais 60° eclipsada.</p> <p>11. Alternada.</p> <p>12. Eclipsada e voltamos nos 360° alternada.</p>	<p>Faz todos os giros até completar os 360° e ao completar cada giro fala o nome da conformação.</p>	

¹⁶ Na transcrição da fala, de fato, o estudante disse 30° ao invés de 60°. Contudo, entendemos que foi um deslize, uma vez que em outros momentos ele havia falado o ângulo de rotação corretamente.

5	<p>13. Aqui a gente mostra o gráfico representativo da rotação da molécula, onde o eixo x é da rotação e varia de 60° e 60°. E aqui é o eixo de energia.</p> <p>14. As partes mais baixas são representadas pelas alternadas e a parte mais alta pela eclipsada, onde aqui é menos estável e aqui mais estável.</p>	<p>O aluno muda o foco da câmera para um gráfico de energia no quadro. Na sequência aponta no gráfico a relação do nível de energia com as conformações vistas anteriormente.</p>	
---	---	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ainda em uma análise inicial do curta produzido pelo estudante, no contexto da Análise Conformacional para molécula de propano, verificam-se aspectos da Terceiridade associados a um conjunto de legi-signos. Esses aspectos emergem na relação síncrona entre a fala do estudante e uma caracterização dêitica dos tubos como elementos químicos ou átomos, algo que não está claro nesse Turno 1. O primeiro movimento do estudante é de estabelecer as regras da sua fala na relação com a ferramenta material (modelo molecular) e os limites da produção de sentido desse processo semiótico. Outros aspectos colaboram para essa afirmação o conjunto de regras, convenções, que legitimam essa forma de representação enunciada permitem que a comunidade dos Químicos compreenda esse artefato como uma ferramenta simbólica. Ou seja, esses elementos apontam para uma relação simbólica entre os signos ali instanciados e seus objetos. Todavia, parece haver o reconhecimento de certo caráter de Primeiridade, uma eficiência para imitar a professora, um tanto de iconicidade também envolvido nesse processo.

A partir dessa análise geral do curta-metragem faz-se necessário também situar a delimitação do signo, do objeto e do interpretante nesse contexto de análise, pois esses limites semióticos irão viabilizar, bem como atravessar a análise, assim como discutido por Peirce (1977):

A palavra Signo será usada para denotar um objeto perceptível, ou apenas imaginável, ou mesmo inimaginável num certo sentido – pois a palavra “estrela”, que é um Signo, não é imaginável, dado que não é *esta palavra em si mesma* que pode ser transposta para o papel ou pronunciada, mas apenas *um de seus aspectos*, e uma vez que é a mesma palavra quando escrita e quando pronunciada, sendo no entanto uma palavra quando significa “astro com luz própria” e outra totalmente distinta quando significa “artista célebre” e uma terceira quando se refere a “sorte”. Mas, para que algo possa ser um Signo, esse algo deve “representar”, como costumamos dizer, alguma outra coisa, chamada seu objeto [...]. (PEIRCE, 1977, p.47).

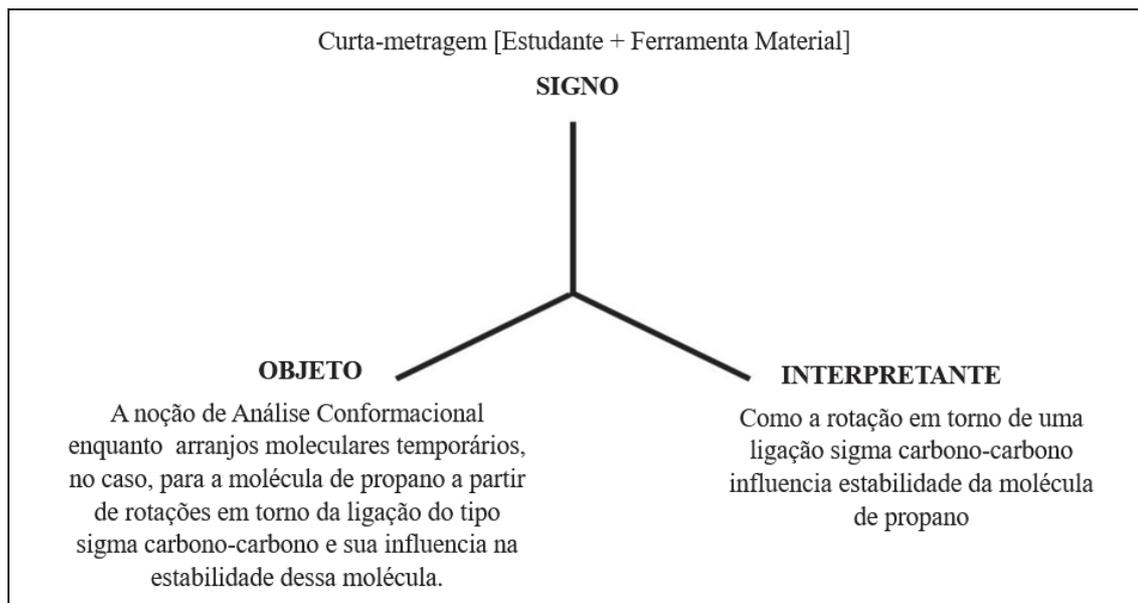
Esse exemplo de Peirce revela alguns aspectos da tríade signo, objeto e interpretante que poderão ser situados para o curta-metragem 1. O curta-metragem, assim como a palavra

estrela, não carrega em si todos os aspectos que possa significar. Por isso, faz-se necessário empregar um signo no lugar do objeto, uma vez que o signo, como representante, como algo no lugar de algo, apresenta limites e carrega a incompletude (NOTH, 2018). No exemplo, Peirce mostra como um mesmo signo pode gerar interpretantes diferentes a depender do contexto, ou seja, em qual frase está a palavra estrela. Devemos considerar também que o significado de estrela produzirá signos mais elaborados à medida que o interpretante tenha condições de avançar nessa semiose. Desse mesmo modo o signo curta-metragem assumirá significados diferentes (outros signos) à medida que mude também o interpretante. Portanto, aqui vamos delinear o contexto que estamos considerando na busca de criar condições para delimitação da tríade.

O curta-metragem se insere no contexto de ensino, sendo uma das etapas do processo de avaliação da disciplina de QOI, o qual possui a intencionalidade de, a partir de uma produção audiovisual, verificar e contribuir para a apropriação conceitual dos estudantes a respeito da temática em estudo na sala de aula, Análise Conformacional. Pois bem, feitas tais ponderações vamos olhar para o curta-metragem.

No curta-metragem, assim como nos episódios 1 e 2, o híbrido humano e as ferramentas, sejam de ordem material ou gráfica, formaram uma amálgama para a produção de significado em torno da noção das conformações alternadas e eclipsadas para a molécula de propano. O humano evoca todas as manifestações sógnicas que são articuladas por meio dele, como a fala, os gestos, os movimentos em torno da ferramenta material. Quanto a ferramenta, foram empregadas outras formas além da ferramenta material, mas como o modelo bola e vareta assumiu a centralidade, este fará parte da composição do signo. Vale destacar também que a tríade delineada na Figura 5 mostra o signo central, mas cabe olhar esse material, devido a sua complexidade como um sistema sógnico, ou seja, vários signos dentro do signo central (SANTAELLA, 2002). A Figura 16 mostra a tríade de Peirce para o curta-metragem 1.

Figura 16 - Tríade peirceana para o Curta-metragem 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na sequência iremos desenvolver a análise semiótica baseada na Teoria Geral dos Signos, conforme discutida no aporte teórico deste trabalho.

5.2.1.1 Fundamentos do signo

A primeira análise semiótica é do signo em si mesmo, primeira tricotomia, enquanto quali-signo, em se tratando do curta-metragem, chamado aqui de episódio, os aspectos do quali-signo estão na qualidade das escolhas, no enquadramento, dos movimentos, no tom do discurso, na sincronia da fala com a imagem, nas cores, nas cenas, enfim nas impressões que a contemplação do signo evoca. Aspectos esses meramente qualitativos do signo e apreendidos inconscientemente pelo espectador (SANTAELLA, 1983).

Essas primeiras impressões encontradas no domínio da Primeiridade são expressadas quando, por exemplo: o estudante enquadra a cena, exatamente, na forma do signo, os movimentos da câmera são conduzidos para qualificar o signo, as cores que aparecem procuram destacar o signo [Estudante + Ferramenta Material] no cenário. Contudo, o que mais qualifica o signo, nesse episódio, é a sua forma. Por meio da conexão intencional, ordenada entre tubos pretos se representa algo, a molécula de propano conforme é convencionalizada pela comunidade dos químicos. Por outro lado, é importante destacar que as formas, por si só, nada representam, apenas qualificam. No contexto do Ensino de Química e, principalmente, com ênfase nos aspectos espaciais (estereoquímica) dessa ciência, é imprescindível começar destacando a forma de se comunicar em Química: a representação.

No nível da Secundidade, a respeito da existência, podemos explorar quais singularidades nesse signo lhe garantem características únicas, situadas em um tempo e num

espaço na esfera da existência. A essa relação de existência dá-se o nome de sin-signo. O que corporifica um sin-signo, um signo existente, são seus aspectos enquanto quali-signo, isto é, suas qualidades que lhe são próprias. Em nossa análise semiótica é importante lembrar o papel da professora nessa semiose.

Assim, a professora em sala de aula ensinou diferentes maneiras de se representar esse signo, porém para a construção do vídeo ela orientou a utilização da ferramenta material. Desse modo, nesse episódio, o signo [Estudante + Ferramenta Material] está materializado em tubos pretos seguindo uma ordenação e conciliados por um discurso em torno dele, com vistas a construir-se um conceito, Análise Conformacional.

Consideramos que o caráter destacado por Peirce (1997) de réplicas, como forma de se fazer real o sin-signo, faz-se presente no ensino, uma vez que o estudante de Química Orgânica é ensinado a replicar esse signo com diferentes representações e para diferentes finalidades. Por outro lado, se o estudante não compreende o signo na sua Secundidade, ele permanecerá no campo das possibilidades, conceitos vagos, dúvidas – fato esse comum a um novo aprendizado (MACHADO, 2015). Discutiremos mais adiante, com o avançar das interpretações, os indícios de aprendizado para o episódio em análise.

Ainda no domínio da Secundidade, e com destaque ao material do signo no episódio, é importante ressaltar a função decisiva das ferramentas materiais nos processos de ensino e aprendizagem da Química. Sobre essa perspectiva em diálogo com a teoria de Peirce, considerando a disposição dos átomos no espaço, Machado (2015) faz as seguintes considerações:

À luz da Teoria Geral dos Signos, um sin-signo tem como característica se apresentar à experiência como algo consistente no tempo e no espaço. [...] Uma ferramenta didática que, como signo, evidencia essa proposta através de sua própria materialidade, representa com grau de abstração muito menor que outras mediações utilizadas em sala de aula. Essa via é distinta inclusive sensorialmente. Não somente por conta da possibilidade de observação tridimensional, obviamente mais efetiva que em suportes bidimensionais. Mas o ganho da experiência sensorial tátil acrescenta um elemento inédito, com largo potencial de acréscimo na compreensão da dimensão espacial para a Química; basta considerar um estudante cego e perceber que não haverá melhor recurso para que este se aproprie da estereoquímica. (MACHADO, 2015, p.59).

No nosso caso, do episódio, esses elementos podem ser evidenciados na experiência de produção do curta, principalmente no que se refere à percepção da existência tridimensional do objeto, sentido que ganha destaque durante essa semiose.

A esfera da Terceiridade do fundamento do signo é nomeada de legi-signo. O nome de fato sugere leis, regras, que o próprio signo possui. O caráter de legi-signo para esse signo é evidente, uma vez que o conteúdo apreendido constitui um conjunto de legi-signos convencionados por uma comunidade de químicos. Comunidade a qual esse estudante está se tornando parte ao se apropriar, familiarizar, aprender essas normas específicas.

Estudar Química Orgânica é no primeiro momento encontrar-se com a linguagem desse campo da Química, por meios de suas múltiplas formas representativas, sejam elas estruturais, simbólicas, matemática, gráficas, todas reconhecidas pela comunidade que lhe confere valor e continuamente utilizadas. Assim, se tivéssemos que escolher somente um fundamento do signo peirceano para análise desse episódio, certamente seria a Terceiridade, pois, somente o aprofundamento no fundamento do legi-signo torna possível sua significação.

Desse modo, o episódio, desde a representação mediada pela ferramenta material, com a fala do estudante, até a relação multimodal com o gráfico, está imbricada por legi-signos que favoreceram ao estudante atribuir significado às questões teóricas estudadas.

Para finalizar essa primeira fase de análise, trazemos os fundamentos do signo em uma amálgama esclarecedora de Santaella (2002), conforme apresentado a seguir:

O que deve ser compreendido nesse passo da análise é que os sin-signos dão corpo aos quali-signos enquanto os legi-signos funcionam como princípios-guias para sin-signos. Quali-sin-legi-signos, os três tipos de fundamentos dos signos, são, na realidade, três aspectos inseparáveis que as coisas exibem, aspectos esses ou propriedades que permitem que elas funcionem como signos. O fundamento do signo, como o próprio nome diz, é o tipo de propriedade que uma coisa tem que pode habilitá-la a funcionar como signo, isto é, que pode habilitá-la a representar algo que está fora dela e produzir um efeito em uma mente interpretadora. (SANTAELLA, 2002, p.32).

O estudo do fundamento do signo já nos direciona para uma nova etapa: a busca do entendimento daquilo que ele representa. Assim, passamos em seguida ao estudo da tricotomia mais importante de Peirce, a segunda, àquela que deriva da relação do signo com seu objeto.

5.2.1.2 Relação do signo e seu objeto

Os entes químicos são, por assim dizer, expressões do inacessível. Desse modo, fazer uso de signos, por meio da representação, “contribui para a construção do conceito de objeto entidade química enquanto conhecimento” (MACHADO, 2015, p.67). Dessa forma, com vistas a explorar a relação entre o signo e seu objeto, ou ainda, em quais sentidos o signo

representa seu objeto, iremos nos aprofundar na tricotomia mais importante de Peirce que contempla: ícone, índice e símbolo.

No domínio da Primeiridade, o ícone é a capacidade do signo representar o objeto, por semelhança, sem nenhum compromisso com a lógica, apenas uma possibilidade. Por outro ângulo, para aproximar o uso do ícone na Química, busca-se relacionar em que medida o signo reproduz as mesmas expectativas e efeitos do objeto.

Esse último conceito nos auxilia mais a olhar nosso signo como ícone, pois ao tratarmos de objetos do nível molecular, esses não são apreensíveis aos nossos olhos. Assim, as ideias de ícones que estão presentes no curta se relacionam com o objeto, por exemplo, em termos do número de átomos, ângulos de ligação, disposição espacial e rotação em torno do eixo carbono-carbono. Esses traços do objeto estão postos (ou ao menos pretendem estar postos) em uma esfera de iconicidade que envolve a semiose desse signo. Essa iconicidade se manifesta com mais intensidade pela interação estudante e ferramenta material. Adicionalmente, outros aspectos do ícone e que auxiliam no estudo do nosso signo podem ser pensados, considerando a citação a seguir:

Uma importante propriedade peculiar ao ícone é a de que, através de sua observação direta, outras verdades relativas a seu objeto podem ser descobertas além das que bastam para determinar sua construção. Assim, através de duas fotografias pode-se desenhar um mapa etc. Dado um signo convencional ou um outro signo geral de um objeto, para deduzir-se qualquer outra verdade além da que ele explicitamente significa, é necessário, em todos os casos, substituir esse signo por um ícone. Esta capacidade de revelar verdades insuspeitadas é exatamente aquela na qual consiste a utilidade das formas algébricas, de tal modo que o caráter icônico é o que prevalece. (PEIRCE, 1977, p. 65).

Consideramos que a semiose realizada pela professora em sala de aula e replicada pelo estudante na produção do curta, foi semelhante ao movimento exemplificado nessa citação de Peirce, ao considerar fotos transformando-se em mapas. Em mais detalhes, no episódio em estudo, o estudante iniciou com um signo – a representação da molécula de propano por meio da ferramenta material e ao final utilizou outro signo – um gráfico de energia, que pode ser produzido a partir das rotações realizadas durante o vídeo. Portanto, consideramos que há aspectos icônicos do signo, na relação com seu objeto, expressos aqui, ao possibilitar extraírem-se verdades, caminhos não explícitos em princípio no processo de ensino, mediados pela professora, mas que o estudante vai desvendando no agir desse signo, sua semiose, que está em jogo durante o processo de planejamento e produção do curta. Essas questões serão

aprofundadas nos capítulos posteriores quando o olhar for ampliado para a sala de aula, assim como para os demais curtas-metragens.

Adicionalmente essas possibilidades de iconicidade são muito presentes e importantes para o ensino, uma vez que por meio da representação, dessa substituição e capacidade de derivar, torna-se possível comunicar diversos conceitos químicos de novas maneiras, com outras mediações, diversas semioses, tais como Análise Conformacional, Estereoquímica, tipos de reações, mecanismos, isomeria, mesmo com a ausência de técnicas, experimentos e equipamentos que conduzem um contato mais direto com os objetos do signo em jogo.

Por outro lado, esse forte poder de estar no lugar de, que a representação assume, é também um elemento de problematização e pesquisa no Ensino, uma vez que o estudante pode, ingenuamente, em algumas instâncias, não perceber que está lidando com uma representação. Ou seja, não é o objeto de fato, o que acaba limitando o entendimento da Química, uma ciência que lida (em termos de objetos) com átomos, moléculas, reações, transformações, a uma ciência de traços no quadro, bolas e varetas, setas e pontos. Consideramos importante e necessário que o professor construa situações de debate acerca do conceito de representação para que, ao adquirir maturidade sobre os contextos de produção de sentido dessa comunidade (químicos), o estudante de Química e o professor de Química em formação sejam capazes de compreender que, por exemplo, dois traços, um O e dois H conectados em uma forma triangular¹⁷ representam a molécula de água, ainda que ao se referir à esse signo na lousa o professor diga ‘aqui está a molécula de água’.

Sobre isso, no episódio em análise, o estudante se preocupou em destacar aspectos da representação nos primeiros segundos de vídeo, conforme a Sequência 1: “Essa é uma molécula de propano, onde os tubos pretos representam hidrogênio e aqui seria o primeiro carbono, segundo carbono e terceiro carbono”. Em termos de iconicidade, os tubos estariam mais propriamente agindo como as ligações do carbono para o hidrogênio. É importante lembrar que no campo da Química há diferentes tipos de ferramentas materiais (modelos moleculares), que permitem estabelecer diferentes semioses. A ferramenta material que foi usada pelo estudante nesse curta que estamos analisando volta-se, em boa medida, para uma representação das ligações, seus ângulos, a disposição das ligações no espaço. Podemos inclusive inferir, ainda que de forma inicial e circunstanciado nessa análise, que esse tipo de ferramenta esvazia o sentido ontológico da categoria ‘átomo’, uma vez que, por Primeiridade,

¹⁷ Representação utilizando fórmula de traço da molécula de água, com um átomo de oxigênio ao centro, ligado a dois átomos de hidrogênio em uma geometria trigonal plana.

em termos da relação do signo com seu objeto, podemos dizer, não há representação material de átomos na ferramenta, mas referência a eles. O próximo nível sógnico, ajudará a compreender as relações existentes entre o signo e o objeto.

A segunda categoria na relação existente entre o signo e o objeto na teoria peirceana é a indicial. Segundo o próprio autor, “seria difícil, senão impossível, [...] encontrar um signo qualquer absolutamente desprovido da qualidade indicial” (PEIRCE, 1977, p.75). No episódio analisado, identificar os aspectos indiciais no signo é um importante exercício para a construção do próprio signo, ainda que esses aspectos do objeto do signo não sejam acessíveis aos nossos olhos. É importante dizer que estamos direcionando o olhar para o que o signo [Estudante + Ferramenta Material] representam.

Uma característica dos índices é o fato de sua conexão ao objeto independe da interferência de quem interpreta, assim como independe da interpretação do sujeito a conexão causal entre fumaça e fogo. Se há fumaça, indica-se a existência de fogo. Do mesmo modo, no signo analisado, ainda que as conexões não sejam diretas, existem fatos brutos que determinaram a estrutura da molécula de propano, tais como a valência do carbono, referida pela quantidade de átomos, seu arranjo no espaço, valores de energia dentre outros que são independentes do interpretante.

Ao longo do episódio o próprio estudante traz algumas falas e gestos no sentido de justificar a estabilidade de uma conformação em relação a outra fazendo menção a um fato que não está explícito no signo em si, porém, lhe afeta, conforme a Sequência 2, Fala 4: “Essa fase alternada é de menor energia e ela é considerada mais estável. Isso porque as nuvens de elétrons têm pouca repulsão entre elas”, mostrando assim o poder do índice de manifestar seu objeto. Nos parece singular a forma como a categoria ‘nuvem de elétrons’ manifesta caráter de Secundidade. Ela configura-se como o centro da produção de sentido da Análise Conformacional, implica na energia e orienta o estabelecimento dos confôrmeros do propano.

Após percorrermos manifestações de Primeiridade e de Secundidade, sem a pretensão de esgotamento da análise, cabe olhar para os aspectos simbólicos do signo no episódio. A produção do episódio não é considerada um processo natural, pois a compreensão de aspectos do signo, como elaborado pelo estudante, pelo contrário, manifesta que houve indícios de aprendizagem e o domínio de um conjunto de convenções que tornam possíveis a compreensão desse signo no interior de uma comunidade. Essa proposição, ao nosso ver, decorre dessa semiose ser derivada de um processo de ensino, algo que aconteceu no âmbito de uma sala de aula.

A Análise Conformacional que o estudante mostrou no curta por meio do signo [Estudante + Ferramenta Material] está impregnada de regras que a torna ensinável na sala de aula, uma instância de replicação, assim vários critérios foram pontuados pela professora anteriormente e apropriados pelo estudante, materializados como réplica, uma instância dos processos simbólicos encarnados no estudante a partir da aula da professora, tais como: definir quais carbonos seriam analisados, fixar um dos carbonos durante a análise, rotacionar o outro carbono, girar em ângulos de 60° , além das justificativas teóricas para a relação de energia com a conformação.

Outro aspecto fundamental do caráter de terceiro, ou da Terceiridade no ensino é seu poder de, a partir de uma regra, ou conjunto delas, produzirem-se generalizações, argumentos, extrapolações, marcas de um conhecimento de cunho científico. No caso desse episódio essa generalização também se manifesta, tendo em vista que a professora fez a Análise Conformacional em sala de aula para uma molécula de dois carbonos e pediu aos estudantes para replicarem em uma molécula de propano, ou seja, com três carbonos.

Constatamos até aqui o poder do signo analisado no episódio, coexistindo em uma relação triádica, principalmente fundamentado no campo das representações. Para finalizar esse tópico, gostaríamos de indicar que consiste em um interesse investigar os efeitos gerados nos interpretantes desses signos, o diálogo entre o processo de ensino e de aprendizagem. Portanto, somos conduzidos a um novo passo do processo de análise semiótica, os interpretantes gerados por esse signo.

5.2.1.3 Interpretantes do signo

Qual ideia um signo provoca em uma mente é a noção mais básica desse terceiro nível semiótico. Trazendo para o contexto da sala de aula, compreender o efeito causado nos interpretantes é fundamental no processo de ensino e de aprendizagem, possibilitando, assim, interferências, ações mediais, direção nesse processo e avaliação pelo professor.

O interpretante subdivide-se em três classificações: rema, dicente e argumento. Acerca dessa classificação, no contexto da sala de aula pretende-se que o estudante passe por etapas de modo a alcançar semioses por meio de signos cada vez mais elaborados. Essa construção faz sentido no signo em estudo à medida que o estudante alcança uma interpretação conceitual mais rica em termos de modos representacionais, tendo em vista que nesse estágio se encontra o pensamento mais elaborado. Com olhar centrado no episódio é difícil mensurar aspectos interpretativos remáticos, pois estes certamente ocorreram em momentos anteriores a

produção do vídeo, talvez na primeira aula sobre Análise Conformacional, campo de interpretações ainda como possibilidades. Por outro lado, o signo enquanto dicente ganha proeminência nessa semiose do curta-metragem do estudante, uma vez que houve uma relação direta entre o estudante enquanto interpretante e o objeto a ser representado, uma compreensão conceitual da Análise Conformacional. Assim como existe relação entre o pintor e a pintura, aqui também se verifica. Essa relação dicente implica ao interpretante um domínio de apreensões conceituais que permitem nesse caso construir e fazer parte do signo no emprego da ferramenta material conjugada com os gestos e sincronizada com a fala, além da articulação de outros modos, como a construção e correlação com a leitura do gráfico de energia.

Adicionalmente, é possível observar indícios de uma apropriação da Terceiridade enquanto argumento pelo estudante, tendo em vista toda carga de lei prevista nesse signo, ainda que se utilizarmos critérios mais rigorosos será possível identificar fragilidades na linguagem ou ainda aspectos de mimetização daquilo que foi falado pela professora em sala de aula.

Outro aspecto importante do nível argumento se deve à familiaridade com o conceito, tempo de maturidade e, especificamente em relação ao episódio, estratégias intencionais da professora com vistas à essa construção, que decorre de situações que foram criadas em sala de aula. Desse modo, ao explorar (ontologicamente) esse ente químico, a professora caminhou por diferentes técnicas de representação para assumir a Projeção de Newman como a mais adequada ao estudo dessas estruturas, como será delineado no capítulo 6.

Adicionalmente, a professora, ao experienciar a potencialidade da ferramenta material para transitar entre o tridimensional e o bidimensional, colocou essa estratégia em uso por meio da proposta de produção de vídeos, após os estudantes utilizarem a ferramenta material em sala de aula. Assim, com base nesse contexto é perceptível, em termos do nível argumento nessa semiose, a maturidade e a familiaridade do estudante ao lidar com esse signo.

Assim, além de explorar a Análise Conformacional, a professora colocou em destaque no campo das representações as questões espaciais, pois ao manusear essa ferramenta material, bem como transitar para representações gráficas, o estudante foi estimulado a exercitar suas habilidades espaciais de visualização, rotação e relação.

5.2.2 Considerações sobre a análise do Curta-metragem 1

A análise semiótica do curta-metragem 1 – Análise Conformacional do propano, buscou transitar pelas três categorias gerais de Peirce (Primeiridade, Secundidade e Terceiridade) não apenas numa perspectiva geral, mas perpassando a tríade e as tricotomias nos domínios específicos, a saber: signo, objeto, interpretante, quali-signo, sin-signo, legi-signo, ícone, índice, símbolos, rema, dicente e argumento. Se num primeiro momento a semiótica possa parecer um exercício de classificação, não é o caso, o alcance aqui é empregar das classificações de modo a possibilitar um destamar das camadas mais internas da composição sígnica, possibilitando, assim, obter informações, compreender melhor os processos envolvidos. Em síntese, as classificações não possuem um fim em si mesmas, mas consistem num meio para se alcançar objetivos analíticos.

O signo em estudo [Estudante + Ferramenta Material] emergente do curta-metragem, é um signo complexo, proeminente em carga simbólica, ou seja, no potencial da representação. Portanto, é necessário perceber que as potencialidades da representação decorrem por embutir em si o aspecto sugestivo da Primeiridade e o poder referencial, no que tange a Secundidade. Assim, a genuína semiose atravessa cada um dos níveis sígnicos, carregando tais contribuições para o modo de ação do signo em questão (MACHADO, 2015).

Dessa maneira, nossa análise semiótica procurou atravessar os domínios da Primeiridade, Secundidade e, por fim, da Terceiridade na busca por compreender o processo representativo na sua perspectiva triádica. Assim, na primeira tricotomia, da relação do signo em si mesmo, a análise buscou revelar como a ferramenta material foi assumindo centralidade na composição do signo com vistas a possibilitar o câmbio representativo para a molécula de propano no que tange as diferentes conformações, seja como quali-signo no enquadramento das cenas, seja como sin-signo na sua característica de existente, podendo também assumir-se enquanto réplica; seja como legi-signo carregada de regras as quais viabilizam seu uso nesse contexto de ensino, bem como o uso das demais representações. Portanto, esses fundamentos habilitaram o signo [Estudante + Ferramenta Material] a representar algo que está fora dele (SANTAELLA, 2002).

A segunda tricotomia, da relação do signo com seu objeto, enquanto ícone, índice e símbolo, procurou evidenciar em quais aspectos o signo se relaciona com seu objeto. No aspecto icônico, a noção que mais auxilia é buscar compreender em que medida o signo reproduz as mesmas expectativas e efeitos do objeto. Nesse sentido ganha destaque aspectos da ferramenta material, potencializadas pela interação com o estudante que são evocadas para estabelecer essa relação com o objeto, como disposição dos átomos, o próprio movimento de rotação da ligação carbono-carbono para a formação das conformações alternadas e

eclipsadas, além também do aspecto icônico que foi tangenciado, no sentido de gerar informações, no caso, na produção do gráfico a partir da compreensão das diferentes conformações em termos de distribuição de energia.

Na relação indicial, vários aspectos foram trazidos que são de fato existentes e compõem o signo [Estudante + ferramenta Material] para representar a Análise Conformacional da molécula de propano. Mas chamamos atenção, especialmente, para a fala do estudante ao longo do curta no sentido de indicar a relação da conformação de menor energia com estabilidade e nuvem de elétrons, o que abriu espaço naquele contexto para evidenciar como o índice se manifesta no objeto, no caso explicado pela interação entre as nuvens e a implicação na estabilidade das conformações, ou seja, o caráter singular da categoria nuvem de elétrons manifestar aspecto de Secundidade.

No que tange o caráter simbólico, o signo [Estudante + Ferramenta Material] manifesto no curta está impregnado de regras que a torna ensinável na sala de aula, uma instância de replicação, assim várias regras foram trabalhadas pela professora anteriormente e evocadas pelos estudante, tais como: definir quais carbonos seriam analisados, fixar um dos carbonos durante a análise, rotacionar o outro carbono, girar em ângulos de 60°, além das justificativas teóricas para a relação de energia com a conformação, as quais habilitaram aquele signo a representar a Análise Conformacional para a molécula de propano.

A respeito da terceira tricotomia, da relação do signo com os interpretantes enquanto rema, dicente e argumento. Quanto ao interpretante remático, é difícil mensurar, pois estes certamente estão mais próximos das primeiras aproximações dos estudantes com o tema Análise Conformacional. O interpretante enquanto dicente ganha uma proeminência nessa semiose do curta-metragem do estudante, devido a relação direta entre o estudante enquanto intérprete e o objeto a ser representado, uma compreensão conceitual da Análise Conformacional. Por fim, fechando os correlatos dos interpretantes, é possível observar indícios de uma apropriação da Terceiridade enquanto argumento pelo estudante, em virtude de toda carga simbólica do signo, ainda que se utilizarmos critérios mais rigorosos será possível identificar fragilidades na linguagem ou ainda mimetização daquilo posto em uso pela professora em sala de aula.

Embora a análise tenha seguido o ordenamento das classes de Peirce e de fato descortinado diversas faces do signo, procuramos também de forma intencional realizar uma análise mais generalizada no sentido dos aspectos que foram tangenciados no âmbito do ensino, bem como do próprio conteúdo de Análise Conformacional e áreas afins. Assim, essa análise buscou apontar, principalmente, as potencialidades da produção audiovisual dos

estudantes no contexto da disciplina no que diz respeito a possibilidade de se pensar a Análise Conformacional para além das tradicionais avaliações.

Desse modo, o ponto generalista se deve ao fato de o curta ter sido olhado de maneira singular, ou seja, sem o estabelecimento de relações com as demais produções, bem como um olhar mais geral também com relação a sala de aula da professora.

Nos próximos capítulos da Tese procuraremos contemplar esses aspectos da relação com a sala de aula e também a inclusão dos demais curtas-metragens. Portanto, as próximas análises embutirão, em alguma medida, os pontos que foram tratados aqui tanto em relação a estrutura semiótica, como em relação a área de Ensino Química no que tange o estudo da Análise Conformacional, porém numa perspectiva mais aprofundada, já que procuramos abarcar uma introdução com vistas às potencialidades.

Adicionalmente, aqui é importante destacar a função da professora enquanto mediadora nessa produção, pois ainda que o material tenha sido produzido de modo individual, foi possível identificar traços das estratégias de ensino da professora na construção e desenvolvimento do curta-metragem produzido pelo estudante. Outro fator relevante se deve a escolha audiovisual para avaliação nesse contexto, pois ao contrário dos exames convencionais, essa modalidade possibilitou a conjugação de diferentes modos semióticos como oral, gestual, gráfica, potencializando assim o alcance da compreensão de como o estudante percebe, entende e interage com os conceitos químicos por meio principalmente das múltiplas formas representacionais.

Assim, reforçamos a importância da semiótica peirceana no contexto do ensino, no sentido de colaborar para aprofundar no entendimento dos processos de significação dos diferentes signos, uma vez que entendemos como fundamental compreender os fundamentos da nossa linguagem em relação aos processos de significação.

6 AULA H: ANÁLISE CONFORMACIONAL

Uma ação da professora, na disciplina de QOI do 2º semestre/2017, diferenciou essa turma das duas primeiras acompanhadas. Nesta turma os estudantes foram orientados pela professora para a produção de vídeos curtos, os quais denominamos curta-metragem, relacionados ao conteúdo da aula. A professora disponibilizou a ferramenta material (bola e vareta) para os estudantes montarem estruturas e gravarem o curta-metragem com o uso do celular, individualmente.

Para a produção, a orientação da professora consistiu em que os estudantes mostrassem no curta-metragem as diferentes conformações de determinada estrutura com a utilização da ferramenta material e explicassem a estabilidade da molécula em relação às conformações. Ao longo da disciplina foram solicitados dois vídeos, o primeiro sobre a Análise Conformacional da molécula de propano e o segundo sobre a Análise Conformacional da molécula de cis-isopropil-4-metil-ciclohexano.

É importante destacar que embora nesse período a pesquisadora estivesse acompanhando as aulas da professora, a iniciativa de produção dos vídeos se deu pela professora e as motivações para essa atividade serão detalhadas no capítulo 8, no qual trata da Conversa Reflexiva com a docente.

Os curtas-metragens não estão apenas inseridos como atividade da disciplina de QOI durante o estudo da Análise Conformacional. Mais que isso, existe uma relação entre a produção do curta e a aula da professora, uma vez que a professora orientou a produção dos curtas para a molécula de propano, após a aula de fundamentos da Análise Conformacional, ao usar como exemplo a molécula de etano. Desse modo, tendo em vista nosso objetivo de acompanhar a apropriação do conhecimento químico nesse contexto de ensino, torna-se fundamental, antes de atentarmos para os curtas-metragens, estudarmos esta aula da professora.

Como dito no capítulo de metodologia, acompanhamos a disciplina de QOI durante três semestres consecutivos. Nos dois primeiros semestres registramos sistematicamente todas as aulas e tutorias, por meio do registro audiovisual e no terceiro semestre registramos somente algumas aulas e continuamos o acompanhamento de todas as tutorias. Essa diferenciação ocorreu devido ao entendimento de que o volume de dados já era muito expressivo para nossa análise, tendo em vista que acompanhamos a disciplina em contextos distintos, nos turnos diurno e noturno, respectivamente.

Desse modo, no terceiro semestre prosseguimos no acompanhamento sistemático apenas das tutorias e de algumas aulas somente para manter a relação da sala de aula com a tutoria¹⁸. A atividade da produção dos curtas-metragens ocorreu no terceiro semestre e não gravamos a aula na qual a professora orientou os alunos sobre a produção. Contudo, como acompanhamos a mesma professora e disciplina durante três semestres, entendemos que podemos analisar a aula de Análise Conformacional da primeira turma para identificar relações com os curtas-metragens produzidos pelos estudantes na terceira turma.

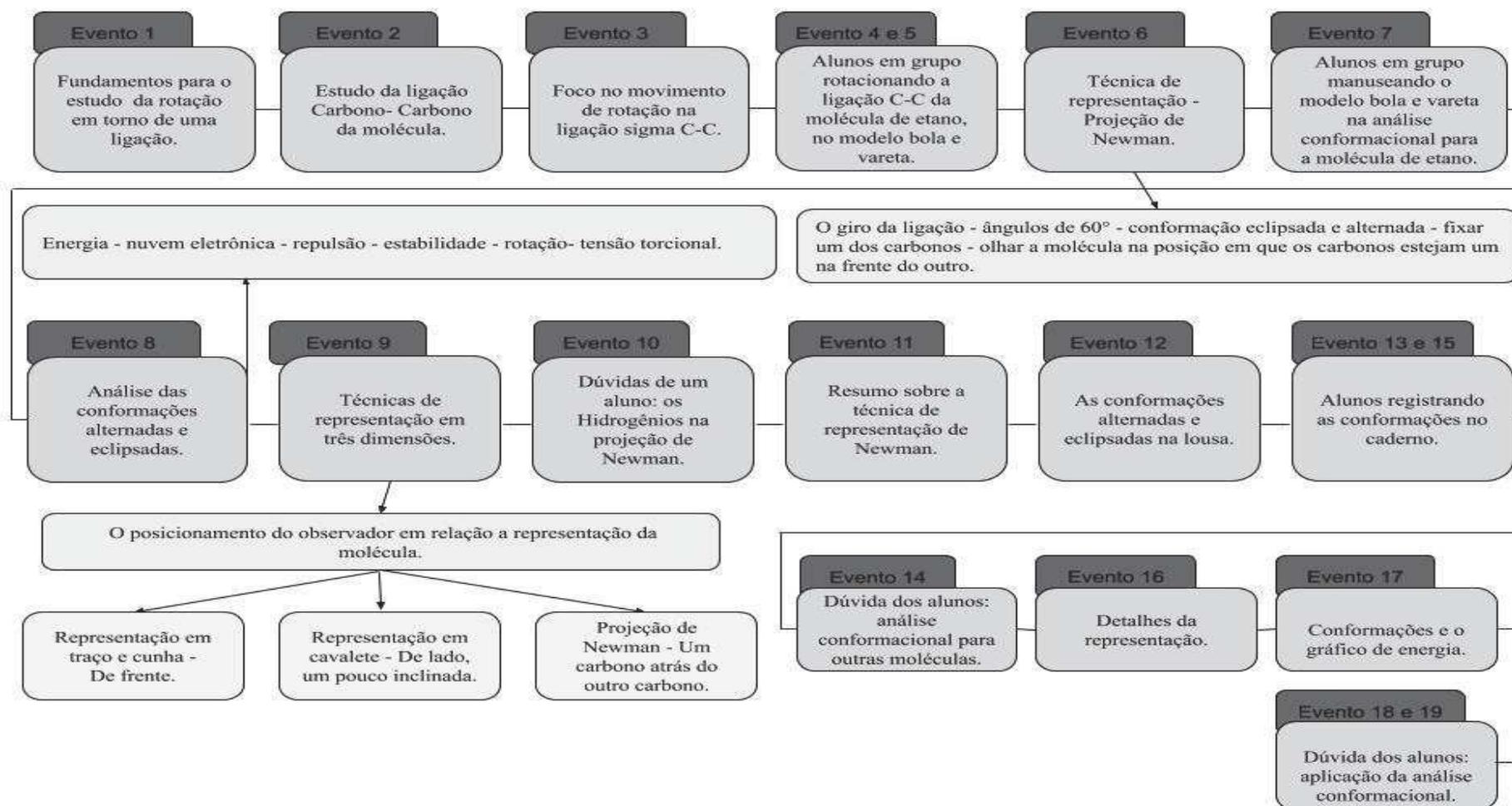
Assim, faremos a análise da Aula H acompanhada no 2º semestre de 2017, na qual a professora iniciou o estudo de Análise Conformacional. Nessa aula a professora além de fazer a Análise Conformacional para a molécula com dois átomos de carbono, o etano, fez também para a molécula de propano e generalizou para moléculas com mais de três carbonos. Assim, como na turma em que os curtas-metragens foram produzidos a professora explicou a Análise Conformacional para a molécula de etano e na sequência orientou aos estudantes a produzirem o vídeo da Análise Conformacional para molécula com mais um átomo de carbono, o propano. Analisaremos a Aula H até esse momento, ou seja, até o Evento 19 do mapa de eventos (Apêndice C). A aula H até o Evento 19 teve duração de 48 minutos e 6 segundos.

6.1 ASPECTOS GERAIS DA AULA H SOBRE O TEMA ANÁLISE CONFORMACIONAL

Para análise da Aula H fizemos inicialmente o mapa de eventos conforme descrito no Capítulo de Metodologia. O mapa enquanto macroanálise permite um panorama geral da aula, assim como também prepara para o segundo nível de análise, uma microanálise, por meio da identificação e delimitação de episódios. Neste tópico, direcionamos nosso olhar para essa estrutura maior de aula, o mapa de eventos. Assim, como o tema central desta aula foi a Análise Conformacional, sobretudo a técnica de representação - Projeção de Newman, a partir dos mapas de eventos construímos um Diagrama da Aula H (Figura 17), no qual procuramos evidenciar aspectos centrais para a compreensão da Análise Conformacional, além também da ideia de fluxo que essa ferramenta visual permite.

¹⁸ No exame de qualificação prevaleceu a recomendação da banca da não inclusão de dados das tutorias, uma vez que o *corpus* de dados do trabalho já se encontrava extenso e a inclusão de dados de outra natureza poderiam comprometer o aprofundamento da análise dos dados já trazidos no referido exame.

Figura 17 - Diagrama da Aula H sobre o tema Análise Conformacional



A aula enquanto atividade humana constitui-se por um conjunto de ações mediadas, tornando assim inviável a separação do sujeito dos sistemas simbólicos e artefatos materiais em uso na ação (WERTSCH, 1998 apud SÁ, et al 2017). Essa compressão do espaço da sala de aula é fundamental no nosso estudo, uma vez que a professora incorpora os diferentes sistemas sógnicos, sejam de caráter simbólicos, materiais, gráficos para potencializar a produção de sentido no contexto de ensino. Nesta aula, em 17 dos 19 eventos mapeados, a professora usou a ferramenta gráfica, o que nos indica a importância dela na semiose que a professora cria em sua prática docente.

Segundo a classificação de Alves e Anastasiou (2004) podemos caracterizar essa aula como expositiva dialogada, na qual os estudantes participaram do processo de exposição do conteúdo pela professora. Nesse contexto os meios empregados pela docente na articulação do processo de ensino, isto é, a estratégia de ensino, se insere como atividade em grupo (PETRUCCI, BATISTON; 2006). Nesta aula os alunos se organizaram em pequenos grupos e cada grupo fazia a discussão orientada pela professora em torno da manipulação da ferramenta material.

Além da estratégia de ensino, atividade em grupo, a professora lançou mão de outros recursos como o quadro e giz, bem como a ferramenta material modelo bola e vareta manipulada por ela e pelos estudantes em grupo. Essa estratégia favoreceu uma aula dialógica, com interações entre os estudantes e dos estudantes com a professora. Contudo, embora reconheçamos que a participação dos estudantes tenha se destacado ao longo da aula, a figura da professora manteve-se central no processo de ensino.

Compreendemos que o objetivo da Aula H consistiu no entendimento de como forças intramoleculares tornam alguns arranjos espaciais mais favoráveis energeticamente do que outros. A Química Orgânica estuda esses aspectos dentro do tema da Análise Conformacional, ou seja, uma avaliação das energias relativas (avaliação termodinâmica), reatividade potencial e propriedades físicas das conformações alternativas de uma entidade molecular, decorrentes de rotações ou torções das ligações intramoleculares (IUPAC, 2021).

Vale ressaltar que os estudantes encontram dificuldade na compreensão da Análise Conformacional no contexto do ensino de Química à medida que envolve o domínio de habilidade espacial (RAHMAWATI; DIANHAR; ARIFIN, 2021). O emprego dessa habilidade se manifesta no ensino, principalmente, ao ser necessário representar de forma gráfica aspectos tridimensionais de determinada estrutura química a partir da compreensão do arranjo espacial, ou seja, como os átomos ocupam um espaço tridimensional.

Uma estratégia defendida pela literatura da área para auxiliar os estudantes no desenvolvimento dessa habilidade de visualizar como os átomos estão arranjado no espaço consiste em transitar por diferentes modos representativos para uma mesma estrutura química, sejam eles de forma gráfica, ou também na forma material, ou ainda por simulações computacionais.

Esses aspectos, que no primeiro momento denotam uma classificação da aula, nos auxiliam no recorte analítico semiótico, tendo em vista os objetivos pretendidos com esta aula a partir do nosso mapeamento. Assim, de antemão gostaríamos de ressaltar que estamos nos preparando para análise de um material denso e amplo em termos sógnicos o que, ao nosso ver, torna imprescindível apontar limites e recortes.

6.2 ANÁLISE SEMIÓTICA DA AULA H

No presente tópico nos debruçamos sobre a análise semiótica da Aula H, considerando diferentes formatos de coleta e análise empregados no tratamento do dado, como as anotações em diário de bordo, a filmagem da aula, o mapa de eventos, o diagrama da Aula H. Assim, algumas considerações precisam ser feitas antes de adentrarmos propriamente na análise.

Numa análise semiótica é necessário delimitar os limites da investigação, os quais estão atrelados com o objetivo da análise, bem como enredados a própria tríade signo, objeto e interpretante. Faz-se necessário também nessas considerações iniciais explicitar a complexidade do sistema sógnico que estamos lidando, pois embora o escopo metodológico tenha possibilitado uma refinação inicial do dado por meio da ferramenta mapa de eventos, e na sequência, construção do diagrama da aula, entendemos numa perspectiva semiótica que estes são signos da própria aula gravada. Assim, independente do signo vídeo, mapa ou diagrama, na essência estamos lidando com uma variedade de modos semióticos visual, gestual, material, verbal, sonoro, ao considerar também a natureza do evento aula de Química Orgânica, que emprega uma linguagem própria e rica em representações gráficas, materiais e gestuais.

Nesse sentido, embora a professora tenha agido de maneira central no processo de fazer acontecer a aula, ela também mobilizou a participação dos estudantes. Esse aspecto se por um lado acrescentou no processo de construção conceitual, por outro lado ampliou o número de signos nessa situação, pois as cadeias sógnicas mesmo sendo provocadas em sua maioria pela professora enquanto semiose humana, também emergiu a partir da ação dos estudantes, o que agrega ainda mais complexidade ao processo sógnico. Ainda que o endereçamento desse agir semiótico esteja formulado, ao considerarmos planos formais de

ensino, na direção dos estudantes, essa semiose, complexa, contou também com a participação deles no próprio processo construtivo.

Mais uma vez precisamos decidir qual será nosso foco nesse momento da investigação, ao termos em vista os múltiplos caminhos possíveis e escapar de uma análise demasiadamente ampla. Reafirmamos a identificação do signo, do objeto e dos interpretantes possíveis no estabelecimento de novas fronteiras para a investigação.

6.2.1 Signo, objeto e interpretante

Neste momento da análise, caracterizamos como signo a Aula H [Humano + Ferramentas]. Aqui, diferente da análise dos episódios e do curta-metragem 1, optamos por inserir o tipo de evento, no caso Aula H, no sentido de auxiliar a diferenciar os signos, já que todos, em alguma medida, são representados por esse híbrido entre humano e ferramentas. Neste signo, a escolha do termo 'Humano' como descritor, no lugar de 'Professora' se deve também à participação dos Estudantes nessa composição sógnica, embora reconheçamos a centralidade da docente nesse processo. Importante perceber também que a escolha por 'Ferramentas' abre espaço para estudar todas as ferramentas que foram mobilizadas no evento. Pela natureza desse signo, ele se manifesta por meio de diferentes modos, como foi destacado anteriormente, os quais aparecerão no contínuo semiótico tendo em vista a compreensão da ação do signo Aula H [Humano + Ferramentas].

Como emerge em certo sentido, o objeto deste signo é construído mediante signos: experimentos, pesquisas, o currículo em Química Orgânica (em ação na Instituição e prescrito nos documentos), além da própria constituição da docente enquanto saber específico e pedagógico. Todos eles, representados na aula e em alguma medida, contribuem para a construção conceitual do tema Análise Conformacional, além dos contrapontos e novos endereços de sentido infligidos na atividade pelos estudantes. Quanto ao interpretante, nos parece óbvia a direcionalidade desse signo para estudantes do Ensino Superior em Química, assim, não vamos fugir desse lugar interpretativo. O que ocorre na verdade é que não assumimos a posição dos alunos nem da professora, buscamos por meio do olhar investigativo embasados na teoria enxergar relações entre o sujeito que ensina e o sujeito que aprende numa perspectiva sógnica.

A Aula H [Humano + Ferramentas] é um signo que manifesta um certo número de semioses, e a ferramenta mapa de eventos e o Diagrama H nos auxilia a visualizarmos com mais detalhes os caminhos escolhidos pela docente na construção da aula. Assim, faremos

uma análise semiótica atenta aos eventos criados a partir dessas ferramentas, traçando também uma relação com nosso dado empírico central: o registro audiovisual da aula.

A compreensão a respeito da ação de qualquer signo decorre do descortinar das camadas mais internas de sua composição. Nesse sentido, perpassando cada nível sógnico, no domínio da Primeiridade na verificação de possibilidades, da Secundidade associada a referências, e da Terceiridade manifestada pela regularidade, é que ocorre uma semiose genuína. Santaella (2000) destaca a percepção de Peirce a respeito desses entrelaçamentos permanentes na semiose:

Muito cedo, Peirce deu-se conta de que não há pensamento ou formas de raciocínio – nem mesmo as formas puramente matemáticas, e mais ainda estas – que se organizem exclusivamente por meio de signos simbólicos. A semiose genuína é um limite ideal. No plano do real, só ocorrem misturas. Outros tipos de signos, além dos símbolos, intervêm e são necessários à condução do pensamento e das linguagens. A mistura sógnica é parte integrante do pensamento e de todas as manifestações da linguagem. Desenredar a meada das misturas sógnicas foi uma das tarefas a que Peirce dedicou boa parte de sua existência. Junto a essa tarefa, colocou-se aquela de dar conta das cifras do universo que não se reduzem aos processos de continuidade, mas incluem a força bruta dos fatos e a indeterminação do possível. Na emaranhada meada dos signos e da vida no universo, pois que ambos são, para ele, sinônimos, Peirce enxergou três nervuras de convergência (suas três categorias), por meio das quais filtrou a multiplicidade e heterogeneidade aparente dos fenômenos. (SANTAELLA, 2000, p. 90).

Enaltecedor das misturas sógnicas, Peirce ainda afirma categoricamente que a perfeição de uma linguagem está relacionada a um equilíbrio entre os níveis sógnicos, onde “os mais perfeitos entre os signos são aqueles nos quais os caracteres icônico, indicativo e simbólico estão combinados tão igualmente quanto possível (PEIRCE apud MACHADO, 2015, p.74). Compreendemos que essa natureza sógnica coopera com nossa proposta analítica, o signo Aula H [Humano + Ferramentas], além de apresentar aspectos icônicos, indiciais e simbólicos, manifesta essas múltiplas facetas sógnicas de forma imbricada, e alude a uma continuidade à cadeia sógnica. Depreende-se que, novos signos e interpretantes, sendo signos também, são desenvolvidos na associação com o objeto em questão.

6.2.2 A relação entre o signo Aula H [Humano + Ferramentas] e o seu objeto

Com atenção voltada para a relação entre o signo Aula H [Humano + Ferramentas] e seu objeto, a noção de Análise Conformacional, importante destacar desde logo que todo objeto dinâmico, ao denotar entidades químicas, são inacessíveis diretamente. Neste caso, o objeto vai sendo descortinado através de signos, os quais, por sua vez, são determinados por

objetos imediatos correspondentes. No processo triádico, ocorre a continuidade da cadeia sógnica por meio da geração de interpretantes, porém todos determinados pelo mesmo objeto ao qual estão vinculados. Portanto, a afirmação é pertinente: “o objeto é exatamente o que resiste na semiose” (SANTAELLA, 2000, p. 24). Essa característica da natureza do objeto é refletida na incompletude sógnica para representá-lo. Diz Peirce, ao recuperar uma questão importante acerca do processo representativo: “Uma representação é sempre incompleta, de modo que o signo pode apenas tentar representar, em parte pelo menos, um objeto” (PEIRCE, 1909 apud NOTH, 2018, p.13, tradução nossa). Nesse sentido dizer que o objeto resiste significa pensar que a realidade é percebida na relação signo e interpretante, pois nas palavras de Peirce sempre há “indefinição quanto ao que é o objeto do signo, [...]” (PEIRCE, 1977, p.182).

Essa característica do signo para representar seu objeto em incompletude, aliada à indefinição do objeto, fica evidente no nosso contexto de análise. A professora emprega diferentes signos na busca por elucidar o signo central no interior do signo Aula H [Humano + Ferramentas], a Análise Conformacional. É justamente o emprego dos diferentes signos que possibilitam a construção conceitual do objeto Análise Conformacional, temática central do signo aula em estudo. E aqui não estamos restringindo a cadeia sógnica ao contexto de sala de aula, mas também a construções anteriores e externas (experimentos, teorias, currículo), as quais não nos compete analisar no momento, contudo não podemos omitir seu papel central na constituição desse objeto. E mais especificamente sobre a indefinição do objeto, a própria aula assim como os curtas-metragens explicitam como interpretantes, aqui situados como a professora e os alunos respectivamente compreendem o objeto Análise Conformacional de modo distinto, aqui não entraremos no mérito das condições de cada interpretante, mas queremos destacar a relação de dependência entre signo e o objeto.

Peirce afirma que “o objeto de um signo pode ser algo a ser criado pelo signo” (PEIRCE, 1977, p.161). Quando o autor usa o termo ‘pode’ significa que o objeto também pode ser real. No caso do objeto 'Análise Conformacional', embora sua gênese esteja condicionada a experimentos e por consequência a entidades químicas reais, podemos pensar, circunscritos às fronteiras de análise, essa noção como uma criação do universo dos químicos e por meio de um processo de transposição didática¹⁹ configurada para o ensino de Química Orgânica nos cursos de graduação. Acrescentamos a esse cenário constitutivo sógnico a ideia

¹⁹ “A transição do conhecimento considerado como uma ferramenta a ser posto em prática, para o conhecimento como algo a ser ensinado e aprendido, é precisamente o que eu tenho chamado de *transposição didática* do conhecimento.” (CHEVALLARD, 2013, p.9).

de um conhecimento químico construído num processo histórico de disputas de debates, contrapondo-se a uma visão neutra de ciência.

Com vistas ao aprofundamento do estudo da tricotomia que diz respeito à maneira como o signo representa o objeto, seguiremos a explorar aspectos icônicos, indiciais e simbólicos deste signo, na busca por delinear as semioses decorridas nesse contínuo chamado aula. Contudo, aqui cabe um adendo, essa tricotomia será descortinada numa perspectiva ícone-diagrama. Assim, de antemão visualizamos o signo aula como um signo híbrido na medida em que são ícones, todavia são articulados índices e símbolos também. Esse hibridismo é considerado por Peirce na definição de um diagrama sendo um signo, predominantemente, icônico, auxiliado por convenções (símbolos) e onde os índices também são empregados (NOTH, 2018). Assim, trataremos de ícones, índices e símbolos empregando a noção de diagrama.

Outro aspecto que precisamos reiterar é que como estamos analisando as semioses ocorridas numa aula, vamos acompanhar a cronologia do decorrer da aula, ou seja, a ordem dos fatos, denominados aqui de eventos. Com essa estratégia, poderia parecer ao leitor que a teoria peirceana está difusa, contudo, apostamos que essa difusão expressa aquilo que mais se aproxima do processo semiótico na sala de aula. Por esse caminho, escolhemos trazer a teoria de Peirce para o interior da aula, respeitar seu fluxo, ao invés de levar o dado (signo aula) para dialogar com a teoria.

6.2.3 O ícone: a similaridade na Aula H [Humano + Ferramentas]

Peirce afirma que “[...] um signo pode ser icônico, isto é, pode representar seu objeto principalmente através de sua similaridade, não importa qual seja o seu modo de ser.” (PEIRCE, 1977, p. 64). A ideia de similaridade impressa no ícone tem sido discutida por pesquisadores peirceanos no sentido de trazer de fato sua concepção mais precisa, escapando de noções ingênuas e triviais do conceito do autor. Segundo Leo (2014):

Peirce não apoia, nem em um sentido convencional nem em um sentido simplisticamente naturalista, a visão tradicional da relação signo-objeto através da semelhança. Para ele, a similaridade é meramente a raiz de todo processo de significação, ou do conhecimento. Neste sentido, ele identifica as características de uma relação, não como comparativas nem como interpretativas (por isso pode ser definida como não-relativa). É uma relação confinada a fazer visível e habitável um espaço de afinidades emergentes e de possíveis conexões, independente de qualquer referência a uma essência fixa ou a uma realidade concreta. (LEO, 2014, p.20).

No sentido de avançar na destrivialização na noção de semelhança, Peirce faz uma primeira separação entre ícone puro e hipoícone. Sobre o primeiro considera “que participa apenas da categoria da primeiridade é só uma possibilidade hipotética da existência de um signo” (NOTH, 1998, p.80), sendo assim um signo incomunicável, não existente. O segundo, o hipoícone refere-se a um signo icônico que convencionalmente é representado (LEO, 2014), ou seja, “são ícones instanciados, participando de relações sígnicas existentes, devido a algum tipo de semelhança que possuem com seus objetos” (FARIAS, 2008, p.4). Desse modo, a classificação desenvolvida por Peirce para hipoícones, principalmente, ao introduzir a ideia do diagrama auxilia na ampliação conceitual do próprio ícone, sobretudo explora um pouco mais a noção de semelhança nesse contexto.

Os hipoícones, grosso modo, podem ser divididos de acordo com o modo de Primeiridade de que participem. Os que participam das qualidades simples, ou Primeira Primeiridade, são imagens; os que representam as relações, principalmente as diádicas, ou as que são assim consideradas, das partes de uma coisa através de relações análogas em suas próprias partes, são diagramas; os que representam o caráter representativo de um *representamen* através da representação de um paralelismo com alguma outra coisa, são metáforas. (PEIRCE, 1977, p. 64).

Podemos perceber a relação de concordância entre imagem, diagrama e metáfora, com as categorias Primeiridade, Secundidade e Terceiridade. Desses três modos de ser do hipoícone estamos interessados em avançar no entendimento do diagrama e nos compete neste início destacar que a relação entre signo icônico e o objeto não ocorre necessariamente por semelhança visual e sim por relações. “É [um ícone] todo diagrama, ainda que não haja semelhança sensível alguma entre ele e seu objeto, mas apenas uma analogia entre as relações das partes de cada um” (PEIRCE, 1977, p. 65). A Tabela Periódica, por exemplo, não expressa nenhuma semelhança direta com seu objeto conforme uma foto pode ter com seu objeto. Contudo, ainda assim, são estabelecidas relações entre esse signo e seu objeto. Noth (1998, p. 83) traz outro exemplo de diagrama, uma receita culinária, “na medida em que a sequência de frases instruindo o cozinheiro corresponde à sequência das ações a serem executadas”.

Cabe aqui uma análise inicial de como a Aula H [Humano + Ferramentas] pode ser considerada um signo icônico da categoria diagrama. Podemos citar algumas relações internas ao conceito deste signo como, ângulos de rotação, disposição espacial, confôrmeros mais estáveis, às quais correspondem às relações internas do objeto representado, uma molécula com ligação carbono-carbono de caráter sigma. Contudo, embora reconheçamos a relevância dessa categorização no sentido de favorecer a identificação do próprio objeto em estudo por

meio sígnicos, aqui pretendemos trazer uma outra abordagem empregando a noção diagramática.

Como delimitado anteriormente, o nosso signo, na presente análise, é uma aula de Química Orgânica, no contexto do Ensino Superior, sobre o tema Análise Conformacional, na qual a docente articulou diferentes estratégias como uso da ferramenta material, notações gráficas, além da própria interação com os estudantes no desenvolvimento da aula. Feita essa ponderação cabe dizer que nossa análise semiótica buscará a identificar relações diagramáticas que emergiram no fluxo da aula. Essa escolha nos coopera no entendimento do signo em contexto de ensino, pois aqui importa menos estabelecer relações entre esse signo e sua construção fora da sala de aula. Por outro lado, muito nos interessa compreender como esse signo central foi se desdobrando em novas cadeias sígnicas ao longo da aula, e já adiantando, posteriormente, estabelecer relações com os curtas-metragens produzidos pelos estudantes a partir da aula.

Peirce nos oferece a ideia de raciocínio diagramático, que em alguma medida, sem pretensão da exaustiva apropriação da teoria do autor, pode nos auxiliar a olhar a sala de aula em estudo numa nova perspectiva.

Todo raciocínio dedutivo, até mesmo um simples silogismo, envolve um elemento de observação. A saber, a dedução consiste na construção de um ícone ou diagrama cujas relações entre as partes deverão apresentar uma analogia completa com aquelas do objeto do raciocínio, da experimentação sobre esta imagem na imaginação, e através da observação do resultado, a fim de descobrir relações despercebidas entre as partes. (PEIRCE apud LEO, 2014, p.24).

A partir dessa colocação de Peirce, Leo (2014, p. 24) chega à seguinte conclusão:

Fica claro, nesta citação, que, para Peirce, o conhecimento deve proceder através de estágios: construção de um ícone ou diagrama que apresenta uma analogia formal com o objeto do raciocínio, observação e experimentação com o diagrama na imaginação, e observação profunda dos novos aspectos revelados por meio da experimentação.

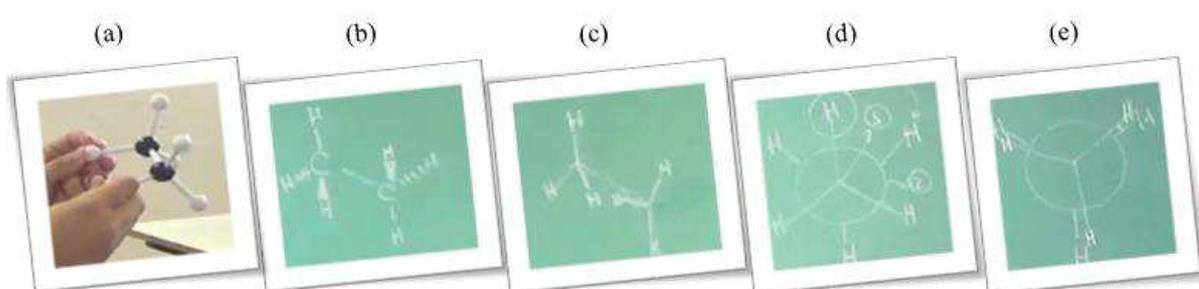
Entendemos que os momentos descritos por Peirce e interpretados por Leo como estágios, podem ser relacionados ao signo Aula H [Humano + Ferramentas]. Parece que a natureza diagramática oferece valiosa potência analítica na interpretação de nossos dados, e cientes disso, estabelecemos uma analogia entre o conceito de raciocínio diagramático e a própria estrutura identificada no nosso signo aula. Cabe agora explorar as relações e oferecer mais elementos acerca do poder icônico diagramático para fundamentar nossa discussão. À este propósito, vejamos a citação a seguir:

A única maneira de comunicar diretamente uma ideia é através de um ícone; e todo método de comunicação indireta de uma ideia, deve depender, para ser estabelecido, do uso de um ícone. Daí segue-se que toda asserção deve conter um ícone ou conjunto de ícones, ou então deve conter signos cujo significado só seja explicável por ícones. (PEIRCE, 1977, p. 64).

Tal passagem evidencia o poder comunicável do ícone, que, entendemos como central no nosso signo Aula H [Humano + Ferramentas]. Queremos explorar esse poder icônico nas múltiplas representações empregadas na aula. Pois, embora a ferramenta gráfica mais adequada para o estudo da Análise Conformacional seja a Projeção de Newman, a professora trilhou um caminho até chegar nessa forma representativa. De modo geral, iniciou com a ferramenta material (modelo bola e vareta) com vistas a auxiliar os estudantes na visualização da molécula no espaço (Figura - 18a), na sequência retomou uma representação gráfica já habitual para os estudantes para representar uma molécula no espaço, a representação em traço e cunha (Figura - 18b), representou também a molécula considerando a arranjo espacial com o observador posicionado de lado, a representação em cavalete (Figura - 18c) e por fim construiu com os estudantes uma nova representação, a Projeção de Newman (Figura 18d e 18e). Vale ressaltar aqui que ao longo desse câmbio representativo a professora ancorou-se na ferramenta material, inclusive na elucidação da Projeção de Newman.

Figura 18 - Representação da molécula de etano: (a) Ferramenta material modelo bola e vareta; (b) Representação gráfica em traço e cunha; (c) Representação gráfica em cavalete; (d)

Projeção de Newman conformação alternada; (e) Projeção de Newman conformação eclipsada



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Entendemos que a ferramenta material no início da aula atuou como um signo do objeto molécula de etano. Porém, o que percebemos no decorrer da aula é que essa ferramenta, originalmente agindo como signo, assume o lugar de objeto quando a professora transita da representação material para as representações gráficas. Essa ferramenta didática, que em boa medida pode ser considerada também um artefato semiótico (BITARELLO; QUEIROZ, 2014) material e tátil, cumpre papel relevante no ensino de Química Orgânica,

pois seu caráter de manuseabilidade, ao combinar a possibilidade de observação e manipulação propicia uma gama de efeitos (interpretantes) com potência para a elaboração e reelaboração de conceitos no âmbito da aprendizagem. Além disso, essas percepções sensoriais constituem uma experiência para o estudante, o que também pode elevar o potencial da compreensão da dimensão espacial para a Química (MACHADO, 2015).

A professora no decorrer da aula explorou todos esses aspectos da ferramenta material, seu potencial na elaboração de conceitos, e embora sendo uma molécula aparentemente simples em termos estruturais, a docente incentivou os estudantes a experienciar cada detalhe em estudo. Nos primeiros Eventos da aula a professora empregou a ferramenta para estudar o movimento de rotação (Evento 1), direcionar o olhar dos estudantes para a ligação sigma carbono-carbono (Evento 2), sobretudo o movimento de rotação nessa ligação (Evento 3). Na sequência estabeleceu o primeiro parâmetro importante nesse estudo, a fixação de um dos carbonos para realização do giro do outro carbono. A professora fez os movimentos na molécula sem ainda definir o ângulo de rotação. No Evento seguinte passou a orientação a seguir aos estudantes (Evento 4):

Olha só, eu quero que vocês peguem (o modelo) e façam exatamente aquilo que eu estava fazendo aqui, que é girar essa ligação carbono-carbono, tudo bem? Vocês vão girar essa ligação carbono-carbono. [...] Quando vocês estiverem realizando esse giro eu quero que vocês observem a posição dos átomos de hidrogênio de um carbono em relação aos átomos de hidrogênio do outro carbono. Se eles vão estar sempre na mesma posição ou se eles podem ter posições diferentes quando eu comparo um com o outro. Vamos lá, eu quero que todos manuseiem. (AULA-H-29-09-2016-E-4).

Nesse momento da aula podemos fazer uma alusão ao processo que Peirce descreve para a construção de um ícone, o qual envolve a observação e a experimentação. Contudo, embora a professora tenha concedido certa liberdade para os estudantes manusearem o material, a proposta é diretiva, pois, a professora enquanto desencadeadora da construção sógnica, estabelece o caminho que os estudantes devem trilhar. Em certo sentido, ensinar significa também limitar a ação do signo, uma vez que diferentes interpretantes poderiam emergir dessa representação material. Por outro lado, essa intencionalidade é função docente, atua como um mediador no processo de ensino e de aprendizagem, o que perpassa por definir caminhos e restringir as possibilidades.

No Evento 4 é importante salientar como a professora já demarcou um aspecto central para o prosseguimento do estudo da Análise Conformacional ao orientar os estudantes: “[...] Quando vocês estiverem realizando esse giro eu quero que vocês observem a posição dos átomos de hidrogênio de um carbono em relação aos átomos de hidrogênio do outro carbono”

[...] (AULA-H-29-09-2016-E-4). Pois, nesse ponto a professora coloca em evidência a implicação da posição dos átomos no espaço, a qual a ferramenta material enquanto modelo tridimensional atua com mais efetividade em relação aos suportes bidimensionais.

Ainda sobre aspectos do ícone diagramático, o trecho a seguir de Frederik Stjernfelt (2014) traz mais elementos para nossa discussão.

Através do critério operacional do ícone, somos capazes de apreciar o papel central dos diagramas. Tão logo um ícone seja contemplado como um todo consistindo de partes inter-relacionadas, e uma vez que estas relações estejam sujeitas a uma mudança experimental, estamos operando com um diagrama. Assim, a álgebra, e a sintaxe, têm lugar entre os ícones graças às suas propriedades diagramáticas. O mesmo acontece com a pintura típica de uma paisagem, logo que se desconsidera suas qualidades mais simples, cores, formas, etc., e se começa a considerar as relações entre certas partes e seus aspectos. Assim que você julgar, por exemplo, entidades anteriores, intermediárias e posteriores, e estimar a distância entre os objetos pintados na cena pictórica; assim que você se imaginar vagando na paisagem, você está manipulando o ícone. Apenas diagramaticamente é possível fazer isto. Você não tem consciência explícita das regras que lhe permitem seguir o caminho imaginário (por exemplo, as leis da perspectiva permitindo que você construa a cena, a gravidade mantendo você no chão). Ainda assim, elas estão pressupostas devido à organização de seu aparato perceptivo e de seu conhecimento tácito. Os princípios podem se tornar explícitos, e isto é o que conta. (STJERNFELT, 2014, p.49).

Nesse trecho o autor amplia a noção de diagrama ao explicitar que o exercício de estabelecer relações entre as partes evoca uma operação com os ícones, propriedade essa central dos diagramas. E ao encontro dessa perspectiva, os estudantes são estimulados pela professora a operarem com ícones e no contexto o próprio signo diagramático Molécula do Etano na ferramenta material permite assim como no caso ‘típico da pintura’ ao estudante ‘estimar a distância entre os objetos’. No caso da molécula, como ocorre na álgebra²⁰, o estudante pode de fato manipular o ícone e avançar nas suas percepções espaciais, porém aqui mediado pela professora.

Continuando com a aula, no Evento 6, a professora conversou com os estudantes sobre a possibilidade de ângulos de rotação para um carbono da molécula e representou no plano (na lousa) uma circunferência dividida em ângulos de 60°. Assim, fez a primeira relação entre a representação no quadro e a molécula na ferramenta material. Dessa maneira, as regras para a Análise Conformacional foram ficando evidentes: o ângulo de rotação de 60°, a necessidade de fixar um carbono para estabelecer um parâmetro de giro e por fim o posicionamento do

²⁰“[...] Com efeito, toda equação algébrica, é um ícone, na medida em que exhibe, através de signos algébricos [...], as relações das quantidades em questão.” (PEIRCE, 1977, p.66).

observador que pode ser de frente para a molécula, olhando na direção do eixo imposto pela ligação sigma definida entre os carbonos selecionados, ou de trás da molécula.

Ao estabelecer esses fundamentos a professora começa a definir como deverá suceder a ação desse signo para os interpretantes, os estudantes, ou seja, se até há alguns minutos atrás na aula a única regra consistia em fixar um carbono, agora deveria, além de fixar o carbono, seguir alterando o ângulo de rotação e sobretudo posicionar o observador para visualizar as rotações e conseqüentemente as novas localizações dos átomos de hidrogênios de um carbono em relação aos hidrogênios do outro átomo de carbono. Dessa maneira, a professora inicia o câmbio representativo diagramático entre a representação material e a representação gráfica Projeção de Newman.

Contudo, nesse início da aula, a representação gráfica foi utilizada no sentido de fazer referência à circunferência como figura geométrica plana da matemática com 360° , pois a professora manteve-se na ferramenta material para elucidar a noção de conformações alternadas e eclipsadas. Conforme feito anteriormente, a professora orientou aos estudantes para que tivessem suas próprias experiências com as rotações, de acordo com a seguinte recomendação (Evento 7):

Tudo bem, vamos manusear o modelinho! Eu quero que todos do grupo façam e visualizem principalmente na altura dos olhos, colocar o modelinho na altura dos olhos ou então olhando para baixo, mas que vocês consigam posicionar de modo que um carbono fique exatamente em cima do outro, que eu consiga ver apenas um carbono e eu só vou visualizar o que está acontecendo com os hidrogênios. Tudo bem? Esse olhar um carbono na frente do outro vai ser muito importante na hora que a gente for representar isso em duas dimensões, no plano. (AULA-H-29-09-2016-E-7).

Percebemos aqui que a docente continua mobilizando os estudantes para operacionalizar esse ícone e, embora alguns comandos estejam claro, os estudantes ainda estão no campo da iconicidade, pois ainda não foram feitas inferências indiciais e por consequência gerados argumentos sobre os giros que formam conformações alternadas e eclipsadas na ferramenta material. Sobre esse processo, Hoffmann (2014) explica a função do diagrama em outro contexto de ensino.

[...] A função do pensamento diagramático é facilitar processos de pensamento em situações complexas para serem gerenciadas exclusivamente por meios cognitivos internos. Para o jovem, o problema de determinar o comprimento do lado de um quadrado duplicado em tamanho é muito complicado. Ele precisa observar a manipulação de Sócrates do diagrama para ver o que acontece se ele dobra o comprimento do lado. O processo de diagramatização permite a ele esclarecer suas ideias vagas e coordenar o que ele já sabe [...]. (HOFFMANN, 2014, p.120).

Os estudantes nesse processo de diagramatização, ao estabelecerem relação entre a noção de ângulo de 60° numa circunferência e o movimento de rotação de um átomo de carbono, e por consequência a mudança na posição dos hidrogênios de um carbono em relação ao outro na ferramenta material. Nesse processo de significar, criar novos signos, durante o manuseio da ferramenta material pelos estudantes, organizados em grupo, a professora observou os grupos do tablado da sala, conforme mostrado na Figura 19.

Figura 19 - Aula H durante o momento do manuseio da ferramenta material pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No Evento 8, a professora questiona os estudantes acerca do caráter de semelhança entre todas as conformações alternadas e todas as conformações eclipsadas. Os estudantes concordam e chegam a conclusão, a partir da emergência indicial da semiose diagramática, incontestemente, que o fato de todos os substituintes dos carbonos serem iguais (hidrogênios), tornam iguais aquelas conformações, diferenciando apenas as eclipsadas das alternadas. Em seguida, a professora alcança um momento importante no estudo da Análise Conformacional, ao questionar qual conformação é de menor energia, e os estudantes respondem, em conjunto, que é a conformação alternada. Um estudante justificou da seguinte forma: “Porque na conformação alternada a distância entre as nuvens eletrônicas é maior.” (AULA-H-29-09-2016-E-8-estudante). A professora aproveitou o raciocínio correto do estudante e prosseguiu com a explicação:

Quando tem nuvem eletrônica muito perto da outra o que que acontece? Repulsão. Por que que ocorre repulsão? Porque nuvem eletrônica é rica em elétrons, mesma carga, carga negativa dos dois lados, cargas no mesmo sentido elas tendem a se repelir. Tudo bem? Esse movimento de repulsão dessas nuvens eletrônicas é a força motriz para que essa ligação gire, tá. Então olha só, nuvem eletrônica muito perto uma da outra, ocorreu a repulsão, a molécula não tem como quebrar, então ela tem como fazer o que, rotacionar essa ligação de modo que a repulsão entre as nuvens eletrônicas seja minimizada. Tudo bem até aí. Dúvidas?

Esse movimento que a molécula faz causada pela repulsão das nuvens eletrônicas ele tem um nome, é chamado de tensão torsional. Então, a tensão torsional é um movimento causado pela tensão das nuvens eletrônicas. (AULA-H-29-09-2016-E-8-professora).

O Evento 8 pode ser considerado o clímax da aula, pois em certa medida os estudantes, juntamente com a professora, construíram a justificativa que fundamenta um aspecto central no estudo da Análise Conformacional. O Evento foi desencadeado por uma pergunta da professora e os estudantes responderam. A própria pergunta da professora traz um elemento importante, pois até então não havia sido falado de energia na aula, mas os estudantes entenderam a relação posta pela professora entre energia e os movimentos rotacionais na molécula.

Esse contexto de experimentação dos estudantes com a ferramenta material, juntamente com a observação de qual conformação é de menor energia revela o quanto esse hipoícone molécula de etano na ferramenta material tem significado para os estudantes. Além disso, é importante destacar o processo de mediação da professora, que age, talvez como uma extensão desse hipoícone. Peirce dissecou esse aspecto central da potencialidade icônica no seguinte trecho:

[...] todo diagrama, ainda que não haja semelhança sensível alguma entre ele e o seu objeto, mas apenas uma analogia entre as relações das partes de cada um. São particularmente merecedores de nota os ícones cuja semelhança é ajudada por regras convencionais. Assim, uma fórmula algébrica é um ícone, tornada tal pelas regras de comutação, associação e distribuição dos símbolos. A primeira vista, pode parecer uma classificação arbitrária denominar uma expressão algébrica de ícone, considerada como um signo convencional composto. Mas não é assim, pois uma importante propriedade peculiar ao ícone é a de que, através de sua observação direta, outras verdades relativas a seu objeto podem ser descobertas além das que bastam para determinar sua construção. Assim, através de duas fotografias pode-se desenhar um mapa etc. Dado um signo convencional ou um outro signo geral de um objeto, para deduzir-se qualquer outra verdade além da que ele explicitamente significa, é necessário, em todos os casos, substituir esse signo por um ícone. Esta capacidade de revelar verdades insuspeitadas é exatamente aquela na qual consiste a utilidade das formas algébricas, de tal modo que o caráter icônico é o que prevalece. (PEIRCE, 1977, p. 65).

Tais considerações nos auxiliam ampliar a compreensão de como o signo diagramático molécula de etano na ferramenta material, mediado pela professora, permitiu aos estudantes relacionar os interpretantes desse hipoícone (o manuseio, as rotações) com conhecimentos químicos (ligação química, estabilidade, energia, nuvem eletrônica, repulsão) e caminharem em direção à produção de certos argumentos sobre a diferença de energia nas conformações.

Outro aspecto a ser destacado da citação anterior de Peirce, é o caráter de semelhança do signo ser auxiliado por regras convencionais. Ao trazer o termo ‘regras convencionais’ ele nos remete a uma propriedade simbólica desse signo. E aqui chegamos a um ponto importante na discussão diagramática, pois, “tornar explícita (partes da) a significação de um símbolo

constitui-se base do raciocínio diagramático” (STJERNFELT, 2014, p.60). Assim, prosseguiremos com a análise semiótica diagramática trazendo também como signos simbólicos são interpretados iconicamente.

Stjernfelt (2014) afirma que um diagrama puro é construído a partir de relações racionais, contudo é possível ainda associar o que um diagrama pode utilizar para significar por meio de símbolos, ou mesmo se referir por meio de índices, e formar assim o diagrama puro relacional como um tipo. Essa ampliação, para compreender o caráter simbólico impresso no diagrama, auxiliará no entendimento de como signos eminentemente diagramáticos, mas que possuem aspectos também simbólicos, como Aula H [Humano + Ferramentas], podem ser interpretados iconicamente.

6.2.4 Signo simbólico com interpretante icônico (diagramático)

Quando vemos uma figura geométrica desenhada em um quadro, imediatamente prescindimos do risco do giz como tendo largura, variação de espessura da linha, de sua cor particular, e assim por diante. Esta leitura-tipo de um diagrama token depende do conjunto de regras, explícito ou implícito, selecionado para governar sua tipicidade. Assim, o mesmo diagrama token pode ser lido como tipo de modos muito diferentes, de acordo com as regras de interpretação usadas. Uma linha em um diagrama pode ser interpretada como uma linha fronteira, em outro diagrama como uma linha de conexão entre dois pontos e, em outro, como transporte de algum objeto entre dois locais. (STJERNFELT, 2014, p.57).

De fato, a leitura de um diagrama está implicada por certas regras de interpretação. Nesse sentido, compreendemos que os estudantes conseguiram relacionar as conformações com a questão energética porque usaram regras de interpretação para o signo molécula de etano na ferramenta material, e isso coloca em evidência as convenções pertencentes ao diagrama. Neste caso, estamos considerando que os estudantes de Química Orgânica no Ensino Superior já incorporaram convenções, compartilhadas pela comunidade dos químicos, especialmente a linguagem própria do ensino de Química²¹.

Ao considerarmos uma perspectiva histórica da representação estrutural, verificamos que Hoffmann e Laszlo (2001, p. 50, tradução nossa) reitera: “fórmulas estruturais são escritas de forma altamente arbitrária, sujeita a convenções: o estudante de Química Orgânica é primeiramente exposto ao ensino paradigmático da nomenclatura [...]”. Desse modo, a representação estrutural enquanto um ícone diagramático incorpora um conjunto de regras

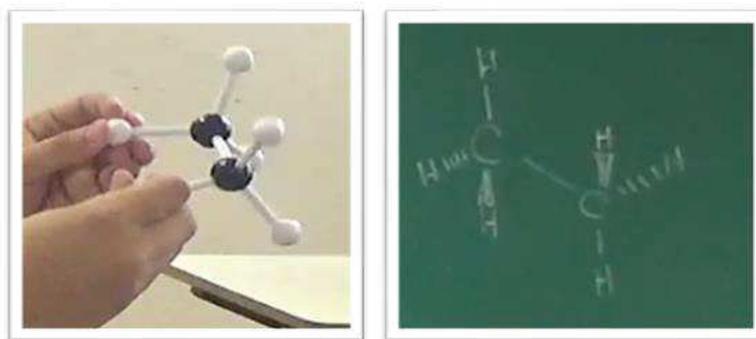
²¹ Esse “contexto” de interpretação do signo é denominado por Peirce de experiência colateral (SANTAELLA, 2000).

para seu entendimento, as quais podem ser implícitas ou explícitas ao processo de significação. Hoffmann traz essa questão no âmbito diagramático:

É essencial que, de um lado, os sistemas de representação que escolhemos para construir diagramas funcionem como ferramentas culturais cuja validade, ou usabilidade, seja socialmente estabelecida de modo que indivíduos não possam mudá-la através de escolha pessoal e, de outro lado, que o resultado de qualquer experimento com o diagrama seja necessário e verdadeiro para nós. (HOFFMANN, 2014, p. 117).

Assim, a partir do processo escolar e por meio de um prolongado contato com signos como os exemplificados na Figura 20, os estudantes se familiarizaram com as convenções da Química Orgânica e estabeleceram uma série de relações entre as representações e o objeto representado.

Figura 20 - Representação para a molécula de etano a esquerda na ferramenta material e a direita representação em traço e cunha



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Esse processo evoca um aspecto do caráter simbólico fundamental no âmbito do ensino, pois o conjunto de regras implícitas na significação da representação estrutural, tais como: quais são os átomos, como se ligam, a valência, a disposição no espaço, os ângulos de ligação, podem ser generalizadas e permitem extrapolações para outros contextos. Portanto, embora visualizar a molécula de etano numa perspectiva do arranjo espacial tenha sido novo para os estudantes nesse contexto da disciplina, o conhecimento químico, principalmente respaldados das convenções genéricas, possibilitou a operacionalização desse ícone e “outras verdades relativas a seu objeto podem ser descobertas além das que bastam para determinar sua construção.” (PEIRCE, 1977, p. 65).

Após a elucidação do efeito causado pela repulsão das nuvens eletrônicas em torno da ligação covalente do tipo sigma carbono-carbono a professora destacou que o próximo passo consistia em aprender ‘expressar no papel’, o que perpassa por recapitular as representações

gráficas vistas para duas dimensões. Assim, a professora estabeleceu o seguinte diálogo com os estudantes no Evento 9:

Professora: Quais tipos de representação que a gente viu que mostra que essa molécula ela tem o volume, ou seja, ela existe em três dimensões? Qual representação que a gente viu que diz isso pra gente?

Alunos: Traço e cunha. (AULA-H-29-09-2016-E-9).

Conforme indicado anteriormente, uma equação matemática é um ícone, no qual a relação signo-objeto é uma analogia, ou seja, sem necessidade de possuir semelhança sensível com seu objeto. As representações estruturais, assim como uma expressão algébrica, são processadas segundo regras. Nesse contexto, Noth entende que quando Peirce diz: “uma verdade matemática deriva da observação de criações próprias, imaginação visual, que podemos colocar no papel em forma de diagramas” (PEIRCE apud NOTH, 2018, p.23, tradução nossa), o autor ao invés de descrever um signo icônico, descreve um interpretante de um signo simbólico. Dessa maneira, enquanto o signo tem a forma de um símbolo, seu interpretante é um ícone.

Assim, tendo em vista que a molécula de etano na ferramenta material é um ícone, torna-se para o estudante um diagrama, onde suas regras (símbolos) são interpretadas nas suas relações com o ente químico em estudo. Desse modo, Noth (2018) reitera que a noção de argumento na teoria peirceana auxilia no esclarecimento do signo simbólico com um interpretante icônico. Na relação signo-interpretante o argumento é um signo de lei, ou seja, deve ser um símbolo.

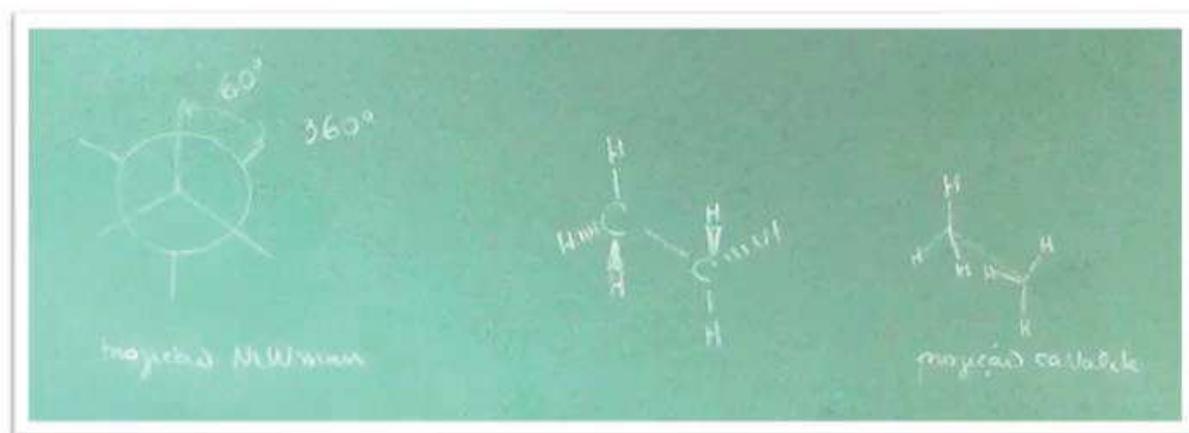
No entanto, o interpretante de um argumento tem a forma de um diagrama mental, uma vez que o raciocínio dedutivo "consiste em construir uma imagem ou diagrama de acordo com um preceito geral, ao observar nessa imagem **certas relações de partes não explicitamente estabelecidas** no preceito, e em convencer si mesmo que as mesmas relações **sempre ocorrerão quando esse preceito for seguido**” (CP 8.209, c. 1905). (NOTH, 2018, p.23, tradução nossa, grifo nosso).

Dessa maneira, compreendemos que lançando mão dessa linha de raciocínio os estudantes, mediados pela professora, conseguiram compreender o signo molécula de etano na ferramenta material em termos da Análise Conformacional, e essa compreensão auxiliada pela materialidade da ferramenta material contribuiu, como indicado anteriormente, para extrapolar essas relações para outros contextos, no caso aqui, para outras formas representativas, as representações gráficas.

Na sequência, ainda, no Evento 9 a professora desenhou a representação em traço e cunha e em cavalete na lousa. O desenho com a noção da Projeção de Newman já estava

representado na lousa conforme mostrado no Evento 6. A professora só formalizou o nome abaixo da representação. A Figura 21 mostra as três representações.

Figura 21- Representações gráficas para molécula de etano

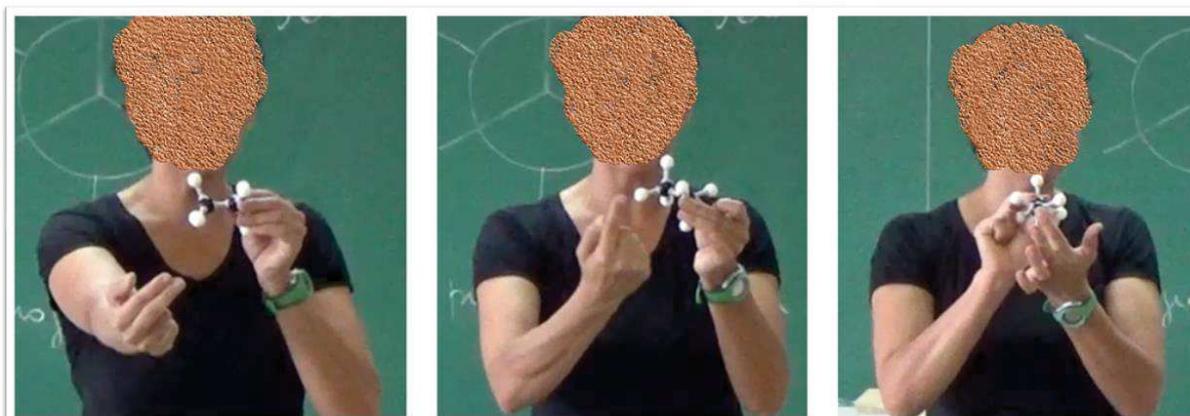


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A docente prossegue explicando que a variação de uma representação para outra é a posição do observador e novamente emprega a ferramenta material para mostrar essa diferença do observador. A Figura 22 mostra a professora estabelecendo a relação entre o observador e as representações anteriores através da ferramenta. Na Figura 22-a, a professora mostra como o observador posiciona-se para visualizar a representação gráfica em traço em cunha, de frente para a ligação sigma carbono-carbono. Para a projeção em cavalete a mesma ligação fica um pouco inclinada (Figura 22-b) e por fim para a representação Projeção de Newman o observador deve olhar um carbono na frente do outro (Figura 22-c).

Esse momento da aula é fundamental para que os estudantes consigam ampliar a compreensão sobre a noção espacial a partir da ferramenta material e assim transitarem para a representação em duas dimensões. Cabe destacar que a professora trata com muito zelo esse momento da aula, pois ela reconhece as dificuldades que os estudantes encontram nessa transição conforme será abordado no capítulo da Conversa Reflexiva com a docente.

Figura 22 - Professora mostrando a posição do observador diante da representação em: (a) Traço e cunha; (b) Cavalete (c) Projeção de Newman



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Reiteramos a centralidade da ferramenta material, pois a intencionalidade da professora fica evidente, uma vez que os estudantes consigam visualizar no quadro como eles visualizam na ferramenta material eles conseguirão transpor para o espaço uma representação da lousa. Esta foi, ao nosso ver, a aposta da professora ao longo da aula em termos de câmbio representativo com ênfase no ganho da visualização espacial que a ferramenta material evoca em relação às representações bidimensionais.

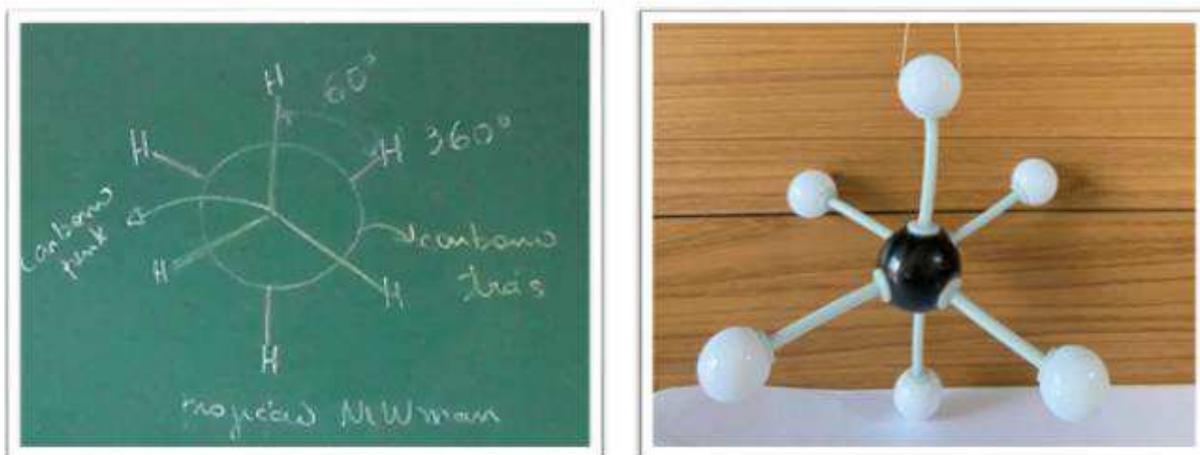
Se a representação na ferramenta material foi dissecada enquanto um signo diagramático com caráter simbólico e um interpretante icônico, as representações gráficas apresentam ainda mais esse aspecto simbólico. Na perspectiva da aula podemos dizer que a professora buscou conduzir o processo de transição da representação na ferramenta material para a ferramenta gráfica buscando estabelecer o significado icônico e indicial ao símbolo, pois o símbolo enquanto signo por si só não pode se conectar ao objeto, “sem se fazer acompanhar de índices, por exemplo, o símbolo estaria destituído do poder de referencialização e, sem o ícone, despido de qualquer poder de imaginação.” (SANTAELLA, 2000, p. 27). Leo (2014) traz mais clareza para a ação de sinergia entre o ícone e o símbolo.

Ao usar o conceito de signo, de Peirce, não é mais possível falar de iconicidade e simbolicidade como modos concorrentes de representação: se o mesmo cálculo lógico pode ser representado de duas maneiras, isto indica que a representação ‘simbólica’ já possui um conteúdo icônico. (LEO, 2014, p.48).

No Evento 9 a professora finaliza a elucidação da representação gráfica Projeção de Newman, onde são estabelecidas as relações entre a representação na ferramenta material e a Projeção de Newman. A Figura 23-a mostra a Projeção de Newman desenhada na lousa

juntamente como uma legenda indicando o significado de cada traço e a Figura 23-b mostra a molécula de etano representada na ferramenta material posicionada conforme a Projeção de Newman na forma gráfica.

Figura 23 - Representação para a molécula de etano: (a) Gráfica na Projeção de Newman; (b) Ferramenta material



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Peirce nos ajuda a compreender como a proposição deste novo signo na aula é confluyente com a natureza dos símbolos.

Os símbolos crescem. Retiram seu ser do desenvolvimento de outros signos, especialmente dos ícones, ou de signos misturados que compartilham da natureza dos ícones e símbolos. Só pensamos com signos. Estes signos mentais são de natureza mista: denominam-se conceitos suas partes-símbolo. Se alguém cria um novo símbolo, ele o faz por meio de pensamentos que envolvem conceitos. Assim, é apenas a partir de outros símbolos que um novo símbolo pode surgir. [...] Um símbolo, uma vez existindo, espalha-se entre as pessoas. No uso e na prática, seu significado cresce. (PEIRCE, 1977, p.73).

Esmiuçar a origem da representação Projeção de Newman, isto é, o processo de criação desse signo excede nosso objetivo analítico. Todavia, entendemos que em certa medida no contexto escolar, um determinado signo, como no nosso caso de estudo, é construído com os estudantes e essa construção é da natureza do processo de ensino, difere obviamente da construção do conhecimento científico. Para os estudantes, podemos pensar que, esse signo não existia, ou pelo menos lhes era desconhecido, o que justamente o coloca numa condição curricular da disciplina Química Orgânica. Assim, de certo modo, a professora, ao ensinar, coloca para os estudantes um novo signo, buscando torná-lo conhecido, assumir um significado. Outro aspecto que nos coopera na busca desse entendimento, é o fato dos próprios estudantes participarem desse processo na aula, o que

incorpora a esse Evento Aula H marcas indiciais, ou seja, uma conexão experiencial com o objeto de modo que, embora a Projeção de Newman seja um conhecimento curricular, levando em conta as características dessa aula em análise, esse signo assuma características únicas e que indicam crescimento do seu significado.

Assim, podemos tratar esse signo Projeção de Newman nesta aula a partir de duas condições. A primeira foi retratada nessa explanação onde a professora conduziu o processo e os alunos são considerados personagem único, fica a noção de equidade entre os estudantes na sala de aula. Por outro lado, a segunda condição, considera a complexidade do processo semiótico em uma sala de aula. Para cada estudante o signo Projeção de Newman assumiu uma interpretação própria, o que poderemos estudar com mais consistência à frente, nos curtas-metragens dos estudantes. Os dois cenários não se contrapõem, pelo contrário, enriquecem o olhar sobre a sala de aula permitindo lentes diferentes, a primeira respaldada em semioses gerais a partir da análise da aula e a segunda calcada na individualidade de cada estudante, sobre a qual teremos condições de nos debruçarmos a partir das produções dos estudantes.

Dando continuidade à análise semiótica do signo Aula H [Humano + Ferramentas], no Evento 10, um estudante questionou sobre a necessidade de colocar todos os hidrogênios na Projeção de Newman e a professora confirmou positivamente e na sequência no Evento 11 fez um resumo da representação Projeção de Newman, onde ao final utilizou uma analogia entre as diferentes conformações para determinada molécula e um filme.

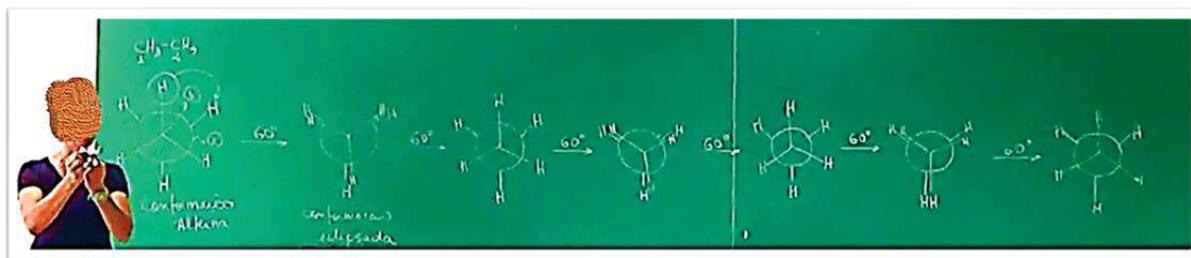
No Evento 12 a professora fez a Análise Conformacional para a molécula de etano na lousa representando cada confôrmero alternado e eclipsado, bem como destacou os detalhes da representação como a necessidade de rotacionar a ligação do tipo sigma carbono-carbono tendo como ponto de referência um determinado átomo até retornar a conformação inicial; sobre a conformação eclipsada não é possível representar no plano a sobreposição dos átomos de hidrogênios, assim faz-se a representação ao lado.

Um aspecto importante desse momento da aula é que embora a professora tenha utilizado o quadro para representar todas as conformações alternadas e eclipsadas ela manteve em suas mãos a ferramenta material e ao final estabeleceu a relação entre a representação na lousa e os movimentos de rotação na ferramenta material, conforme mostrado na transcrição a seguir, bem como na imagem do momento na Figura 24.

Essa análise conformacional é como se eu tivesse analisando esse movimento aqui (professora rotacionando a ligação na ferramenta material) que a gente está fazendo com a molécula, só que ali (na lousa) está no plano. Nem sempre a gente tem um modelinho na mão e então a gente tem que

aprender a fazer e analisar aquilo que está no plano. (AULA-H-29-09-2016-E-12-professora).

Figura 24 - Imagem da Aula H com a professora segurando a ferramenta material e as Projeções de Newman representadas na lousa para a molécula de etano

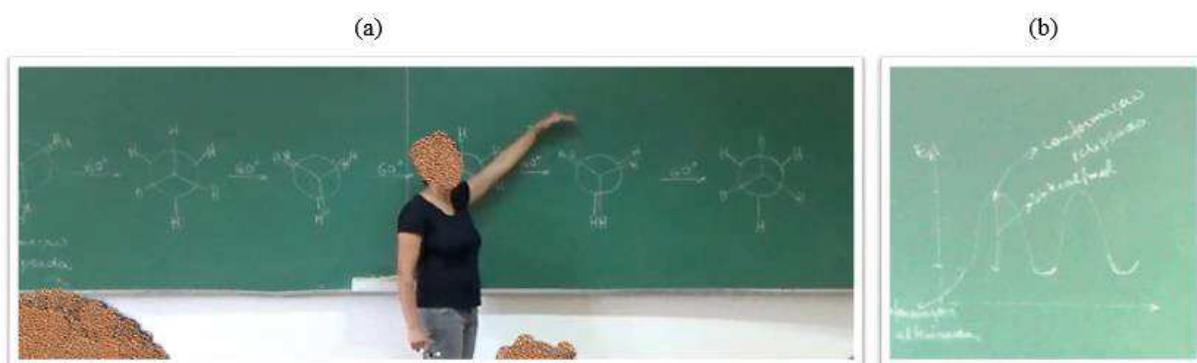


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Nos Eventos 13 e 15 os alunos registraram no caderno as conformações da lousa. No Evento 14 duas questões surgiram a partir dos estudantes ao tentar extrapolar essa noção da Análise Conformacional para outras moléculas, primeiro para moléculas com mais átomos de carbono e segundo para compostos cíclicos. Para os dois casos a professora explicou e destacou que essas situações seriam estudadas na sequência da disciplina. A partir desse contexto ressaltou mais detalhes da representação (Evento 16) principalmente para a representação dos hidrogênios na Projeção de Newman.

Preparando para a última etapa da Análise Conformacional para a molécula de etano, a construção do gráfico de energia (Evento 17), a professora mostrou na lousa um padrão de variação de energia entre as conformações alternadas e eclipsadas. Para isso caminhou em frente às representações na lousa fazendo um movimento com um dos braços semelhante a uma onda, onde na conformação de menor energia (alternada) o braço ficava posicionado abaixo da conformação (vale da onda) e na conformação de maior energia (eclipsada) o braço passava por cima da conformação (crista da onda), buscando estabelecer uma relação entre a energia das conformações e uma curva senoide (Figura 9-a). Na sequência esboçou o gráfico de energia para essa molécula na lousa, ao lado das representações gráficas para a Projeção de Newman (Figura 25-b).

Figura 25 - Imagens da Aula H: (a) Professora mostrando o padrão na variação de energia para as conformações alternadas e eclipsadas; (b) Gráfico de energia para a molécula de etano



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Mais uma vez nesse contínuo semiótico, denominado aula, aspectos diagramáticos ficaram explícitos, e agora de forma mais familiar, uma vez que existe uma associação comum entre gráfico e diagrama, embora tenhamos explicitado ao longo desta análise que a noção diagramática de Peirce exceda aos gráficos. Como essa etapa da aula já se aproximava do final do estudo desse tópico, o hibridismo de signos ficou mais evidente, pois nesse momento da aula os estudantes foram mobilizados a lidarem com diferentes signos para compreenderem a Análise Conformacional. Desde a representação na ferramenta material, atravessando a representação Projeção de Newman e finalizando com o gráfico de energia. Cabe destacar que no momento relativo à Figura 25 a professora está com a ferramenta material em mãos, evidenciando esse hibridismo de signos para representar o mesmo objeto, ou ainda representar facetas diferentes do mesmo objeto.

Ao longo dessa seção apontamos que, assim como os aspectos simbólicos, o caráter indicial também pode se manifestar no signo diagramático icônico, talvez numa proporção menos expressiva em relação ao símbolo. Assim, veremos a seguir como esse aspecto indicial pode ser percebido no signo Aula H [Humano + Ferramentas].

6.2.5 Aspectos indiciais no signo predominantemente icônico (diagramático)

Dando sequência à análise da aula a partir dos eventos, no Evento 19 um estudante tirou uma dúvida a respeito de quando será empregado a construção do gráfico na Análise Conformacional. E ainda no Evento anterior, o 18, o qual um estudante fez a seguinte pergunta, que a professora respondeu empregando a molécula de etano na ferramenta material como exemplo.

Aluno: Isso é bom para identificar alguma molécula?

Professora: Como eu sei que essa molécula tem essa cara (referência a molécula de etano)? Tem várias maneiras de visualizar isso, ou eu posso

fazer um raio x, que é como se eu determinasse a localização no espaço de cada átomo dessa molécula, ou tem experimentos que são experimentos indiretos, vamos dizer assim tá, que é ressonância magnética, infravermelho, que são técnicas que vocês vão aprender mais para frente.

Para algumas moléculas mais complexas é importante a gente saber como que essa molécula se comporta no espaço, porque, qual é o nosso grande objetivo. Essa molécula não está sozinha, não está isolada (etano) ela sempre está interagindo com alguma coisa. Então, o exemplo mais prático disso é: eu estou com um fármaco que vai interagir com uma enzima. A enzima é composta do que, vários fragmentos de moléculas, um grudadinho no outro, certo? E elas têm um volume, uma forma no espaço e essa molécula também tem uma forma (etano). Então como essa molécula vai interagir com a enzima, ela vai ter que entrar dentro da enzima. Então se eu souber a posição no espaço que esses átomos estão eu sei em quais sítios ela vai está interagindo na enzima e isso é super importante na determinação de novos fármacos. (AULA-H-29-09-2016-E-18).

A pergunta do estudante foi no sentido de conhecer uma aplicação para a Análise Conformacional e a professora antes de explicar uma aplicação importante, no caso dos fármacos, trouxe também aspectos indiciais desse signo ao mencionar alguns métodos de identificação de estruturas. Ao longo da aula, a Análise Conformacional usando a molécula de etano foi tratada numa perspectiva generalizada, ou seja, uma representante de qualquer molécula de etano. No momento em que se buscaram referências indiciais, por meio de técnicas instrumentais, essa molécula passa a se conectar a uma realidade, ou seja expressa uma relação causal. Nesse sentido, “um diagrama precisa de índices que o conectem às garantias dos intérpretes, experiência de objetos no mundo externo. O signo por si só não pode transmitir esse conhecimento” (PEIRCE apud NOTH, 2018, p.25, tradução nossa).

Desse modo, é importante destacar a pertinência deste questionamento do estudante ao procurar relações existenciais para aquele signo em estudo. Nesse contexto, didático, se até então o signo era desconhecido, mediado pelas provocações da professora, diversas semioses são desencadeadas e essa questão do estudante pode ser vista como um indício de como esse signo vai assumindo significado para o interpretante estudante, pois “o caráter indicial que confere a capacidade de ancorar o processo de significação à realidade observável” (MACHADO, 2015, p.82).

6.2.6 Aula H [Humano + Ferramentas] como um signo híbrido

Ao longo da análise semiótica do signo Aula H [Humano + Ferramentas] procuramos mostrar como esse signo, predominantemente icônico, do tipo diagrama, reclama por índices e principalmente por símbolos, ao passo de ser melhor caracterizado como um signo híbrido. Essas formas sígnicas foram expressadas durante o contínuo aula de Química Orgânica de

diferentes modos: por meio da fala, dos gestos, das representações na lousa (estruturais, gráficos), das representações na ferramenta material, além da conjugação desses modos em muitos momentos. Procuramos evidenciar por meio dos eventos como foi o caminho percorrido pela professora, para o qual consideramos também a participação dos estudantes.

Um aspecto importante do ícone diagrama com relação aos demais ícones emergiu durante nossa análise e diz respeito à sua constituição a partir de certas regras e convenções, definidas por um sistema de representação (HOFFMANN, 2014). Essa noção de diagrama é extremamente pertinente para a compreensão do signo em estudo, aula, pois na perspectiva de explicitar certas semioses na sala de aula, aspectos indiciais e principalmente simbólicos foram fundamentais na construção sógnica.

Ensinar Análise Conformacional implicou em tornar signos simbólicos e por vezes indiciais conhecidos a ponto de serem operalizados por meios icônicos. Em outras palavras a construção na sala de aula procurou, como trazido por Hoffmann, estabelecer preceitos num sistema representacional para habilitar aquele signo como diagrama icônico. É importante pontuar que não existe a pretensão de contrariar a organização peirceana das relações de Primeiridade, Secundidade e Terceiridade com ícone, índice e símbolo respectivamente. Todavia, quando tratamos de diagramas lidamos com um tipo de ícone que carrega na sua própria constituição seus preceitos simbólicos e indiciais.

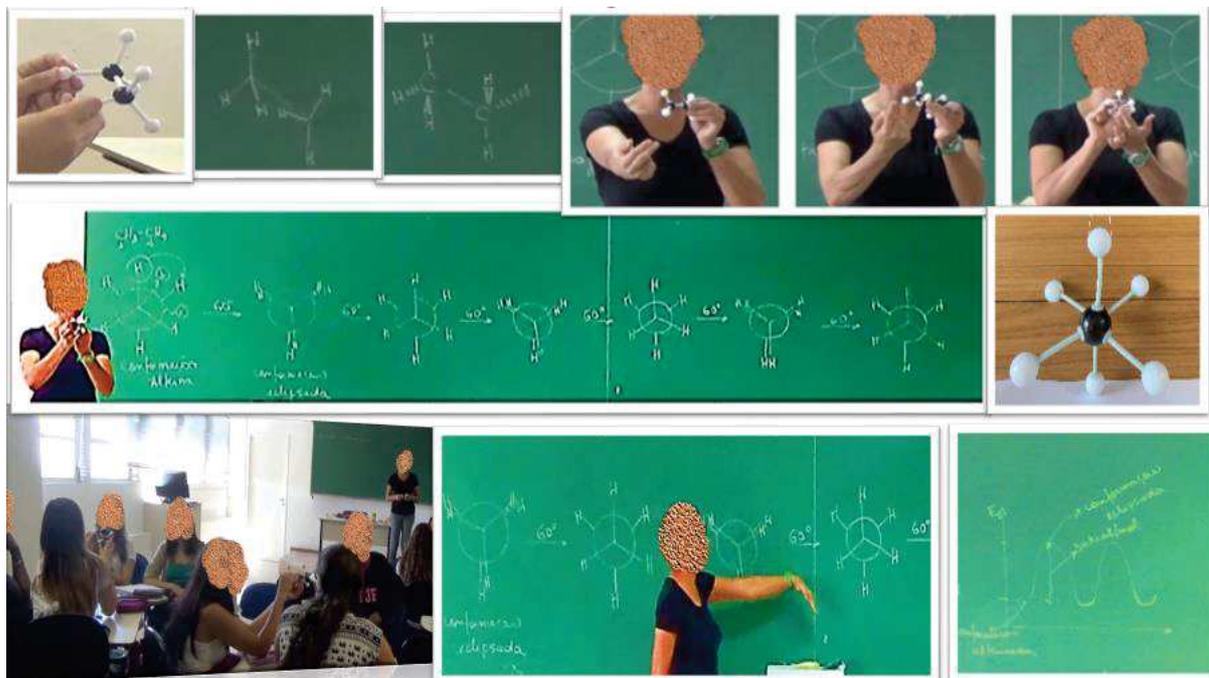
Como estamos numa análise semiótica no contexto de ensino essas nuances sógnicas, que talvez em outros espaços poderiam ser latentes, aqui ficaram explícitas, pois é da natureza do ensino construir conhecimento com os estudantes, de modo que aspectos considerados desprezíveis para os entendedores, são extremamente necessários de serem destacados aos aprendizes, tal e qual a docente procurou fazer na aula ao elucidar o signo *Projeção de Newman* na lousa.

Entendemos que o ícone diagrama no contexto do ensino não somente é operalizado, conferido pelas suas características diagramáticas, mas perpassa também por expor aspectos indiciais e, sobretudo simbólicos, de modo que os interpretantes estejam familiarizados com aquele ícone e aptos à geração de novos signos cada vez mais elaborados, o processo de semiose.

Outro aspecto que coopera com a nossa defesa da Aula H enquanto um signo híbrido, está atrelado aos diferentes modos de comunicar empregados simultaneamente durante a aula, ou seja, o emprego de diferentes signos. Esse aspecto, em alguma medida, pode ser atrelado ao fato do signo está circunscrito num espaço escolar, onde existe a intencionalidade de direcionar certas interpretações, ou seja, limitar as semioses. Dessa maneira, a Figura 26

expressa tentativa de mostrar uma face do signo Aula H [Humano + Ferramentas] por meio de imagens de diferentes momentos. Aqui, se o leitor possuir uma boa memória visual perceberá que essas imagens apareceram ao longo do texto conforme a sequência de discussão da aula.

Figura 26 - Imagens da Aula H em diferentes Eventos



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A Figura 26, assim como a gravação da aula, o mapa de eventos e o Diagrama da Aula H (Figura 17) são signos da Aula H, competindo a cada signo representar seu objeto em alguma medida, ou ainda revelando certos aspectos. Queremos trabalhar a Figura 26 a partir da citação a seguir, uma vez que as duas possuem em comum o poder de síntese, a primeira da Aula H (Figura 26) e a segunda (citação) na noção de diagrama. Além também de outros pontos que buscaremos destacar.

Todo diagrama é uma entidade finita e distinta formada por um conjunto de elementos e relações enumeráveis e definidas; é um complexo mais ou menos composto de símbolos, índices e ícones. [...] Nenhum signo, entretanto, pode em si mesmo determinar a que se refere. O significado depende necessariamente da interpretação. Ou seja, qualquer representação – seja um diagrama externo ou um modelo mental interno – é uma representação apenas se está representando algo para alguém (CP 2.228). Tomemos como exemplo o mapa de uma cidade. Para usar o mapa, você precisa saber onde está no mapa, e deve relacionar os pontos do mapa com os pontos da cidade. O próprio mapa não pode estabelecer qualquer relação com aquilo que ele representa. Sem esta atividade e habilidade cognitiva de um usuário que é externo ao próprio mapa, o mapa não tem qualquer uso. O mesmo é verdadeiro para qualquer diagrama ou modelo que deve representar

algo. Até mesmo se ele contém índices, cuja função é direcionar a atenção para elementos externos, é preciso interpretá-los como índices. Se ele contém símbolos, você deve conhecer os significados convencionalizados destes símbolos. Como Peirce mostrou, sem interpretação – que pode falhar, obviamente, ou ser insuficiente – um signo não significa nada. É como uma prova matemática. Uma prova é uma prova somente se for aceita ao menos por algumas pessoas (Isto é muito claro com provas bastante complicadas, como a prova de Andrew Wiles do ‘Último Teorema’ de Fermat, ou no debate sobre a aceitabilidade das provas computacionais.) Signos são signos apenas em circunstâncias nas quais podem ser interpretados por meio de um conhecimento dado (CP 8.183; 8.178f), que pode ser também adquirido ou desenvolvido. (HOFFMANN, 2014, p.113).

Essa citação traz os princípios de uma análise semiótica na perspectiva diagramática. Assim, analisaremos a Figura 26 amparados nessas condições: (i) diagrama como conjunto de relações; (ii) composto de ícone, índices e símbolos; e (iii) a relação de dependência entre o significado e a interpretação e seus desdobramentos.

A Figura 26 é um signo icônico, diagrama que carrega também aspectos indiciais e simbólicos. É um diagrama principalmente por ostentar uma analogia com o objeto aula, esse conjunto de imagens que constituem esse signo representam uma aula. A relação entre o signo e o objeto se revela na medida em que esse signo gera expectativas quanto a uma aula. Embora, por outro lado, a figura tenha elementos muito representativos do objeto aula, como: a imagem do professor, sua localização no espaço da sala, a imagem do quadro e seus riscos e a própria imagem dos estudantes. Cabe destacar também que a Figura 26, como uma composição, contempla aspectos indiciais, pois, seu conjunto de imagens, mais propriamente as que contemplam a professora e os estudantes, apontam para uma aula específica, ou seja, conecta esse signo à experiência no mundo externo (NOTH, 2018).

Quanto ao símbolo, a passagem a seguir é altamente esclarecedora:

Um símbolo é assim definido por denotar um tipo de coisa, isto é, uma ideia, não uma coisa particular (CP 2.300). Ele conecta um conjunto de índices (possíveis) a um ícone (CP 2.295). Ele é uma lei, ou regularidade do futuro indefinido (CP 2.293), e isto implica que ele é uma regra que determinará seu interpretante (CP 2.292). Ele é um signo que torna explícito seu interpretante, sua significação (em contraposição aos ícones e índices puros). É um signo que se refere a todas as entidades possíveis, de acordo com alguma regra descrita por meio de um ícone, ‘aplicável a qualquer coisa que seja encontrada para compreender a ideia conectada com a palavra’ (CP 2.298), e o hábito ou regra que o define, o liga e o conecta aos ícones. (STJERNFELT, 2014, p.58).

Disto podemos depreender que, o signo Figura 26 contempla a carga simbólica de uma aula qualquer. Assim, quadro, riscos, professor, alunos são símbolos do evento aula. Por outro lado, podemos observar também que a Figura 26 está impregnada com diferentes

representações para uma determinada molécula, etano. Arriscamos dizer que, mesmo para um interpretante externo ao campo dos químicos é possível compreender que essa aula buscava tecer relações entre diferentes modos representacionais, possivelmente não nessas palavras, mas algo mais intuitivo, como ‘enxergar’ essa molécula de variadas formas. Todavia, cabe aqui persistir no interpretante situado no contexto do curso de graduação em Química, o qual inclui professor, estudantes e pesquisadores.

Dessa maneira, ao aprofundarmos o viés diagramático do signo Figura 26 podemos empregar o pensamento diagramático no sentido de observar e experimentar com as imagens dessa figura, as quais podem revelar aspectos do ente químico abordado na aula, molécula de etano, bem como sobre a abordagem adotada pela docente para conduzir esse processo. As imagens foram organizadas intencionalmente conforme a sequência da aula. Essa cronologia pode ser percebida pelo interpretante e conseqüentemente estabelecida analogias entre as representações. Outro aspecto refere-se ao manuseio da ferramenta material pelos estudantes, que pode ser interpretado como um passo importante na compreensão daquilo que a professora está ensinando, bem como sua presença recorrente.

Aqui poderíamos avançar na análise diagramática da Figura 26, contudo não se faz necessário, uma vez que tratamos do signo Aula H [Humano + Ferramentas] ao longo deste capítulo. Essa Figura foi trazida para ilustrar dois aspectos principalmente.

O primeiro refere-se à capacidade sígnica das imagens, pois essa Figura contemplou aspectos importantes do signo, que possivelmente narrados não trariam a mesma significação. Por outro lado, queremos finalizar enfatizando a complexidade do signo aula, aqui de modo específico, o signo Aula H [Humano + Ferramentas]. Pois, para viabilizar uma análise semiótica desse signo foi necessário empregar diferentes modos de representação desse signo, o que passou por fracionar a aula em eventos (mapa de eventos), buscar aspectos centrais desses eventos (diagrama da aula), imagens da aula, transcrições de falas além da tentativa de evocar a sincronia entre esses modos. Esses esforços buscaram sobretudo a identificar as semioses, ou seja, a ação do signo retratando o mais próximo como a professora ensinou Análise Conformacional.

7 PRODUÇÃO FÍLMICA (CURTA) DOS ESTUDANTES

No capítulo 6 com vistas a justificar a análise da Aula H foi necessário contextualizar a produção fílmica (curta) dos estudantes. No presente capítulo nos debruçaremos sobre essa produção, bem como continuaremos no estabelecimento da relação entre a Aula H e os curtas-metragens. Assim, retomamos aspectos importantes do contexto da produção dos curtas-metragens pelos estudantes da turma de QOI, do 2º semestre/2017.

Nesta turma, a terceira acompanhada na pesquisa, a docente teve a iniciativa de pedir aos estudantes para produzirem pequenos vídeos sobre a aula. Durante a Conversa Reflexiva a professora fez o seguinte relato sobre o contexto dessa atividade:

Nessa aula que eu dei a instrução o que eu fiz foi o seguinte, eu fiz a análise conformacional do etano que tem um carbono a menos [em relação ao propano], mostrei toda a linha de raciocínio, o que eu estava analisando, porque eu estava analisando, representei isso no quadro, fiz o diagrama de energia e aí no final da aula, depois de ter mostrado toda a linha de raciocínio, tudo, eu falei para eles que eu queria que eles fizessem um vídeo aumentando agora um carbono, fazendo para o propano. E aí eles tinham que mostrar seguindo aquelas etapas que eu tinha mostrado, fazer Análise Conformacional, depois fazer o gráfico, discutir a energia de repulsão, que é a tensão torsional, isso no vídeo. Então assim, eu fiz um, pedi para eles fazerem e na próxima aula eu aumentava mais um carbono. (CF-EIXO-1-E-7-professora).

Desse modo, os estudantes produziram os pequenos vídeos, individualmente, e deveriam utilizar a ferramenta material (bola e vareta) disponibilizada pela professora. Ao longo da disciplina os estudantes produziram dois vídeos, o primeiro sobre a Análise conformacional da molécula de propano e o segundo sobre a Análise Conformacional da molécula de cis-isopropil-4-metil-ciclohexano. A professora conseguiu disponibilizar para nossa pesquisa dez vídeos referentes a primeira gravação e quatro referentes a segunda gravação. Como o primeiro grupo apresenta maior quantidade de material, faremos a análise desse conjunto de dez curtas-metragens.

Como apresentado no capítulo 6, visualizamos uma relação de dependência entre os curtas-metragens e a aula da professora, em específico a Aula H. Assim, no capítulo 6 procuramos descortinar Aula H em termos semióticos, de modo a potencializar o processo de análise dos curtas-metragens. Dessa maneira, ao longo do presente capítulo faremos referência a Aula H, de modo específico como tratada semioticamente no capítulo 6.

O capítulo está estruturado em seções, mas é possível perceber duas etapas, sendo a primeira, organizada em três seções, uma espécie de preparação para análise e a segunda a

análise semiótica, propriamente. A primeira seção buscou localizar a produção audiovisual no que tange ao contexto educativo; a segunda seção, por sua vez, debruçou sobre o tratamento analítico inicial dos curtas-metragens, por meio da organização em grupos a partir da criação de temas, posteriores a leitura dos curtas; a terceira seção, de fato, contou com uma análise semiótica inicial, com a intencionalidade também de delinear aspectos importantes para a próxima etapa. A segunda etapa, portanto, constitui-se da análise semiótica dos dez curtas-metragens, ancorado na primeira etapa, a qual será detalhada no início da própria seção, a 7.4.

7.1 OS 10 CURTAS-METRAGENS: UMA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL

O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) cada vez mais vêm ganhando espaço em ambientes de ensino. O debate atual, tendo em vista que as tecnologias compõem a realidade educacional, concentra-se em como usar e potencializar essa ferramenta no ensino (LOBO, MAIA, 2015). Dessa maneira, recursos audiovisuais como projeções, vídeos, simulações têm se mostrado importantes no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que suportam diferentes modos de comunicação, o que está totalmente imbricado ao ato de ensinar e aprender.

Atualmente no contexto do Ensino Superior não somente a maioria das salas de aula estão equipadas com Projetor, o que facilita a utilização desse recurso nas aulas, como os estudantes em sua maioria dispõem de smartphone, possibilitando assim o acesso a informações por meio da internet em tempo real na sala de aula, além também da utilização de outras funções como fotografar a lousa, gravação de áudio, dentre outras. Adicionalmente, o celular pode assumir outras funções no contexto de ensino, como por exemplo dispositivo de produção audiovisual, o que têm se tornado bem mais acessível nos contextos formativos. Moran (1995, p. 31) defende que:

A produção em vídeo tem uma dimensão moderna, lúdica. Moderna, como um meio contemporâneo, novo e que integra linguagens. Lúdica, pela miniaturização da câmera, que permite brincar com a realidade, levá-la junto para qualquer lugar. Filmar é uma das experiências mais envolventes tanto para as crianças como para os adultos.

Embora a citação seja da década de 1990, para o contexto do Ensino Superior a utilização de produção audiovisual se constitui como uma atividade inovadora, considerando ainda sua inserção em disciplinas de cunho específicos da graduação como a Química Orgânica, nas quais como dito anteriormente, ainda prevalece aulas em formatos tradicionais.

Nesse sentido, além dos aspectos mencionados pelo autor, como a dimensão moderna e lúdica presentes na produção fílmica, é importante destacar, agora já com um olhar direcionado para a produção audiovisual dos curtas-metragens no contexto da disciplina, o processo criativo e original desenvolvido pelos estudantes.

Embora foi possível apontar vários aspectos em comum entre os dez curtas-metragens analisados, o que é coerente numa atividade de ensino, onde os estudantes participaram da mesma aula e receberam as mesmas orientações, é notório também a originalidade de cada material, as quais se revelaram nas escolhas feitas por cada estudante, fruto das interpretações únicas de cada sujeito. Assim, mesmo tendo a sala de aula como referência os curtas-metragens revelaram a individualidade dos estudantes no processo de aprendizagem, uma vez que decisões como o que tratar, como tratar e o que enfatizar no vídeo está muito atrelado ao que o estudante considerou como prioridade ou ainda relacionado com sua própria apropriação conceitual da Análise Conformacional.

Entendemos que se faz necessário olhar essa produção audiovisual de forma geral, antes mesmo de direcionarmos para aspectos mais específicos da Análise Conformacional tratado pelos estudantes nos curtas-metragens a partir do contexto de ensino. Na próxima seção apresentaremos um panorama geral dos curtas-metragens, bem como o tratamento analítico inicial.

7.2 ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO FÍLMICA: A CLASSIFICAÇÃO DOS 10 CURTAS-METRAGENS EM GRUPOS

Para análise dos vídeos, em princípio, assistimos a todos de modo a identificar um panorama das produções com base nas escolhas dos estudantes, tanto em referência ao modo de apresentar como no que tange ao conteúdo do vídeo. No segundo momento, a partir dessa leitura inicial, identificamos nove temas, os quais perpassaram por fundamentos e conceitos da Análise Conformacional. Compreendemos que a presença de tais temas nos vídeos são articulados por diferentes modos semióticos como, por meio da linguagem oral e gestual, da representação gráfica, dos movimentos em torno da ferramenta material bola e vareta, sobretudo na sincronia entre eles. Procuraremos tratar do conteúdo da Análise Conformacional por meio de todas as manifestações evocadas na produção audiovisual dos estudantes.

Os temas não foram contemplados de forma unânime nos curtas-metragens, desse modo a seguir, encontra-se o Quadro 18 com os temas, com a respectiva sinalização da

presença (X) e da ausência (-) de determinado tema e uma identificação em cores para cada grupo constituído.

Essa delimitação dos temas auxiliou na etapa seguinte que consistiu na organização dos curtas-metragens em três grupos, a saber Grupo A - Curtas com menos modos semióticos (Curtas 6 e 9); Grupo B - Curtas medianos em termos de modos semióticos (Curtas 2, 3, 4, 5, 7 e 10) e Grupo C - Curtas com mais modos semióticos (Curtas 1 e 8).

A identificação do título para cada grupo constitui um desafio, pois o título, em boa medida, representa o grupo. Assim, procuramos expressar por meio dessa denominação o quanto alguns curtas contemplaram mais aspectos/detalhes da Análise Conformacional em relação a outros. Entendemos que seria inapropriado caracterizar como completos, medianos ou incompletos pela natureza da atividade, a qual extrapola uma avaliação tradicional onde os limites entre completo/incompleto, entre certo/errado estão claramente definidos. Não estamos considerando a ausência de erros conceituais, eles serão devidamente problematizados no momento oportuno. Por outro lado, queremos destacar a autonomia dos estudantes nesse processo de proposição dos curtas-metragens, o que caracterizou uma atividade mais plural bem menos engessada em relação aos exames realizados pelos discentes na disciplina de QOI.

O termo do título 'modos semióticos' aponta para diferentes manifestações sígnicas utilizadas para dizer sobre a Análise Conformacional no contexto do curta, seja de modo oral, gestual, gráfico, por meio da ferramenta material, ou ainda na simultaneidade desses modos. Mais modos semióticos configuram o quanto o estudante conseguiu revelar ou ainda descortinar o signo e neste caso tocando na própria noção de semiose. O quanto outros signos foram sendo construídos (a ação do signo) para dizer sobre o objeto central do vídeo.

Dessa maneira, é importante pontuar que os temas do Quadro 18 subsidiaram a classificação em três grupos, porém não estabelecemos uma relação estritamente numérica entre a sinalização positiva dos temas e o respectivo agrupamento. A classificação nos grupos procurou considerar também a centralidade de alguns temas na Análise Conformacional.

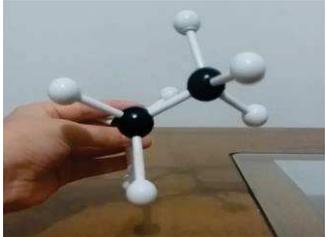
Quadro 18 - Organização dos curtas-metragens em temas e em grupos

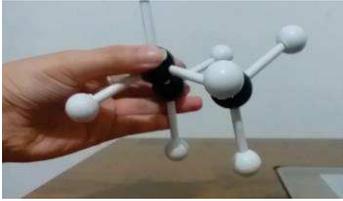
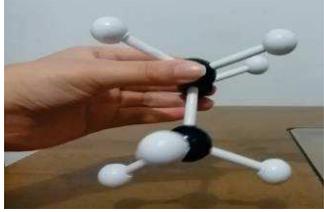
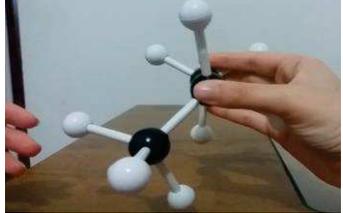
Características semióticas nos Curtas -metragens		Grupo A		Grupo B						Grupo C	
		Curta 6	Curta 9	Curta 10	Curta 5	Curta 4	Curta 2	Curta 7	Curta 3	Curta 1	Curta 8
1	Explicita quais carbonos serão analisados (fala e/ou gestual).	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Explicita o ângulo de rotação (fala e/ou gestual).	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Posicionamento do observador (de frente ou atrás da molécula)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Mostra na ferramenta material as conformações alternadas e eclipsadas (fala e /ou gestual).	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Explicita a relação entre energia, estabilidade e conformações (fala e/ou gestual).	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Explica a relação entre energia, conformações e nuvem eletrônica, repulsão e estabilidade (fala e/ou gestual).	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
7	Mostra e explica o gráfico de energia (fala, gestual, gráfica).	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
8	Mostra a projeção de Newman na lousa (fala, gestual, gráfica).	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
9	Explicita a representação no contexto do curta-metragem (fala e/ou gestual).	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No Grupo A - Curtas com menos modos semióticos, indicamos dois curtas o 6 e o 9. Eles são marcados pela prioridade na ferramenta material, o efeito visual e principalmente pela inibição de uma narrativa verbal. No Quadro 19 apresentamos o Curta-Metragem 6: Análise Conformacional do propano, no formato de episódio. Como podemos observar, a coluna transcrição está em branco, pois a inibição da narrativa oral foi total. No curta-metragem 6 o estudante oralizou o nome das conformações alternadas e eclipsadas à medida que mostrava na ferramenta material.

Quadro 19 - Curta-metragem 6: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1		A estudante posiciona 'a molécula' com as mãos de modo que o carbono que será fixado durante as rotações e o que sofrerá o giro fiquem um de frente para o outro. Sendo que o carbono fixo está posicionado atrás, conforme a projeção de Newman. Inicia com a molécula na conformação alternada	
2		Faz o primeiro giro, no qual fixa o carbono de trás com uma das mãos e a outra mão gira o carbono da frente.	
3		Mostra na ferramenta material a molécula na conformação eclipsada.	
4		Usa a mesma estratégia anterior para mais um giro.	

5		Mostra como fica a conformação alternada.	
6		Faz um novo giro.	
7		E para cada giro movimenta a molécula levemente mostrando a molécula em diferentes posições.	
8		Faz mais um giro mantendo o carbono de trás fixo e rotacionando o da frente. Neste giro a estudante inverteu as mãos.	
9		Faz mais um giro e movimenta a molécula levemente.	
10		Faz o último giro e retornou à molécula na conformação inicial.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Compreendemos que o vídeo é uma resposta à professora, de modo que o não falar no vídeo indica (é um índice) do que o estudante considera mais importante. Nesse caso, a ferramenta material está em primeiro para esses estudantes. O ato do aluno inibir a voz, uma narrativa verbal e dar prioridade ao modo visual é um índice de que ele considera esse modo como primeiro, ou seja, o principal a ser significado no vídeo está baseado no recurso visual.

Por outro lado, o inibir da oralidade constitui também uma fragilidade, porque não é implementado outro modo semiótico para fazer com que aquele signo tenha seu significado ampliado. Porém, não podemos descartar a ideia que esses sujeitos produtores dos vídeos procuraram com esse formato estético dar destaque para aquilo.

No Grupo B - Curtas medianos em modos semióticos, classificamos os curtas 2, 3, 4, 5, 7, e 10. Eles trazem um hibridismo entre diferentes modos de produção de significado em torno da noção de Análise Conformacional. Como no Grupo A, o apelo visual em torno da ferramenta material também foi expressivo, contudo, esse grupo se apoiou também na narrativa verbal e gestual e em outros formatos visuais como a ferramenta gráfica, por meio de desenhos na lousa ou no papel. Devido ao tamanho extenso dos curtas-metragens no formato de episódio, para cada grupo traremos nesse momento do texto um curta-metragem para representar o grupo. Os dez episódios encontram-se no Apêndice E. Assim, para representar o Grupo B, segue o Quadro 20 com o Curta-metragem 2: Análise Conformacional do propano.

Quadro 20 - Curta-metragem 2: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1. Então, a gente vai fazer a análise conformacional do propano.</p> <p>2. Eu escolhi fixar esse carbono aqui e usar essa metila aqui como referencial.</p>	<p>A aluna inicia mostrando a molécula de propano representada por meio da ferramenta material. Na sequência aponta com os dedos a localização do carbono e da metila que serão os referencias.</p>	

2	<p>3. Então, a gente vai fazer um giro de 60° em 60°.</p> <p>4. Aqui a gente pode perceber que tem uma conformação alternada.</p> <p>5. Girando em 60° a gente percebe que há uma conformação eclipsada.</p>	<p>A estudante posiciona a molécula fixando o carbono de trás com uma mão. Mostra a conformação alternada e na sequência rotaciona em 60° o outro carbono ligado a metila com a outra mão.</p>	
3	<p>6. E nessa conformação, a metila a nuvem dela está bem próxima da nuvem do hidrogênio. Isso faz com que essa conformação seja menos estável do que a outra.</p>	<p>Mostra a conformação eclipsada e aponta com os dedos a proximidade na nuvem eletrônica da metila com a nuvem eletrônica do hidrogênio.</p>	
4	<p>7. Girando mais 60°, de novo a gente tem a conformação alternada, que é uma conformação mais estável e com menor energia do que a eclipsada.</p>	<p>A estudante faz o giro na molécula simultâneo com sua fala sobre a mudança de conformação.</p>	
5	<p>8. Girando mais 60° a gente tem novamente a eclipsada e novamente 60° a alternada, mais 60° a eclipsada e por último a conformação inicial que é a conformação alternada.</p>	<p>Faz os demais giros de 60° até retornar na conformação inicial.</p>	

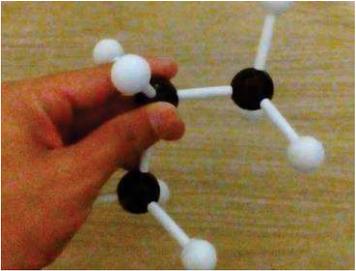
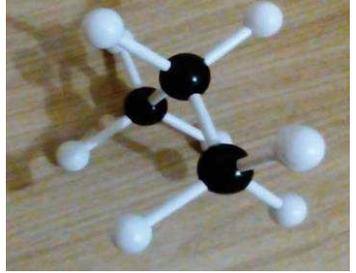
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

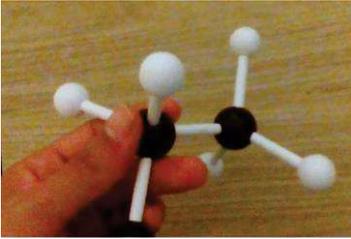
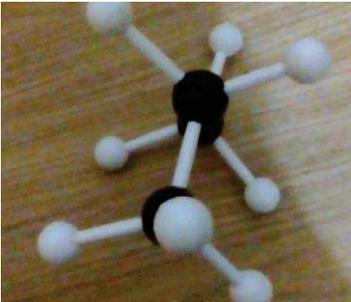
Podemos observar no curta-metragem 2, do Grupo B, diferentemente do Grupo A, como a estudante empregou a oralidade (coluna transcrição) potencializando a produção de sentido para o signo Análise Conformacional manifesta também na ferramenta material, sobretudo nas conformações alternadas e eclipsadas.

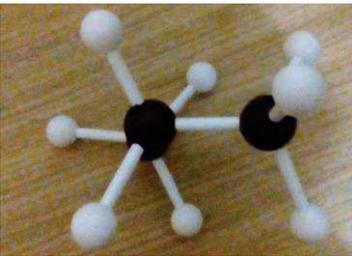
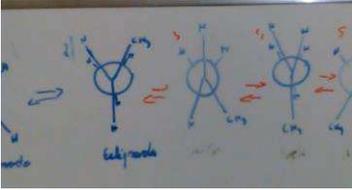
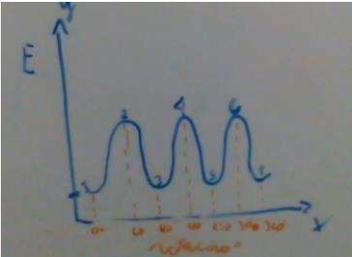
A estudante do curta-metragem 2, em específico, não empregou outros modos representativos para a Análise Conformacional, como a projeção de Newman e/ ou gráfico de energia, evidenciando também prioridade ao aparato material em detrimento aos demais modos semióticos. Contudo, esse aspecto não consistiu em uma marca para esse grupo, outros curtas-metragens deste grupo (5, 4 e 3) empregaram modos representativos além da ferramenta material, como pode ser observado no Quadro 18, nos temas 7 e 8 para o Grupo B.

O Grupo C - Curtas com mais modos semióticos abarcou, por fim os curtas 1 e 8. Entre o Grupo B e o Grupo C existe uma linha tênue e só a partir de um olhar mais criterioso foi possível fazer essa distinção. Este grupo manteve as características descritas para o Grupo B em termos do uso de diferentes modos semióticos, contudo o que os difere é a riqueza de detalhes, principalmente, expressa na narrativa verbal para se referir aos aspectos da representação. No Quadro 21, apresentamos o episódio Curta-metragem 8: Análise Conformacional do propano.

Quadro 21 - Curta-metragem 8: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1. Falar um pouco sobre a conformação da molécula de propano, para isso eu vou usar a projeção de Newman.</p> <p>2. Bom essa é a representação da conformação da molécula de propano de maior estabilidade e de menor energia.</p>	<p>O estudante inicia com a apresentação da molécula de propano na ferramenta material.</p>	
2.	<p>3. Os átomos de carbono assumem geometrias tetraédricas e os átomos de hidrogênio ficam o mais distante possível um dos outros. Porém essa não é a única conformação que a molécula pode assumir, ela também pode assumir outras conformações menos estáveis.</p>	<p>Posiciona a molécula sobre a superfície enquanto explica.</p>	

3.	4. Ao fornecermos energia para essa molécula ela acaba fazendo um giro, o átomo de carbono do meio, carbono 2, acaba girando em relação ao átomo 1 assumindo uma outra conformação.	Segura a molécula pelo carbono que sofrerá o giro para a nova conformação.	
4.	5. Faz um giro de 60° saindo da conformação alternada passando para uma conformação chamada eclipsada, de menor estabilidade e maior energia.	Faz o giro de 60° no átomo de carbono denominado 2, com a molécula posicionada com o carbono 1 sobre a superfície.	
5.	6. Os átomos de hidrogênio agora ficam sobrepostos um no outro e ocorre uma repulsão maior entre hidrogênio, hidrogênio e também do átomo de carbono sobreposto ao hidrogênio.	Aponta com o dedo o átomo de carbono 3 que fica sobreposto com o hidrogênio ligado ao carbono 1.	
6.	7. Se fornecermos energia novamente para essa molécula ela volta para a conformação alternada, fazendo outro giro de 60°. 8. Detalhe da molécula de propano é que todas as conformações alternadas dela possuem a mesma energia pois todas são iguais. Como aqui a gente tem em cima um etil girando sobre um metil, a cada giro que ele faz de 120° você vai ter que esses giros eles são simétricos. Todas as conformações alternadas vão ser simétricas, assim como as eclipsadas serão simétricas entre si.	Faz o giro de 60°, novamente com o mesmo movimento com uma das mãos sobre o carbono 2. Aponta o etil na parte de cima da molécula com os dedos.	

7.	9. Então, vamos fazer aqui os giros, mais 60° ele assume uma outra conformação.	Faz o giro de 60° , novamente.	
8.	10. E a gente gira novamente 60° ele volta de novo para uma conformação alternada. 11. Novamente mais 60° outra conformação eclipsada. Giramos novamente mais 60° uma conformação alternada, mais 60° uma outra conformação eclipsada. 12. E girando de novo mais 60° ele volta para sua conformação alternada original.	Faz os demais giros na molécula seguindo a mesma posição anterior das mãos até retornar à posição inicial.	
9.	13. Aqui a gente tem uma representação de Newman na lousa de como seria a representação desse giro em um desenho na lousa. 14. Passando das conformações alternadas para eclipsada e assim por diante.	Mostra as representações - Projeção de Newman na lousa. A medida que fala foca a imagem em um tipo de conformação na lousa.	
10.	15. E um diagrama de energia. Aqui nós vemos que nesse gráfico as conformações 1, 3 e 5, os pontos 1, 3 e 5 são das conformações alternadas que possuem todas a mesma energia e os pontos 2, 4 e 6 das conformações eclipsadas que também possuem a mesma energia entre si e uma energia bem maior do que as conformações alternadas.	Mostra o gráfico na lousa.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No curta-metragem 8, representado no episódio do Quadro 21, podemos observar como o estudante em diferentes momentos fez referência a questão representativa, logo no início na Sequência de turno 1, turno de fala 2 ao apresentar a representação da molécula de propano, na Sequência de turno 9, turno de fala 13, o estudante apresenta também outra forma de representação para a molécula de propano, a Projeção de Newman na lousa. O fato de deixarem evidente a função representação durante o vídeo foi o que caracterizou o Grupo C, pois como podemos observar no Quadro 18 – Organização dos curtas-metragens em temas e em grupos, somente os curtas do Grupo C sinalizaram positivamente o tema 8, referente a representação. Como tratado nas especificidades dos demais grupos, aqui na questão representativa entendemos que a ausência não configura o desconhecimento por parte do estudante, por outro lado a presença indica certa prioridade. E de fato os estudantes desse grupo escolheram trazer como primeiro a explicação da representação para a molécula de propano na ferramenta material, pois os dois curtas trouxeram essa explicação logo na Sequência de turno 1 nos seus respectivos curtas-metragens.

Nesta seção buscamos trazer elementos que caracterizaram os curtas-metragens em três grupos. Agora, avançaremos para uma investigação mais semiótica, ainda que neste início caracterize-se por aspectos gerais da produção audiovisual dos estudantes.

7.3 ANÁLISE SEMIÓTICA PRELIMINAR: A PRODUÇÃO FÍLMICA DOS ESTUDANTES

Os dez curtas-metragens enquadram-se no gênero de vídeo educativo uma vez que estão no contexto de ensino (SANTAELLA, 2002). Podemos pensar nessa produção de vídeo como um argumento de avaliação ou ainda como uma resposta do aluno ao professor. Assim, embora nosso processo de análise dos vídeos tenha assumido outros parâmetros em relação às avaliações convencionais da disciplina, podemos dizer que em alguma medida os estudantes produziram o curta-metragem numa condição de responder a um processo avaliativo proposto pela docente. E essa resposta diz muito sobre as compreensões dos estudantes a respeito do tema, as quais estão relacionadas com quais elementos eles consideram essenciais para a produção.

Santaella e Noth (2005) descreveram três postulados no processo evolutivo para a fotografia, os quais podemos tecer um paralelo com a produção audiovisual, são eles: o pré-fotográfico, o fotográfico e o pós-fotográfico. No primeiro - pré-fotográfico se inserem todas as fotografias que são produzidas artesanalmente como desenhos, pinturas, gravuras, esculturas feitas à mão. No segundo - o fotográfico enquadra-se todas as imagens que são construídas através de captação física de fragmentos, ou seja, imagens dependentes de um

instrumento de registro, que são marcadas por um aspecto importante, a condição de existência de determinados objetos e situações ao registro. Por fim, o terceiro - pós-fotográfico contempla imagens produzidas inteiramente por cálculos computacionais.

Os curtas-metragens produzidos pelos estudantes se inserem no segundo postulado descrito por Santaella e Noth, ou seja, as imagens registradas são frutos da captação por instrumentos de registro, no caso a câmera dos celulares e retratam situações reais. Essas condições contribuem para a relevância desse material no contexto do ensino, uma vez que não estamos analisando expertise na produção audiovisual, mas quais aspectos presentes nos curtas-metragens corroboram para a compreensão de como os estudantes se apropriaram do tema a partir da abordagem em sala de aula. Atentamos para os aspectos espaciais em torno do estudo das diferentes conformações para determinada estrutura molecular. Assim, a condição de existência, em outras palavras o poder de referência do curta ao estudante na sua condição de produtor do material e aprendiz torna-se fundamental.

Nesse primeiro momento procuramos destacar o aspecto referencial da produção audiovisual na comparação com o postulado da fotografia. Nessa perspectiva podemos destacar nos curtas-metragens dois tipos de linguagem: a imagem e o áudio, as quais inserem-se na tradição dos sistemas de signos. Nessa linha, Santaella (2002) aponta que:

[...] sistemas de signos que nascem da mistura entre linguagem verbal e imagem, caracterizando-se, portanto, como uma linguagem híbrida, tanto quanto são híbridos o cinema e a televisão. Esse hibridismo reclama por um tratamento semiótico, uma vez que é na semiótica que podemos encontrar meios para a leitura não só dos diferenciados tipos de signos, mas também dos modos como eles podem se amalgamar na formação de linguagens fronteiriças que se originam da junção entre vários sistemas de signos (SANTAELLA, 2002, p. 113).

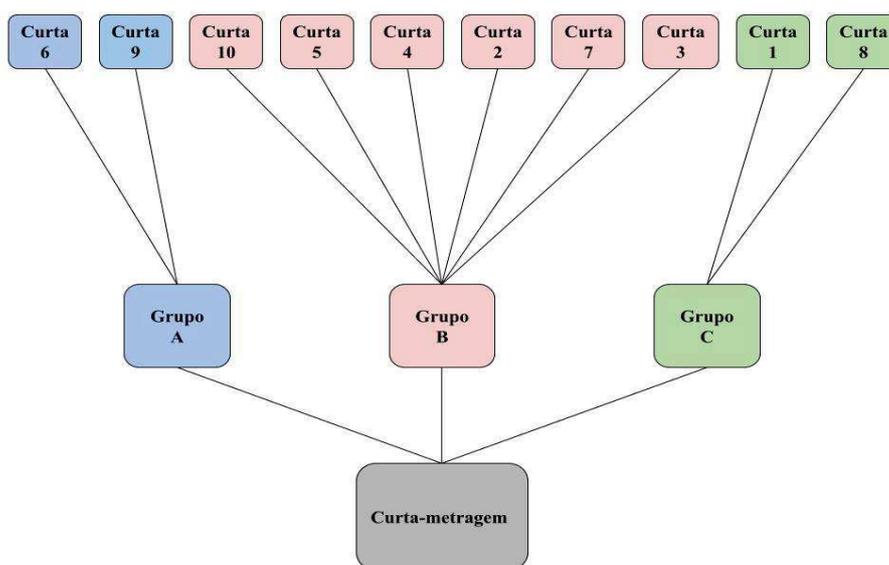
Concordamos com Santaella com a ideia do sistema de signos que se manifesta como um híbrido da linguagem. Os curtas, enquanto produtos audiovisuais, são marcados por um processo dinâmico que envolve diferentes modos de produção de significado, por meio do discurso verbal, gestual, ferramenta material (bola e vareta), imagens gráficas na lousa, imagens gráficas no papel, sobretudo a sincronia entre esses modos. Portanto, assim como apontado por Santaella, o tratamento semiótico nos auxilia a compreender para além da classificação, como esses signos enquanto amálgamas, em termos de modos de comunicação, agem tendo em vista seus fins e contexto de ensino.

É importante reiterar que estamos lidando com sistemas de signos complexos, tornando-se imprescindível definir os recortes e limites analíticos. Assim, nesse primeiro momento, a lupa está sobre o material audiovisual produzido por estudantes a partir do

contexto de ensino, ou seja, não avançaremos para aspectos específicos do conteúdo, embora em alguns momentos serão tangenciados, até mesmo pelas características dos vídeos.

Outro aspecto que precisa ser pontuado refere-se ao fato de estarmos tratando dos dez curtas-metragens organizados nos três grupos. Ao longo da tese assumimos três situações de análise do material audiovisual, a depender do momento analítico. Na Figura 27 esquematizamos essas três situações: (i) a primeira, curta-metragem de modo geral, sem referência a um grupo ou a um determinado curta, um modo de se referir a todos os dez curtas enquanto produção audiovisual; (ii) a segunda, os curtas-metragens por grupo, Grupo A, Grupo B e Grupo C; e a (iii) terceira, cada curta-metragem na sua individualidade. Portanto, podemos fazer uma analogia a três lupas para olharmos o material audiovisual, de modo mais distante (Curta-metragem), de modo intermediário (Grupos A, B e C) e de modo mais aproximado (os 10 curtas-metragens)

Figura 27 - Modos de tratamento dos curtas-metragens



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os dez curtas-metragens versam sobre Análise Conformacional, desse modo possuem como referência final aspectos dos confôrmeros, ou seja, os arranjos espaciais em torno da rotação da ligação sigma carbono-carbono para a molécula de propano e a influência da estabilidade desse ente químico (SOLOMONS, 1996). Para uma análise semiótica inicial, Santaella destaca os seguintes aspectos para o exame de vídeos num modo qualitativo:

[...] o aspecto do qualisigno está na qualidade das tomadas, dos enquadramentos, dos pontos de vista, dos movimentos de câmera, no tom do discurso que acompanha a imagem, na qualidade da voz etc., enfim nos

aspectos relativos à mera aparência dos vídeos, no modo como aparecem, nas suas cores, seus movimentos, na duração das cenas, nos cortes, nos contrastes das imagens. (SANTAELLA, 2002, p.118).

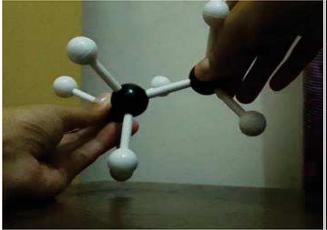
A autora ressalta que esses aspectos de caráter contemplativo do signo em sua maioria são apreendidos pelo espectador de modo imperceptível e nos arriscamos a dizer que como os estudantes não são profissionais da área de produção audiovisual esses aspectos foram incorporados de forma inconsciente na produção dos curtas-metragens por eles. Assim, esses aspectos da feitura dos curtas nos interessa no sentido de compreender como se deu a relação do signo curta-metragem com a apropriação conceitual da Análise Conformacional pelos estudantes.

Percebemos que, de forma geral, o signo curta-metragem enquadrrou na ação a ferramenta material enquanto representação da molécula de propano. Como destacado na seção de apresentação dos curtas nos três grupos, todos privilegiaram a ferramenta material. Nesse sentido, nenhum estudante mostrou o rosto, ficando aparente apenas os braços e as mãos para trazerem movimento à molécula, e para gestos de apontamento.

Nos curtas dos Grupos B e C, quanto ao discurso oral, ficou evidente em alguns casos a sincronia entre a fala e o movimento da ferramenta material, a ponto do término do movimento para determinada conformação da molécula coincidir com o término do tipo de conformação (alternada ou eclipsada). O que indica o quanto o estudante considerou importante relacionar o nome da conformação com a posição espacial dos átomos na molécula. No Quadro 22 apresentamos um fragmento do Curta-metragem 10 onde essa sincronia foi descrita na coluna Ação dos turnos, na Sequência de turno 7. A relação fala e demais formas sígnicas presentes nos curtas-metragens ainda serão aprofundadas ao longo da análise.

Quadro 22 - Trecho - Curta-metragem 10: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
----	------------------------	-----------------	-------------------

7	<p>10. Quando passamos da conformação alternada para a conformação eclipsada e vice e versa existe uma diferença de energia.</p> <p>11. Na conformação alternada a energia é mais baixa e as conformações eclipsadas são mais energéticas, deixando a molécula menos estável em determinados momentos.</p>	<p>Rotaciona a molécula no momento em que fala “conformação alternada para conformação eclipsada”.</p> <p>Na sequência quando fala conformação alternada volta a rotação para a posição alternada. E quando fala conformação eclipsada rotaciona novamente para a forma eclipsada.</p>	
---	--	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As cenas, as quais denominamos turnos na construção do episódio do material audiovisual, seguiram as mesmas tendências de forma geral. Alguns estudantes escolheram iniciar com a apresentação do tema, apresentação da molécula de propano representada na ferramenta material, na sequência indicar a delimitação dos carbonos que seriam analisados em suas rotações, a posição da molécula para auxiliar na compreensão da Análise Conformacional, o ângulo de rotação, as conformações alternadas e eclipsadas, os aspectos da variação de energia, nuvem eletrônica, o gráfico de energia e a Projeção de Newman na ferramenta gráfica. Essa sequência de tomadas e cortes denominada pela docente da disciplina de ‘linha de raciocínio’ foi seguida pelos estudantes de modo geral. Contudo, os curtas não apresentaram, necessariamente, todos esses aspectos ou ainda seguiram fielmente essa ordem, como caracterizado na organização dos grupos. A maioria dos curtas-metragens, por exemplo, não mencionou a Projeção de Newman na forma gráfica, conforme mapeado no Quadro 18. Por outro lado, nenhum estudante iniciou seu curta-metragem com a Análise Conformacional na forma gráfica, todos optaram por iniciar com a ferramenta material.

Quanto às tendências observadas nos curtas-metragens, não temos informações por meio dos estudantes de como se deu a relação entre eles durante a produção, se compartilharam informações, ou se buscaram outras fontes. A professora relatou durante a Conversa Reflexiva que eles a procuravam para tirar dúvidas, mas ela acredita também que eles tenham buscado por outras fontes como vídeos na internet e, eventualmente teriam consultado estudantes mais experientes. Como não conversamos com os estudantes sobre essas tomadas de decisões, que constituiriam uma espécie de roteiro para a construção das cenas, o que podemos inferir é a relação com a própria estrutura da Aula H. Portanto, desse

momento analítico inicial, emergem indícios da forte relação entre a Aula H e os curtas-metragens, o que procuraremos na sequência é explorar e aprofundar essas relações.

7.4 ANÁLISE SEMIÓTICA DOS CURTAS-METRAGENS

Na seção anterior, situamos uma análise semiótica preliminar, onde buscamos evidenciar aspectos da feitura do material audiovisual, portanto não enfatizamos explicitamente o signo, o objeto e o interpretante, até mesmo para não destoar da função desta análise inicial. Agora, com vistas ao aprofundamento do tratamento semiótico iniciaremos pela delimitação do signo, do objeto e do interpretante.

7.4.1 Signo, objeto e interpretante

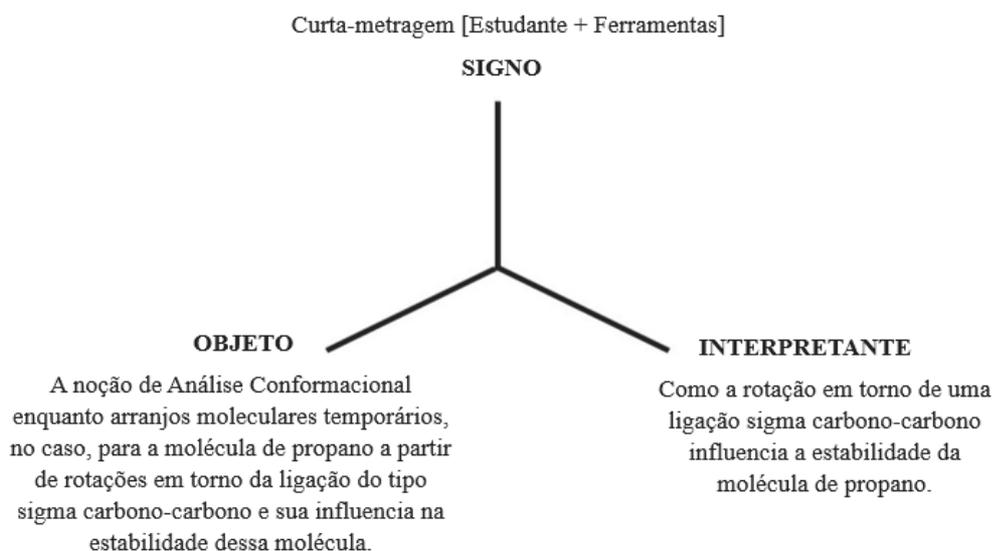
Delimitar o signo, o objeto e o interpretante estão atrelados ao contexto de inserção de determinado signo. Assim, para os estudantes de Química Orgânica, para a professora da disciplina, para pesquisadores e ainda para outros sujeitos/contextos, a ação do signo curta-metragem se dá de forma distinta. Os estudantes estão em condição, prioritariamente, de aprendizagem, a professora numa condição de quem ensina e avalia o processo e na pesquisa buscamos investigar a ação dos dois sujeitos, o aluno e o professor no processo como todo. Cabe-nos o desafio de inferência sobre o interpretante do signo curta-metragem a partir desse contexto de ensino e de aprendizagem, considerando os estudantes, a professora e as demais manifestações sógnicas que constituem esse conjunto semiótico. Nesse sentido, a autora Leo (2014) discorre sobre a importância do interpretante na semiótica peirceana.

A semiótica peirceana baseia-se, acima de tudo, na ideia de interpretante. Isto porque sem a mediação do interpretante (que não é uma mente subjetiva) não há ativação significativa da relação sógnica. É exatamente esta referência ao interpretante que mantém a relação sógnica em movimento, fazendo dela ‘uma função de referência relacional’, e a cadeia dinâmica de Interpretantes produz a semiótica [...]. Enquanto a referência ao objeto apresenta o signo para o mundo, fazendo da semiótica de Peirce uma complexa teoria ontológica, a referência ao interpretante conduz a uma análise epistemológica que descobre interessantes aspectos hermenêuticos na interpretação que tende ao infinito. Todo signo, ou como Peirce coloca, todo signo-pensamento refere-se a outro signo, em um processo infinito de tradução, cujo sentido, ou significado, reside ‘no entre’, em uma vaga área de trânsito. (LEO, 2014, p. 16).

É da natureza sógnica esse dinamismo na relação com o interpretante, uma vez que um mesmo signo ou sistemas de signos representam e por consequência geram interpretantes, outros signos, a depender do contexto. No caso dos curtas-metragens o contexto é educativo, sendo um recorte do processo de avaliação da disciplina de QOI, o qual possui a

intencionalidade de, a partir de uma produção audiovisual, verificar/contribuir com a apropriação conceitual dos estudantes a respeito da temática em estudo na sala de aula. Apresentamos na Figura 28 uma caracterização do signo, objeto e interpretante para os curtas-metragens de modo geral, ou seja, desconsiderando as especificidades de cada vídeo.

Figura 28 - Tríade peirceana para os Curtas-metragens



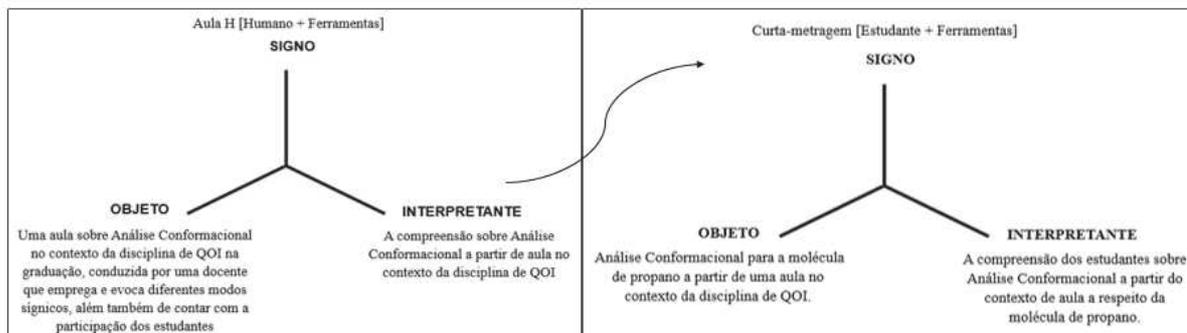
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Essa perspectiva de trabalho, conforme defendido no capítulo 5, está baseada na admissão de que a ferramenta material age como extensão do humano (SANTAELLA, 2007). Essa escolha coopera em termos metodológicos, pois assim como nos episódios fica muito evidente a composição humano e ferramentas. Assim, analiticamente, o signo Curta-metragem [Estudante + Ferramentas] unifica fala, gestos e as ferramentas em ação nos turnos.

Adicionalmente, queremos destacar que o signo Curta-metragem [Estudante + Ferramentas], não carrega em si nenhum vínculo com a aula da professora, conforme caracterizado na Figura 28. Porém, como dito anteriormente, conhecemos o entorno dessa produção audiovisual e essas informações podem direcionar outras possibilidades para olhar esse signo. Entendemos como sendo mais apropriado, e coerente com a inserção no processo da pesquisa, a visualização deste signo curta-metragem enquanto derivado de outra semiose, oriunda da sala de aula, da Aula H. Ou seja, nesses termos, não buscaremos realizar uma análise semiótica independente da sala de aula, pelo contrário, buscaremos situar a sala de aula enquanto espaço basilar para a produção audiovisual dos estudantes. A Figura 28 constitui-se como possibilidade triádica para análise deste signo, contudo vamos trabalhar

com uma reestruturação dessa relação triádica de modo a relacionar com a tríade caracterizada para Aula H, de acordo com a Figura 29.

Figura 29 - Tríade peirceana para os Curtas-metragens a partir da tríade da Aula H



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na análise da Aula H, tratamos da relação signo e objeto, a qual possibilitou abordar propriedades dessas partes na tríade, atrelados ao contexto de análise. Aqui se faz oportuno retomar alguns pontos, bem como agregar mais elementos nessa semiose, isto é, situar os curtas-metragens como signos dessa cadeia sígnica.

Pois bem, assim como defendido até o momento, e esquematizado na Figura 29, situamos o signo curta-metragem como um signo proveniente da cadeia sígnica estabelecida a partir do contexto da Aula H. Essa escolha vai ao encontro dos pressupostos das relações signo, objeto e interpretante, explicitadas a seguir.

A respeito do signo Aula H [Humano + Ferramentas] e o seu objeto a noção de Análise Conformacional, destacamos que no processo triádico ocorre a continuidade da cadeia sígnica, por consequência a geração de interpretantes, porém todos determinados pelo mesmo objeto. Assim, Santaella (2000) afirma que nessa crescente sígnica o objeto é o que resiste na semiose.

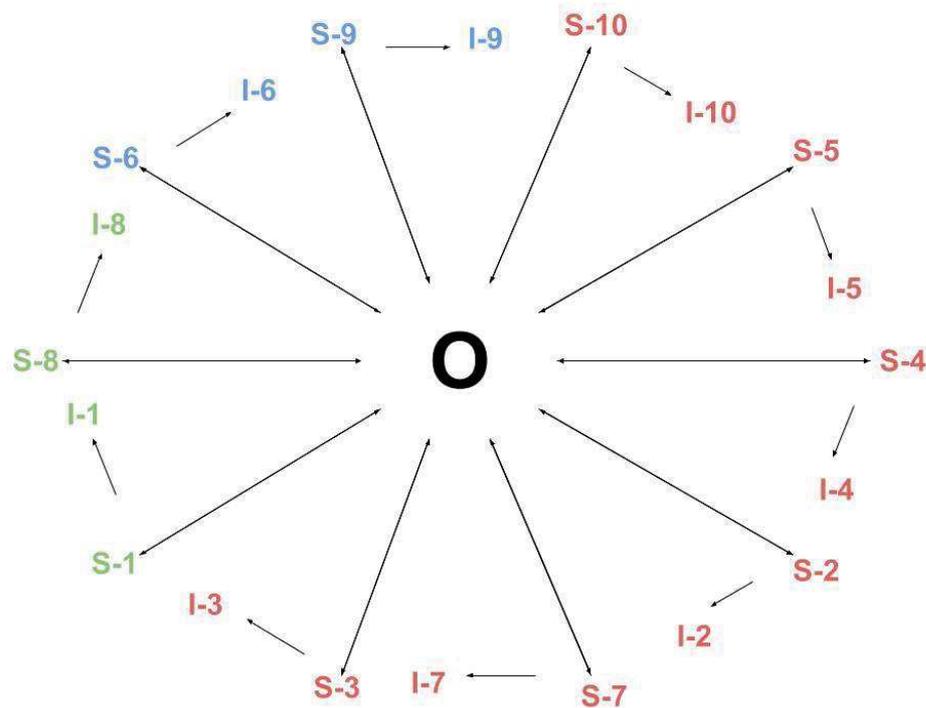
Dessa forma, uma tríade pode gerar e gera como elaborado por Peirce diferentes interpretantes que são, por sua vez, novos signos e assim sucessivamente, isto é, a própria definição da semiose enquanto o signo em ação. Nesse sentido, direcionando o olhar para a Figura 29, sobretudo para as descrições signo, objeto e interpretante nas duas tríades, podemos observar que os signos mudaram, conseqüentemente os interpretantes também. Agora a respeito do objeto não houve de fato uma mudança, mas uma incorporação de aspectos do objeto da tríade 1 na tríade 2. Queremos destacar que o curta-metragem, de maneira geral, é um signo da Aula H, conseqüentemente a Aula H atua como um objeto na relação sígnica do curta-metragem. Podemos inferir que, dentro dos limites de representação que um signo carrega, o curta-metragem representa a Aula H.

Todos os curta-metragem carregam aspectos do objeto Aula H, contudo, coerentemente com a incompletude da representação, este signo (curta-metragem) manifesta como uma referência para representar ao menos em partes o objeto (NOTH, 2018). Queremos destacar também a capacidade de um signo em gerar diferentes interpretantes, ou seja, novos signos. Pois, como tratamos no início na segunda seção deste capítulo, os curtas-metragens possuem um certo grau de padronização, mas são produtos diferentes, o que configura, no caso, dez signos a partir da tríade do signo Aula H.

Para tratar dessa questão de modo visual, elaboramos um diagrama (Figura 4), construído a partir do diagrama proposto por Rossella Leo (2014). Faz-se necessário pontuar a intenção da autora naquele momento, ao destacar que “o signo e o interpretante referem-se incessantemente um ao outro, assim como apontam em direção ao objeto [...]. O objeto é a intenção das referências, feita pelo signo, e está situado de acordo com pontos de vista interpretativos” (LEO, 2014, p.16). O diagrama da autora procurou mostrar a semiose num contexto em que um signo produz interpretantes continuamente (outros signos). Seria no nosso estudo a semiose considerando um único estudante no processo como um todo. Adicionalmente, compreendemos que além dessa característica de um mesmo signo gerar interpretantes sucessivos, devemos considerar também que cada signo pode provocar semioses diferentes a depender dos interpretantes, no caso aqui estamos considerando dez estudantes, produtores do material audiovisual.

O diagrama da Figura 30 emerge a partir do que vem sendo elucidado nessa seção a despeito da relação Aula H e Curtas-metragens, numa perspectiva de situar a Aula H enquanto objeto dinâmico, a partir do qual são gerados dez novos signos (S-1 a S-10), os dez curtas-metragens, que por sua vez desencadeiam dez novos interpretantes (I-1 a I-10). As diferentes cores na figura, assim como a ordem colocada para os Signos (S-1 a S-10) e Interpretantes (I-1 a I-10), buscaram estabelecer uma relação com a classificação dos curtas-metragens em Grupos A (azul), B (rosa) e C (verde), os quais estão relacionados ao conjunto de critérios que conduziram aos agrupamentos.

Figura 30 - Modelo poliédrico para a relação Signo-Objeto-Interpretante



Fonte: Adaptado de Leo (2014, p.16).

Peirce afirma que “o objeto de um signo pode ser algo a ser criado pelo signo” (PEIRCE, 1977, p.161). Esse aspecto criativo do signo em relação ao objeto não configura uma contradição com o argumento anterior a respeito da resistência do objeto. O autor revela que o objeto pode permanecer com suas propriedades, contudo o modo de compreendê-lo, que se manifesta na própria representação, são sim criações dos signos.

Nesse sentido, a relação entre a Aula H e os curtas-metragens retratam em boa medida essa compreensão, pois o modo como o estudante representou o signo Análise Conformacional no curta-metragem diz sobre seu processo de compreensão triádico da Aula H, ou seja, a aula como a entendemos materializada na gravação audiovisual é a mesma independente do estudante. Contudo, a forma como cada estudante interagiu (na relação triádica) com esse objeto para geração de novos signos (interpretantes) indica que cada estudante criou seu próprio objeto Aula. Portanto, os signos revelam criações do suposto objeto.

A partir dessa elucidação a respeito do signo, do objeto e do interpretante no contexto dos curtas-metragens, sobretudo na relação desta tríade com a tríade da Aula H, seguiremos com a análise semiótica perscrutando a tricotomia que trata da relação signo e objeto. Seguiremos na perspectiva diagramática do signo icônico, o qual distancia-se de outros ícones na medida em que carrega certos preceitos na sua composição, isto é, um conjunto de regras e

convenções definidas a partir de um sistema de representações (HOFFMANN, 2014). Nesse sentido, Peirce discorre:

Um diagrama é um representamen que é predominantemente um ícone de relações auxiliado por convenções. Índices também são mais ou menos usados. Ele deveria ser elaborado sobre um sistema de representação perfeitamente consistente, fundado sobre uma ideia básica simples e facilmente inteligível. (PEIRCE, apud HOFFMANN, 2014, p.103).

7.4.2 O ícone: a similaridade nos curtas-metragens

A primeira ideia quando tratamos do ícone no modo pelo qual o signo se refere ao seu objeto remete à similaridade, e essa noção não está equivocada, contudo o próprio Peirce reconheceu a vagueza desta definição (STJERNFELT, 2014). Como discutido em outros momentos, se faz necessário ampliar a compreensão de semelhança nesse contexto, pois em certo sentido dizer que algo se assemelha a outro algo é um tanto arbitrário, uma vez que não existem limites que validem ou não os critérios de semelhança.

Segundo alguns autores (STJERNFELT, 2014; FARIAS, QUEIROZ, 2017) foi no *Syllabus* (1903) que Peirce superou as fragilidades do ícone, no qual elucidou a diferença entre ícone como Primeiridade, da natureza de uma possibilidade e diagramas como ícones atualizados, sobretudo também ao introduzir a contribuição operacional deste segundo. Nessa linha, Farias e Queiroz (2017) explicitam as classificações em torno do ícone, desbravando também o diagrama.

Podemos dizer que, em termos estritos, um “ícone puro” é apenas uma possibilidade lógica. Signos icônicos, ou hipoícones, por outro lado, são ícones instanciados, participando de relações existentes, devido a algum tipo de semelhança que possuem com seus objetos. Neste contexto, diagramas podem ser definidos como hipoícones cuja semelhança com seu objeto baseia-se em uma semelhança estrutural. Se ícones são relações de “semelhança”, um “diagrama” é um ícone instanciado das relações entre as partes de seu objeto. Os diagramas se diferenciam das “imagens”, que são ícones instanciados de qualidades imediatas, aparentes, ou superficiais, e das “metáforas”, que são ícones de hábitos de interpretação, ou de leis gerais. (FARIAS, QUEIROZ, 2017, p.55).

O signo icônico não apenas apresenta qualidades do seu objeto, mas ele é também “o único signo que, por sua contemplação, se pode aprender mais do que se enganar, em sua construção (STJERNFELT, 2014, p.47).

Antes e durante a produção dos curtas-metragens os estudantes trabalharam com o signo Aula H [Humano + Ferramentas] de modo a sistematizar as informações a respeito da

Análise Conformacional, no caso da aula, para a molécula de etano e seguiram a linha de raciocínio adotada pela professora para produção do vídeo para a molécula de propano.

Queremos destacar dois pontos, primeiro referente ao modo de semelhança entre o signo Aula H e o signo Curta-metragem e segundo, o quanto o estudante trabalhou o signo Aula H para produzir o vídeo (outro signo) sobre a Análise Conformacional para uma molécula diferente da tratada em sala de aula.

A iconicidade entre o signo Aula H e o signo Curta-metragem se enquadra na noção de diagrama uma vez que “muitos diagramas não se assemelham, de modo algum, com seus objetos, quanto à aparência; a semelhança entre eles consiste apenas quanto à relação entre suas partes” (PEIRCE, 1977, p.64). Embora vários elementos da Aula H sejam perceptíveis na composição dos vídeos dos estudantes, a semelhança entre a Aula H e os curtas-metragens se encontram na esfera da relação entre as partes, isto é, amparada numa relação estrutural diagramática.

Os estudantes não tentaram elaborar uma aula sobre Análise Conformacional, mas orientados pela professora articularam fundamentos desenvolvidos na aula, os quais subsidiaram a composição do material audiovisual. As relações possíveis entre o signo Aula H e o signo Curta-metragem aponta para pelo menos duas questões pertinentes: a primeira que o signo Curta-metragem apresenta aspectos do signo Aula H, ou seja, relações que nos permite estabelecer esse diálogo analítico semiótico descortinado ao longo deste capítulo; e a segunda se deve ao fato do curta-metragem não agir como uma cópia mais aproximada da Aula H, ou seja, um signo que apresente mais elementos do seu próprio objeto. Pois, essa distância entre o signo e o objeto, nos parece interessante para problematizarmos as semioses no processo de construção do próprio vídeo.

O diagrama, é um tipo de signo das relações e essas relações são estabelecidas também por meio de índices para referenciar e, principalmente, através de símbolos para generalizar. Portanto, analisar um signo na perspectiva diagramática perpassa por desbravar o hibridismo icônico, indicial e simbólico nas relações racionais do signo com seu objeto.

Para prosseguimento da análise semiótica dos curtas-metragens escolhemos estabelecer um diálogo com a teoria peirceana conforme a sequência dos temas do Quadro 18. Esta análise semiótica privilegiará relações entre as classes sínicas peirceanas com o material audiovisual a partir da sistematização destes em temas (Quadro 18), que por sua vez foram agrupados em blocos de análise.

Essa escolha metodológica é factível e necessária nesse momento, por duas razões. A primeira refere-se ao alcance da análise semiótica, considerando que o signo, o objeto e o

interpretante foram delineados, o que confere viabilidade para a análise. A segunda que, estamos trabalhando com um material amplo, dez curtas-metragens, esse formato metodológico possibilita um mapeamento semiótico mais sistemático dos curtas, por privilegiar também a cronologia dos temas, os quais atravessam as produções. A organização dos temas em blocos será trabalhada na seção seguinte.

7.4.3 Análise semiótica: a sistematização dos temas do Quadro 18 em blocos

O Quadro 23 apresenta os nove temas do Quadro 18 organizados em cinco blocos. Essa organização, a posteriori, procurou considerar a relação de similaridade entre os temas, favorecendo uma análise semiótica mais contínua. Entendemos que a organização em blocos reduz a fragmentação dos temas corroborando para o estabelecimento de relações entre os temas afins, além do aspecto da continuidade da análise.

Quadro 23 - Temas do Quadro 18 organizados em blocos

	Temas do Quadro 18	Blocos
1	Explicita quais carbonos serão analisados (fala e/ou gestual).	Bloco 1 - Regras implícitas da Análise Conformacional
2	Explicita o ângulo de rotação (fala e/ou gestual).	
3	Posicionamento do observador.	
4	Mostra na ferramenta material as conformações alternadas e eclipsadas (fala e /ou gestual).	Bloco 2 - A ação da ferramenta material
5	Explicita a relação entre energia, estabilidade e conformações (fala e/ou gestual).	Bloco 3 - Conceitos que atravessam a Análise Conformacional
6	Explica a relação entre energia, conformações e nuvem eletrônica, repulsão e estabilidade (fala e/ou gestual).	
7	Mostra e explica o gráfico de energia (fala, gestual, gráfica).	Bloco 4 - Outras referências para o signo Análise conformacional da molécula de propano
8	Mostra a projeção de Newman na lousa (fala, gestual, gráfica).	
9	Explicita a representação no contexto do curta-metragem (fala e/ou gestual).	Bloco 5 - A Representação

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Bloco 1 composto pelos temas 1, 2 e 3 trata das regras implícitas da Análise Conformacional, essas regras embora por vezes implícitas nos curtas, foram identificadas como fundamentais para a construção do material audiovisual. O Bloco 2 contempla apenas o tema 4, uma vez que a manipulação da ferramenta material ao longo dos curtas assumiu um

espaço central, justificando sua análise num bloco único. O Bloco 3, admite os temas 5 e 6, os quais estão imbricados com noções de ordem conceitual, como energia, estabilidade estrutural e distribuição de carga, em torno da Análise Conformacional. O Bloco 4, por sua vez contempla os temas 7 e 8, e este caracteriza-se por dar destaque a outros modos sógnicos para a Análise Conformacional da molécula de propano. Por fim, o Bloco 5, trata somente do tema 9 a explicitação da noção de Representação. Este diferente do Bloco 3, com um único tema também, não assumiu centralidade nos curtas, embora visualizamos, pela teoria dos signos de Peirce, que a Representação atravessa, fundamenta os curtas, o que implica também um olhar analítico específico.

7.4.3.1 Análise semiótica: Bloco 1- Regras implícitas na Análise Conformacional

Frederik Stjernfelt (2014) explica uma diferenciação na composição do diagrama que vai nos auxiliar a compreender aspectos dos curtas-metragens. O autor analisa uma passagem²² de Peirce com vistas a dissecar elementos do processo de interpretação diagramática. Dentre os aspectos da análise de Frederik, ele dissocia a ideia de diagrama puro, o qual é construído por relações racionais e também aquilo que o diagrama pode lançar mão para significar, como símbolos ou para referir como índices. Neste caso, o diagrama racional forma um tipo, o qual depende de um conjunto de regras (símbolos), explícitas ou implícitas, selecionadas para governar sua tipicidade.

Dessa maneira compreendemos que as regras enquanto aspectos simbólicos estão por vezes implícitas nos diagramas, embora façam parte da sua composição. A noção de regras implícitas e explícitas em um diagrama são importantes na nossa análise, uma vez que, aqui não estamos buscando extrair informações desconhecidas por um possível interpretante do diagrama curta-metragem, no geral, assim como destina-se, por exemplo, o uso de um mapa. Procuramos compreender as regras e conceitos que os estudantes utilizaram na composição destes diagramas na perspectiva da avaliação e da aprendizagem.

Vamos nomear como regras implícitas aquelas que os estudantes usaram, seja por meio da fala, dos gestos, das representações gráficas, mas não explicaram o porquê de tal regra. Em contrapartida, chamaremos de regras explícitas aquelas que os estudantes usaram e também procuraram justificar o seu uso.

²² “[...] um dos esboços para o ‘Prolegomena to an Apology for Pragmaticism’, de 1906. O trabalho em questão é o número 293 do catálogo de Robin (1967), conhecido como ‘PAP’.” (STJERNFELT, 2014, p.51).

De antemão precisamos apontar que muitas regras e convenções que estão implícitas nos curtas-metragens antecederam ao estudo da Análise Conformacional, como por exemplo a noção de ligação química, geometria tetraédrica, ângulo de ligação, dentre outras. No geral essas regras e conceitos não serão explicitadas na análise.

Dessa maneira, as regras implícitas empregadas pelos estudantes são as que foram trabalhadas pela professora de modo específico no Evento 6, da Aula H: o ângulo de rotação de 60°, a necessidade de fixar um carbono para estabelecer um parâmetro de giro e por fim o posicionamento do observador que pode ser de frente para a molécula ou de trás da molécula, em relação a ligação do tipo carbono-carbono analisados. Esse último também foi retomado em mais detalhes no Evento 9 – Técnicas de representação em três dimensões.

Assim, usando a noção do diagrama ícone compreendemos que sem o domínio das regras implícitas os estudantes não conseguiriam minimamente representar uma Análise Conformacional para alguma molécula no formato audiovisual. Essas regras implícitas foram identificadas de algum modo em todos os dez curtas-metragens. A seguir vamos discutir um exemplo por grupo, sobre como essas regras apareceram, referindo-se aos temas 1 e 2 do Quadro 18, bem como o modo, seja pela fala ou movimento com as mãos em torno da ferramenta material e a transcrição da fala do estudante, a partir do curta-metragem no formato de episódio.

Quadro 24 - Análise diagramática dos temas 1 e 2

	Temas	Modo	Transcrição
Grupo A Curta 6	Tema 1: Carbonos analisados	Apontamento com as mãos.	–
	Tema 2: ângulo de rotação	Movimento na FM ²³ .	–
Grupo B Curta 3	Tema 1: Carbonos analisados	Apontamento com as mãos.	S.1 [...], onde a metila vai estar para cima analisando o carbono dois e três.
	Tema 2: ângulo de rotação	Movimento na FM.	S.3 E aí fazendo uma rotação de 60° tem a conformação eclipsada, [...]
Grupo C Curta 1	Tema 1: Carbonos analisados	Apontamento com as mãos.	S.1 Eu vou mostrar agora a análise conformacional entre os carbonos dois e três.
	Tema 2: ângulo de rotação	Movimento na FM.	S.5 Agora girando em 60° ela fica assim, e essa é uma conformação eclipsada.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

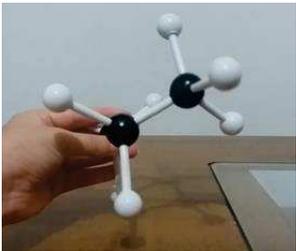
²³ FM neste caso refere-se a ferramenta material modelo molecular bola e vareta.

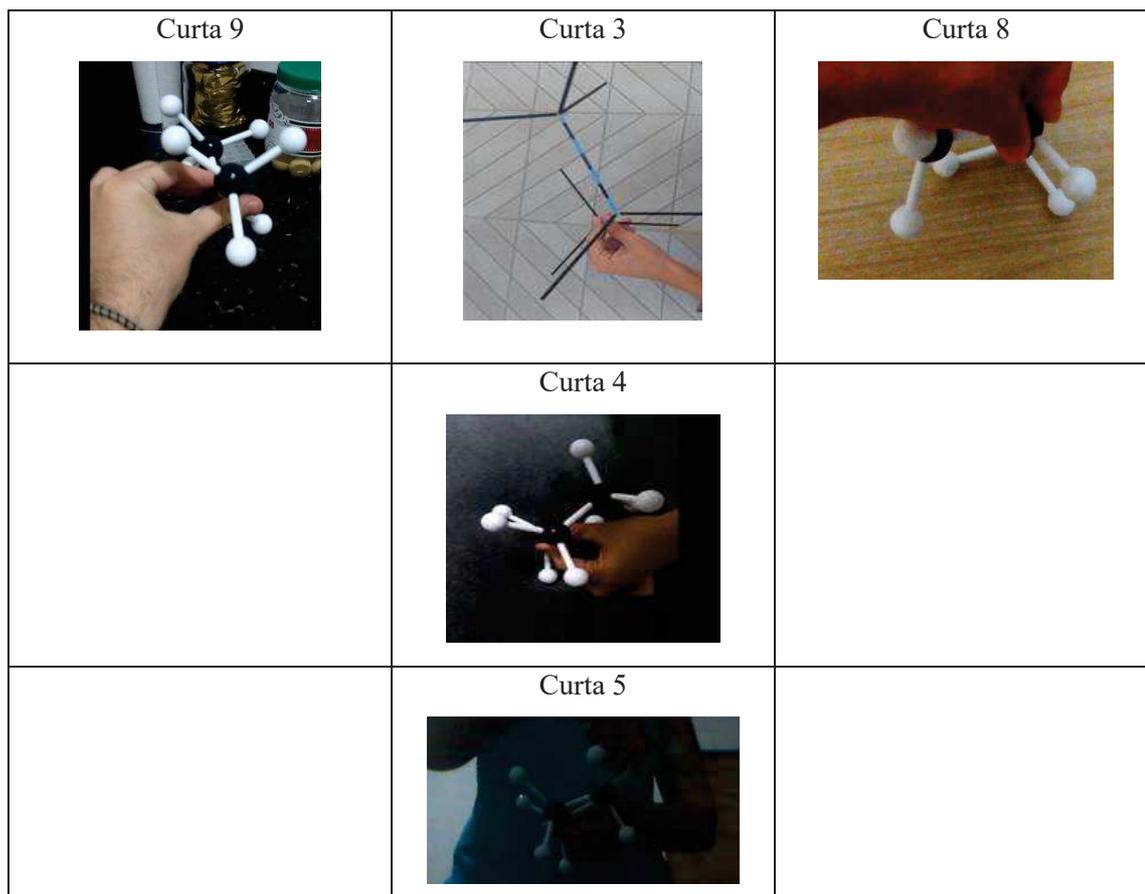
Como podemos observar no Quadro 24, os estudantes (Curtas 3 e 1) mencionaram quais carbonos seriam analisados e citaram o ângulo de rotação, além também do emprego dos gestos para tais ações (Curtas 6, 3 e 1), contudo não explicaram o porquê dessas regras. O que habilita o símbolo a funcionar como signo é o seu caráter acentuado de ser portador de uma lei de representação (SANTAELLA, 1983), ou seja, atua de modo geral. Assim, o emprego dos temas 1 e 2 caracterizam o poder simbólico, uma vez que, para cada molécula analisada será delimitado os dois carbonos subsequentes que participarão dos giros, sendo um fixo e o outro movimentado e do mesmo modo o ângulo de 60° também será replicado.

Esse apelo simbólico converge para a noção de diagrama tipo, onde regras manifestam-se em escolhas a depender do contexto de uso. Essas regras são faces dessa lei de representação, a qual pertence o signo Análise Conformacional, neste caso para compostos alifáticos. Adicionalmente, o que justifica os estudantes terem omitido explicações a respeito de tais regras, se deve ao fato de serem necessárias para Análise Conformacional, porém não centrais, o que é coerente também com uma leitura-tipo, onde as regras foram selecionadas para governar sua tipicidade.

O tema 3, a respeito do posicionamento do observador, ainda se insere nesse bloco das regras implícitas. Por outro lado, diferente dos temas 1 e 2. No tema 3 não apareceram falas do tipo ‘eu vou olhar a molécula de frente para a ligação carbono-carbono dos carbonos que serão analisados’, os estudantes simplesmente assumiram determinada posição para a molécula no espaço, que se alinha com a posição do observador na Projeção de Newman. No Quadro 25, apresentamos imagens que exemplificam, por Grupo, a posição do observador nos curtas-metragens.

Quadro 25 - Análise semiótica do tema 3

Grupo A	Grupo B	Grupo C
<p data-bbox="405 1563 499 1592">Curta 6</p> 	<p data-bbox="788 1563 882 1592">Curta 2</p> 	<p data-bbox="1171 1563 1265 1592">Curta 1</p> 



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Aula H a professora buscou construir com os estudantes a importância da posição do observador para a Projeção de Newman, uma vez que, essa representação é intencionalmente dependente de um observador definido para sua realização (ARAÚJO NETO, 2009). Ao que parece, nos vídeos, todos os estudantes assumiram esse lugar do observador, que perpassa pela visualização, ou seja, reconhecer a posição daqueles ‘átomos’, com vistas à próxima etapa da Análise Conformacional em si, as rotações para representar as posições relativas dos substituintes do carbono de trás e do carbono da frente, os quais indicam a ligação química que está alinhada à direção do olhar do observador e formará os confôrmeros alternados e eclipsados.

Embora seja limitado representar de modo estático imagens em movimento, é possível constatar pelas posições das mãos, bem como da posição da ferramenta material, que todos os estudantes posicionaram a câmera, que no caso está no lugar do observador, alinhado com os carbonos que fazem parte da análise. Os demais curtas também seguiram essa mesma linha. No geral, em conformidade com o trabalho da professora os estudantes apostaram na linguagem visual, principalmente, por meio da ferramenta material, uma vez que, não foi

oralizado, mas todos comunicaram a posição da ferramenta material, modelo bola e vareta, em relação ao observador.

Assim, o Bloco 1, regras implícitas, funcionou como uma espécie de preparação para a Análise Conformacional, marcado pelo uso de regras que configuram o diagrama tipo, além também de apontar para as diferentes os diferentes modos semióticos sígnicas.

7.4.3.2 Análise semiótica: Bloco 2- A ação da ferramenta material

O próximo tema do Quadro 18, o tema 4, trata do manuseio pelos estudantes da ferramenta material para representar as conformações alternadas e eclipsadas. Esse manuseio da ferramenta com vistas a compreender as rotações que originam as conformações alternadas e eclipsadas foi amplamente trabalhado na sala de aula. Essa ênfase dada pela professora pode ser observada nos curtas-metragens também. Embora cada estudante tenha trazido aspectos diferentes da Análise Conformacional no decorrer do vídeo, a manipulação da ferramenta em torno das conformações consistiu no eixo central de todos os curtas.

Uma questão que nos atravessa nesse momento passa por entendermos o porquê da insistência na manipulação da ferramenta material no estudo na Análise Conformacional nesse contexto de ensino? A partir disso vamos articular o signo inicial, a Aula H, com a análise das conformações alternadas e eclipsadas nos curtas-metragens fundamentado no diagrama ícone como o interpretante de um símbolo. Os autores Frederik Stjernfelt (2014) e Noth (2018) fazem essa leitura em contextos diferentes, a qual será explanada aqui e desenvolvida na ótica do nosso estudo.

Na análise da Aula H, especificamente na seção 6.2.4, tratamos, destacamos o momento da aula onde os estudantes mediados pela professora foram trabalhando com signos altamente simbólicos, mas com interpretantes icônicos. Essa natureza distinta da classe sígnica é o que justamente alimenta a operalização diagramática.

Como dito, o manuseio da ferramenta material com a indicação das conformações alternadas e eclipsadas foi central nos curtas-metragens. A professora conseguiu, ao que parece, convencer os estudantes do argumento de que fazer esse exercício potencializa a compreensão da representação gráfica, ou seja, favorece o câmbio representativo entre uma representação material, em três dimensões, para uma representação em duas dimensões, no plano. Agora, queremos compreender pelas noções diagramáticas quais semioses ocorreram nesse processo.

Para tal análise, insistimos na condição de que nos curtas-metragens os estudantes manipularam a ferramenta material como signo da molécula de propano (dentro do signo central curta-metragem), na perspectiva de um ícone diagrama tipo, onde um conjunto de convenções, explícitas ou implícitas já haviam sido selecionadas para governar sua tipicidade (STJERNFELT, 2014). Portanto, o foco agora direciona para as conformações alternadas e eclipsadas. Aqui, diferente dos temas 1, 2 e 3 a maioria dos estudantes não só mostrou as conformações como também explicou seu significado e suas implicações para o comportamento da molécula (temas 5 e 6). Somente o Grupo A mostrou na ferramenta material as conformações alternadas e eclipsadas. Assim, as regras a partir do tema 3 deixam o aspecto implícito e assumem um caráter explícito.

Peirce (1977) é incisivo ao afirmar que uma fórmula algébrica é um ícone, considerando as regras de comutação, associação e distribuição dos símbolos. Para compreender Peirce, Noth (2018) explica que quando o autor escreveu “uma verdade matemática deriva da observação de nossas próprias criações, imaginação visual, que podemos colocar no papel na forma de diagramas” (PEIRCE apud Noth 2018 p.23, tradução nossa), ele não descrevia um signo icônico, descrevia sim o interpretante de um signo simbólico. Na noção diagramática, enquanto o signo tem a forma de um símbolo, seu interpretante é um ícone. Portanto, a construção de um diagrama é resultante da substituição do interpretante inicial de um símbolo por um ícone mais preciso e racionalmente elaborado (STJERNFELT, 2014, p. 58). Ainda na esfera matemática, Peirce exemplifica a questão da iconicidade:

Por exemplo, sejam $f [1]$ e $f [2]$ as duas distâncias dos dois focos de uma lente da outra lente. Então, $1 / f [1] + 1 / f [2] = 1 / f [o]$. Esta equação é um diagrama da forma da relação entre as duas distâncias focais e a distância focal principal; e as convenções da álgebra (e todos os diagramas, ou melhor, todas as imagens, dependem de convenções) em conjunto com a escrita da equação, estabelece uma relação entre as próprias letras $f [1]$, $f [2]$, $f [o]$, independentemente de seu significado, a forma cuja relação é a mesma que a forma da relação entre as três distâncias focais que essas letras denotam. (PEIRCE, apud NOTH, 2018, p.23, tradução nossa).

Nesse exemplo, fica nítido como uma equação matemática, um diagrama, que trata da distância de objetos e imagens de uma lente, interpreta o símbolo como um ícone da forma das relações de equivalência entre essas distâncias (NOTH, 2018). Queremos empregar essa ilustração de Peirce, discutida por Noth, para analisarmos a ferramenta material nas mãos dos estudantes, como representante da molécula de propano para tratar das conformações alternadas e eclipsadas no decorrer do curta-metragem.

Assim como na álgebra, os estudantes lidaram com regras na Análise Conformacional, e essas regras se manifestaram até no modo como os estudantes, no geral, seguraram a ferramenta, com uma mão fixando um dos carbonos e a outra no outro carbono provocando a rotação. De posse das regras, na matemática iniciam-se os cálculos, nos curtas as rotações.

A ferramenta material, modelo bola e vareta, é um diagrama por manter com seu objeto, um ente químico, uma analogia entre as partes de cada um. Essa relação entre as partes auxiliada pelas regras convencionadas possibilitou ao estudante a operacionalização desse ícone e “outras verdades relativas a seu objeto podem ser descobertas além das que bastam para determinar sua construção” (PEIRCE, 1977, p. 65). Nesse momento, podemos direcionar o olhar para os confôrmeros, pois a partir da rotação, ou seja, do manuseio do ícone, o estudante conseguiu dizer sobre o tipo de conformação formada. Eclipsada, na qual átomos de hidrogênio ficam eclipsados com um daqueles do carbono vicinal. Alternada, quando estes mesmos átomos assumem posições alternadas um em relação ao outro. Assim como na equação algébrica, que por meio dos cálculos consegue-se prever as distâncias, como no caso das lentes, aqui, materializado nos curtas-metragens, os estudantes conseguem, ao manipularem a ferramenta material, situar os átomos no arranjo espacial, a partir da rotação da ligação carbono-carbono, e identificar as conformações, numa relação com o objeto, ente químico molécula de propano.

Uma das grandes dificuldades dos estudantes em termos das habilidades espaciais, no Ensino de Química passa pelo movimento de rotação, ou seja, esse rotacionar um objeto a partir de eixo definido tendo conseqüentes mudanças das posições relativas no espaço, aqui nosso caso, as conformações alternadas e eclipsadas. É óbvio que essa dificuldade se manifesta, em grande medida, nas representações gráficas, onde esse movimento tático em torno da ferramenta passa a ser operado de forma gráfica, não palpável. Portanto, esse evento curta-metragem não indica apenas que os estudantes compreenderam a visualização dos diferentes confôrmeros a partir das rotações como revelado nos vídeos, mais que isso. Em outros momentos, quando fizerem uso das representações gráficas, de fato simbólicas, terão condições de interpretar esses signos de modo icônico e indicial. Icônico, porque a representação gráfica se assemelha em partes com a representação do tipo bola e vareta, ou seja, uma série de relações poderão emergir. Indicial, porque de fato se estabelece conexão com a realidade, com a experiência.

Nos curtas-metragens todos os estudantes mostraram por meio da ferramenta material as conformações alternadas e eclipsadas, portanto, entendemos que nesse quesito todos os estudantes que fizeram o curta conseguiram compreender em alguma medida as leis que

governam esse símbolo em termos das noções de visualização e rotação, de modo que o interpretante, no caso aqui, o resultado do processo, o signo curta-metragem, pudesse ser interpretado como um ícone.

As semioses ocorridas no processo de manipulação da ferramenta material com vistas a prever as conformações alternadas e eclipsadas estão ancoradas no interpretante icônico para um signo de caráter predominantemente simbólico. O ganho para o aprendiz não termina na possibilidade de visualizar as diferentes conformações a partir das rotações, outros aspectos como a dinamicidade e o tempo também podem ser mais explorados. Sobre esses aspectos Araujo Neto (2009) comenta que:

O ente químico possui características dinâmicas, compreendendo movimento, rearranjo e outras modificações com diferentes implicações para sua identidade. Esse estado dinâmico é o que permite ao ente acontecer. Toda conexão, toda relação entre coisas remonta a um acontecer temporal e a representação também escolhe um tempo para a realização de suas intenções. Quando escolhemos uma representação escolhemos um tempo de realização do ente, e tais determinações temporais são conduzidas por regras. (ARAUJO NETO, 2009, p. 157).

Uma representação gráfica, como qualquer representação é uma aproximação, uma forma incompleta de acessar o objeto (PEIRCE, 1977). E como salientado na citação, uma limitação da representação gráfica consiste no seu modo estático em duas dimensões para representar um objeto em três dimensões e dinâmico. Adicionalmente, as formas gráficas de representação são seleções temporais, ainda que em muitos momentos se pretendam representar processos dinâmicos, elas dão conta de informar sobre um momento em específico. No caso da Análise Conformacional essas limitações da representação gráfica são problematizadas no contexto de ensino, uma vez que se pretende justamente entender a dinamicidade dos conformêros que vão influenciar o comportamento do ente químico.

Trouxemos características da representação gráfica intencionalmente para um exercício de comparação com a ferramenta material, uma vez que são modos representativos, no nosso caso, para acessar o ente químico, molécula de propano. Entendemos que, possivelmente, os aspectos temporal e dinâmico que não são apreendidos pela representação gráfica, justamente impulsionaram a centralidade da ferramenta material na sala de aula. Nesse sentido, a dinamicidade e a superação, em alguma medida, da limitação temporal valorizam o emprego da ferramenta material no estudo da Análise Conformacional, não no sentido de substituir a representação gráfica, mas de modo a proporcionar a manipulação de um signo proeminente em iconicidade (diagrama), como meio de preparar os estudantes para lidarem com um signo simbólico (a representação gráfica), mas numa perspectiva de gerar

interpretantes, por sua vez, icônicos. As ferramentas materiais de alguma maneira, são situadas para conferir validação, bem como auxiliar na natureza representativa de ferramentas gráficas. Desse modo, os esforços convergem para a elucidação das ferramentas gráficas. (ARAUJO NETO, 2009).

Diferente da representação no papel onde o aspecto dinâmico não é diretamente contemplado e o recorte temporal fica definido, na representação via ferramenta material, em específico, no formato audiovisual, os estudantes, participantes também na construção sógnica, conseguiram imprimir no processo representativo a superação da limitação temporal, bem como experienciar o aspecto dinâmico, central no estudo de entes químicos. Vale ressaltar que essas aproximações se deram no ambiente diagramático numa relação de analogia com o objeto. Assim, compreendemos que o caminho construído pela professora na Aula H, bem como delineado pelos estudantes nos curtas-metragens evidenciaram essa possibilidade de semiose, onde cada vez mais são elaborados signos mais precisos e racionalmente elaborados para acessar o objeto, entes químicos no que tange suas conformações.

Por outro lado, em alguma medida, a maioria dos estudantes reconheceram indiretamente os limites da ferramenta material para representar tratar da Análise Conformacional, pois com exceção do Grupo A, os demais Grupos usaram de outros signos para potencializar a produção de sentido do signo curta-metragem, o que será tratado na próxima seção.

7.4.3.3 Análise semiótica: Bloco 3 - Conceitos que atravessam a Análise Conformacional

Prosseguindo na análise semiótica dos curtas, chegamos nos temas 5 e 6 do Quadro 18. O tema 5 se refere a implicações de ordem energética, estabilidade e o tema 6 abarcou também repulsão e nuvem eletrônica. Esses temas foram marcados por explicações orais, alguns gestos e, principalmente, a manipulação da ferramenta material nas conformações alternadas e eclipsadas.

Vamos retomar a função da ferramenta material como representação no contexto da Análise Conformacional. Kaczmarek traz uma definição para “representar”, que dialoga com a de Peirce, e pode ser esclarecedora acerca da ferramenta material enquanto signo da molécula de propano nos curtas-metragens. Segundo o autor representar é:

apresentar algo por meio de algo materialmente distinto de acordo com regras exatas, nas quais certas características ou estruturas do que é representado devem ser expressas, acentuadas ou tornadas compreensíveis

pelo tipo de apresentação, enquanto outras devem ser conscientemente suprimidas. (KACZMARECK apud SANTAELLA, 2001, p. 187).

A ferramenta material empregada pela professora e pelos estudantes nos curtas é materialmente distinta daquilo que representa. Funciona como signo por meio da analogia entre as posições das ligações entre átomos de carbono e hidrogênio, bem como por apresentar a disposição no espaço dos átomos que formam no caso a molécula de propano. Outros aspectos ficam implícitos nessa representação, embora estejam convencionados. Esse tipo de ferramenta material é usada em outros contextos de aulas de Química Orgânica. Para situações de ensino sobre Análise Conformacional, as funções implícitas da ferramenta estão colocadas, por exemplo, na necessidade de movimentar a ferramenta de modo a expressar os diferentes confôrmeros. Aqui sob o ponto de vista trazido por Kaczmarek, entendemos que essa consciência do suprimento de informações impulsionou os estudantes a empregarem outros modos semióticos para fazer com que aquele signo tenha um maior significado. A ferramenta se estabelece como indutora de ações, ela é um nicho de potencialidades de representação. Um artefato semiótico com formas latentes de representação que aguardam pela extensão humana para sua realização.

Nos curtas-metragens, os temas 5 e 6 foram apresentados pelos estudantes através da narrativa oral, com palavras. Não foram usadas legendas. As palavras, sejam escritas ou faladas, são símbolos, uma vez que para se manifestar usam-se de réplicas pautadas em leis. Santaella (1983) direciona o conceito de símbolo para seu caráter triádico, o qual envolve também aspectos icônicos e indiciais.

Daí que os símbolos sejam signos triádicos genuínos, pois produzirão como interpretante um outro tipo geral ou interpretante em si que, para ser interpretado, exigirá um outro signo, e assim *ad infinitum*. Símbolos crescem e se disseminam, mas eles trazem, embutidos em si, caracteres icônicos e indiciais. O que seria de uma frase, por exemplo, sem o diagrama sintático, ordem das palavras, padrão de sua estrutura, isto é, justamente seu caráter icônico que nos leva a compreendê-la? O que seria de uma frase, sem índices de referências? Esses caracteres, contudo, estão embutidos no símbolo, pois o que lhe dá o poder de funcionar como signo é o fato proeminente de que ele é portador de uma lei de representação. (SANTAELLA, 1983, p.15).

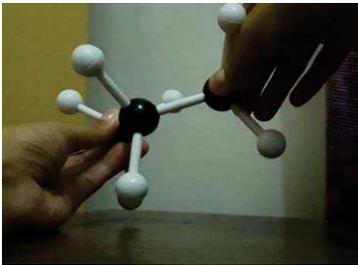
O símbolo, para funcionar como signo, necessita das demais manifestações sígnicas, uma vez que por sua natureza, não pode por si só se conectar ao objeto (NOTH, 2018). Ele necessariamente é acompanhado por índices para referenciar, e de ícones para significar. Portanto, Peirce descreve um símbolo, como um substantivo comum, o qual requer ícones e índices para se tornar inteligível ao interpretante. Outro aspecto apontado por Santaella e

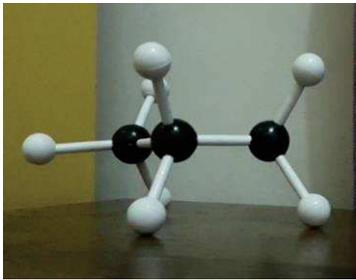
central do símbolo, é sua capacidade de gerar novos signos. A Aula H, enquanto signo, gerou, pelo menos, outros dez novos signos, os curtas-metragens analisados aqui.

Assim, para representar a Análise Conformacional para a molécula de propano os estudantes além da representação material, conjugada com os movimentos em torno da ferramenta utilizaram também explicações orais para potencializar a produção de sentido deste signo. Para isso, lançaram mão também de diversos conceitos como nuvem eletrônica, repulsão, estabilidade e energia.

O tema 5 denominado “O estudante explicita a relação entre energia, estabilidade e conformações”, caracterizou-se pelo estabelecimento de uma relação entre as conformações alternadas como sendo de menor energia, logo mais estáveis, e em contrapartida a relação entre as conformações eclipsadas sendo de maior energia, logo menos estáveis. Todos os estudantes dos Grupos B e C estabeleceram essas relações. O tema 6, denominado “O estudante explica a relação entre energia, estabilidade, conformações, nuvem eletrônica e repulsão”, além de contemplarem os aspectos do tema 5, os estudantes também explicaram o porquê de tais características lançando mão de outros conceitos, tais como nuvem eletrônica e repulsão. Os dois curtas do Grupo C trouxeram esses aspectos, sendo que no Curta 8 não foi empregado o termo nuvem eletrônico. No grupo B os Curtas 2,3 e 7 trouxeram também essas explicações. A seguir exemplificamos por meio do curta 10, como delimitamos o tema 5 e o tema 6 não foi contemplado (Quadro 26).

Quadro 26 - Análise diagramática temas 4 - Fragmento do Curta-metragem 10: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
7	<p>10. Quando passamos da conformação alternada para a conformação eclipsada e vice e versa existe uma diferença de energia.</p> <p>11. Na conformação alternada a energia é mais baixa e as conformações eclipsadas são mais energéticas, deixando a molécula menos estável em determinados momentos.</p>	<p>Rotaciona a molécula no momento em que fala “conformação alternada para conformação eclipsada”.</p> <p>Na sequência quando fala conformação alternada volta a rotação para a posição alternada. E quando fala conformação eclipsada rotaciona novamente para a</p>	

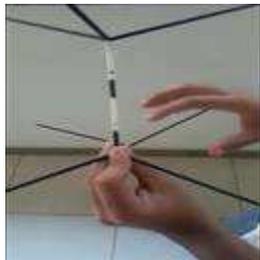
		forma eclipsada.	
8	<p>12. Com isso para ir da conformação alternada para a conformação eclipsada necessita-se de energia. E da eclipsada para a alternada é ao contrário, acontece a diminuição de energia.</p> <p>13. Então as conformações alternadas elas são mais estáveis do que as conformações eclipsadas.</p>	<p>Novamente ao se referir às conformações alteradas e eclipsadas manipula a ferramenta material com o respectivo giro para formar determinada conformação da fala.</p> <p>Finaliza com a ferramenta material sobre a superfície.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No fragmento do Curta-metragem 10, Quadro 26, a estudante mostra as conformações alternadas e eclipsadas na ferramenta material e a partir do Segmento de turno 7 traz informações sobre a relação energia, conformações e estabilidade. Contudo, ela não contempla aspectos do tema 6, que busca explicar o porquê dessa variação de energia entre as conformações alternadas e eclipsadas, empregando conceitos tais como nuvem eletrônica e repulsão.

Os dois próximos fragmentos de episódios contemplam também o tema 6, sendo o Curta 1 (Quadro 27) do Grupo C e o Curta 7 (Quadro 28) do Grupo B.

Quadro 27 - Análise diagramática temas 5 e 6 - Fragmento do Curta-metragem 1: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
2	<p>3. Para Análise Conformacional primeiro a gente coloca na parte alternada, onde fica essa parte para cá e aqui os hidrogênios alternam.</p> <p>4. Essa fase alternada é de menor energia e ela é considerada mais estável. Isso porque as nuvens de elétrons têm pouca repulsão entre elas.</p>	<p>O aluno vai explicando e apontando na representação. A sua mão aberta na imagem mostra as posições das nuvens eletrônicas.</p>	

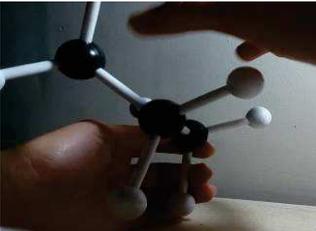
3	<p>5. Agora girando em 60° ela fica assim, e essa é uma conformação eclipsada.</p> <p>6. Nas conformações eclipsadas tem maior contato uma com a outra e aí é uma posição de maior energia, porém, ela é mais instável por causa da repulsão.</p>	<p>O aluno faz o giro de 60° para mudar a conformação.</p>	
---	---	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O estudante do Curta 1 (Quadro 27), no Segmento de turno 2, turno 4 explica a estabilidade da conformação alternada usando o termo ‘nuvem de elétrons’, bem como repulsão. No Segmento de turno 3, turno 6 explica a menor estabilidade da conformação eclipsada usando as mesmas noções anteriores.

Quadro 28 - Análise diagramática temas 4 e 5 - Fragmento do Curta-metragem 7: Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
2	<p>6. Dando um giro de 60° nós temos a conformação eclipsada.</p> <p>7. Na conformação eclipsada nós podemos ver que há uma aproximação das nuvens eletrônicas da metila e do hidrogênio, o que pode causar uma repulsão dessas nuvens, ou seja essa conformação ela é menos estável e mais energética por conta dessa aproximação das nuvens eletrônicas.</p>	<p>A estudante faz o giro segurando com uma mão o carbono de trás e rotaciona com a outra mão o carbono do meio.</p> <p>Não somente mostra as ‘nuvens eletrônicas próximas’ nesta conformação, como também provoca com os dedos uma aproximação entre os hidrogênios.</p>	
3	<p>8. Dando mais um giro de 60° nós temos uma conformação alternada, onde nós podemos ver os hidrogênios do carbono de trás mais os hidrogênios do carbono da frente e a metila.</p>	<p>Faz o giro seguindo a mesma estratégia anterior e mostra com os dedos os hidrogênios e a metila.</p>	

4	9. Mais um giro de 60° nós podemos ter a forma novamente eclipsada, que eu tenho a aproximação das nuvens eletrônicas o que torna essa conformação mais energética e menos estável.	Faz o giro para a conformação eclipsada seguindo a mesma estratégia anterior e mostra com os dedos a aproximação das nuvens eletrônicas.	
5	10. Dando um giro de mais 60° nós temos a conformação alternada, que eu me esqueci de falar que ela é menos energética e mais estável, porque eu tenho as nuvens eletrônicas da metila, do hidrogênio e dos hidrogênios mais separadas.	Novamente faz o giro e mostra com a mão como os hidrogênios e metila estão mais distantes nesta conformação em relação a conformação eclipsada.	
6	11. Aí mais um giro de 60° eu tenho a forma eclipsada que é quando tem aproximação das nuvens eletrônicas da metila e do hidrogênio.	Faz o giro novamente e mostra com a mão a aproximação das nuvens eletrônicas.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como podemos observar nos fragmentos de episódio nos Quadros 27 e 28 a estudante do Curta 7 explica de modo similar ao estudante do Curta 1.

As explicações elaboradas pelos estudantes, principalmente, que abrangem o tema 6 (Curtas 2, 3, 7, 1 e 10) agem simbolicamente em relação a noção de ‘nuvem eletrônica’, uma vez que diferente do aspecto tetraédrico que estabelece uma relação de iconicidade com a molécula de propano, a nuvem eletrônica não emerge na representação e ainda que o estudante use a expressão “nós podemos ver que há uma aproximação das nuvens eletrônicas da metila”, essa compreensão é inteiramente conceitual, considerando que existe um certo condicionamento que habilita o estudante, como parte do signo a empregar o conceito de nuvem eletrônica naquele contexto, portanto a relação nuvem eletrônica com repulsão precisa ser tomada pelo estudante no seu caráter simbólico.

Noth (2018) destaca também uma característica importante dos símbolos, fazer extrapolações segundo uma regra, ou conjunto de regras.

A distinção entre o símbolo como legisigno e como réplica explica a diferença entre o símbolo como uma regra geral abstrata sem qualquer

incorporação e seu uso incorporado em uma determinada instância. Apenas o último, o símbolo transmitido de um falante para um ouvinte, é interpretado. No processo de interpretação, ele está conectado indexicamente ao horizonte de conhecimento do ouvinte, de modo que se torne um índice para o interpretante. Os atributos que o ouvinte é capaz de associar ao objeto de referência são ícones, predicados que descrevem como é o objeto. (NOTH, 2018, p.24, tradução nossa).

Podemos perceber como os símbolos agem em cooperação com os índices ao estabelecer conexões com as propriedades do objeto, bem como com os ícones ao caracterizar o objeto por semelhança. Portanto, o emprego do termo nuvem eletrônica nesse contexto diz sobre uma conexão indexical atrelada a experiência colateral do estudante que emerge no signo, bem como as relações icônicas estabelecidas com a ferramenta material enquanto representação estrutural da molécula de propano.

Retomando os temas 5 e 6 na Aula H, a professora elucidou com os estudantes a explicação para a Análise Conformacional, no Evento 8, na qual concluiu com a fala “[...] esse movimento que a molécula faz causada pela repulsão das nuvens eletrônicas ele tem um nome, é chamado de tensão torsional. A tensão torsional é um movimento causado pela tensão das nuvens eletrônicas”. (AULA-H-29-09-2016-E-8-professora). Neste caso, a professora empregou conceitos já familiares para os estudantes de Química Orgânica como repulsão, nuvem eletrônica, rotação, estabilidade dentre outros, para trazer um conceito novo, a tensão torsional. Observamos que embora, conforme discutido aqui, os estudantes tenham empregado a ideia de tensão torsional para explicar as conformações alternadas e eclipsadas na molécula de propano, em nenhum curta-metragem apareceu o termo tensão torsional.

Entendemos que a inibição deste termo seja mais uma influência do signo Aula H na semiose do signo curta-metragem, uma vez que, embora a professora tenha formalizado este conceito na aula, ele também não assumiu destaque ao longo da aula, pois foi empregado somente no Evento 8. Portanto, a partir da análise dos curtas-metragens podemos inferir que os estudantes se apropriaram em alguma medida da ideia de tensão torsional, contudo esse não assumiu prioridade ao ponto de ser mencionado na Análise Conformacional dos estudantes nos curtas-metragens.

7.4.3.4 Análise semiótica: Bloco 4 - Outras referências do signo Análise Conformacional da molécula de propano

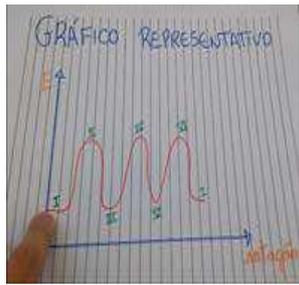
Os estudantes do Grupo A (curtas 1 e 8) e três estudantes do Grupo B (curtas 3, 4 e 5) apresentaram também a Análise Conformacional para a molécula de propano no formato de Gráfico de Energia (tema 6).

O Gráfico de Energia é mais um exemplo de signo do tipo diagrama dentro do signo central curta-metragem. Dentro do próprio curta-metragem foram abordadas diferentes faces do objeto por meio das diferentes manifestações sógnicas. A forma de Gráfico, neste estudo Conformacional das moléculas, tem a função de contemplar de modo visual aspectos qualitativos e relacionais das variações energéticas, entre as conformações alternadas e eclipsadas. A partir das Projeções de Newman o estudante consegue interpretar as informações graficamente.

Um gráfico tem como características representar e organizar um conjunto de dados na tentativa de facilitar a compreensão das informações, identificar padrões, verificar resultados, ou ainda comparar medidas. Esse modo representativo é predominantemente diagramático, mas regido por símbolos, e emprega um conjunto de regras convencionadas para possibilitar o acesso às informações.

Na Aula H, no Evento 17, a professora a partir das Projeções de Newman representadas na lousa instruiu os estudantes sobre como construir e analisar o Gráfico de Energia. Os estudantes que trouxeram o Gráfico de Energia nos curtas procuraram apresentá-lo como mais um modo de representação para a Análise Conformacional da molécula de propano. No Quadro 29 verificamos dois exemplos (curtas 1 e 3) dessa ocorrência por meio de análises das relações de energia.

Quadro 29 - Análise diagramática tema 7 - Fragmentos dos Curtas-metragens 3 e 1: Análise Conformacional do propano

	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
Grupo B Curta 3 S. 5	5. Então, aqui tem o gráfico representativo dessa análise conformacional, onde os pontos de mínimo do gráfico são as conformações alternadas, são menos energéticas e os pontos de máximo as eclipsadas.	Passa para a imagem do gráfico e mostra com os dedos os pontos de máximos e de mínimos.	

<p>Grupo C</p> <p>Curta 1</p> <p>S. 5</p>	<p>13. Aqui a gente mostra o gráfico representativo da rotação da molécula, onde o eixo x é da rotação e varia de 60° e 60°. E aqui é o eixo de energia.</p> <p>14. As partes mais baixas são representadas pelas alternadas e a parte mais alta pela eclipsada, onde aqui é menos estável e aqui mais estável.</p>	<p>O aluno muda o foco da câmera para um gráfico de energia no quadro. Na sequência aponta no gráfico a relação do nível de energia com as conformações vistas anteriormente.</p>	
--	---	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

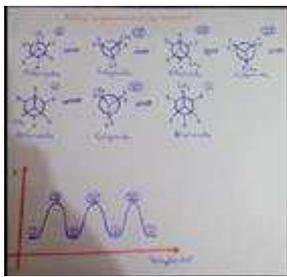
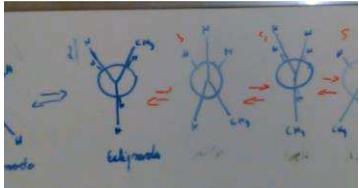
Os estudantes que apresentaram o Gráfico de Energia nos curtas-metragens evidenciaram que compreenderam mais um modo representativo da Análise Conformacional para a molécula de propano. O gráfico, como é característico dos signos simbólicos, evoca o poder de generalização, ou seja, a partir da compressão do Gráfico de Energia para a molécula de propano, os estudantes têm condições de fazer a leitura de Gráficos de Energia para outras moléculas, pois serão governados pelas mesmas regras.

Por outro lado, a ausência da apresentação do signo Gráfico de Energia não evidencia o desconhecimento dos estudantes dessa forma representativa. Mais uma vez podemos recorrer à centralidade que a ferramenta material assumiu nos curtas-metragens, o que pode ter favorecido os outros estudantes inibirem o Gráfico de Energia. Mas, precisamos reconhecer que construir e extrair informações de um Gráfico, exige a manipulação de um ícone diagramático contendo índices e símbolos. Podem ter colaborado para a inibição dessa ferramenta visual outros aspectos como insegurança sobre a compreensão dessa forma signíca, ou mesmo dúvidas a respeito na própria Análise Conformacional.

O tema 8 trata da representação para a molécula de propano com uso da Projeção de Newman na forma gráfica. Embora a professora ao longo da Aula H tenha trazido a ferramenta material para o centro da discussão, havia intencionalidade de construir um percurso que culminasse na representação gráfica, pois esse modo representativo compõe o currículo da disciplina QOI no que tange a Análise Conformacional para moléculas acíclicas. Assim, ao longo da Aula H foi sendo apresentado, discutido e até experimentado com a ferramenta material as noções e fundamentos da Projeção de Newman.

Somente dois curtas-metragens apresentaram também o signo Projeção de Newman na forma gráfica para a molécula em estudo. Do Grupo B: o Curta-metragem 4; e do Grupo C: o Curta-metragem 8, conforme apresentado no Quadro 30.

Quadro 30 - Análise diagramática tema 8 - Fragmentos dos Curtas-metragens 4 e 8: Análise Conformacional do propano

	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
<p>Grupo B</p> <p>Curta 4</p> <p>S. 4</p>	<p>9. A explicação no papel para a análise conformacional do propano é a seguinte:</p> <p>10. No primeiro desenho o carbono debaixo está fixo e seus hidrogênios também. O que vai girar é o grupo metila que está posicionado acima, no carbono de cima. Assim, no primeiro desenho temos uma conformação alternada.</p> <p>11. Já no segundo houve um giro de 60° e o carbono ficou mais ao lado, numa conformação eclipsada. [...].</p>	<p>A estudante passa a explicar a análise conformacional a partir do desenho das projeções e finaliza fazendo referência ao gráfico de energia. Durante essa elucidação a imagem fica fixa e não acontece gestos de apontamento.</p>	
<p>Grupo C</p> <p>Curta 8</p> <p>S. 9</p>	<p>13. Aqui a gente tem uma representação de Newman na lousa de como seria a representação desse giro em um desenho na lousa.</p> <p>14. Passando das conformações alternadas para eclipsada e assim por diante.</p>	<p>Mostra as representações - Projeção de Newman na lousa.</p> <p>A medida que fala o tipo de conformação, foca a imagem da conformação na lousa alternada ou eclipsada.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A estudante do Curta-metragem 4 apresentou uma característica específica, tratou com mesma ênfase a Análise Conformacional no modo material e no modo gráfico. Assim como ela mostrou as conformações alternadas e eclipsadas na ferramenta material, fez a descrição de cada conformação representado em desenho na Projeção de Newman para a molécula de propano. Contudo, diferente do signo na ferramenta material, no desenho todas as Projeções de Newman para a molécula de propano foram numeradas e agrupadas numa única imagem e a estudante descreveu cada desenho de forma oral, sem a realização de gestos, como descrito na Ação dos turnos, curta 4 (Quadro 30).

No Curta-metragem 8, o estudante mostra a Projeção de Newman em desenho na lousa, numa perspectiva de apresentar mais um signo para aquela análise, quando afirma que “Aqui a gente tem uma representação de Newman na lousa de como seria a representação desse giro em um desenho na lousa.” (Curta-metragem 8-S.9). Percebemos com essa fala, que

além de trazer a ideia de outro signo para aquele objeto, o estudante conseguiu também imprimir a partir da representação gráfica Projeção de Newman, a noção de dinamicidade, principalmente quando se refere ao giro. A técnica de representação Projeção de Newman apresenta de modo estático cada conformação, e a ideia do giro cabe ao interpretante. No caso do curta 8, a partir da sua fala entendemos que o estudante conseguiu mobilizar esse aspecto.

Assim como na Aula H, em determinados momentos nos Curtas-metragens, o signo molécula de propano na ferramenta material assumiu o lugar de objeto na semiose, principalmente quando o estudante passou a lidar com a representação gráfica. Portanto, podemos inferir que a manipulação da ferramenta material foi fundamental para essa construção do aspecto dinâmico na compreensão da representação gráfica, pois a ideia do giro apareceu no curta-metragem na sequência do manuseio da ferramenta material, o que demonstra que o estudante estabeleceu essa relação de dinamicidade entre os dois signos material e gráfico, uma vez que uma das potencialidades na ferramenta material além da questão espacial dos átomos, se refere ao rompimento com o aspecto estático da representação, por meio, neste caso, da interação estudante ferramenta.

Dos dez vídeos, somente dois estudantes trouxeram a Projeção de Newman, o que de certa forma, pode apontar menor produção de sentido. Contudo, não nos cabe afirmar que somente os dois estudantes que trouxeram dominam essa ferramenta, pois, assim estaríamos abrindo para o contraditório em relação a própria Aula H da professora, bem como alguns aspectos discutidos ao longo da análise como as potencialidades da ferramenta material no câmbio representativo. Uma possibilidade para essa inibição se deve ao próprio formato audiovisual, onde a ferramenta material, ao que parece, assume centralidade. Podemos dizer que a ferramenta material permite referenciar os átomos no espaço tridimensional com mais expressividade. Talvez essa seja uma razão para os estudantes se apegarem a essa representação. Ela oferece maior potência icônica para apresentar, falar sobre o ente químico, em detrimento da representação gráfica.

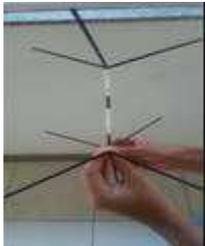
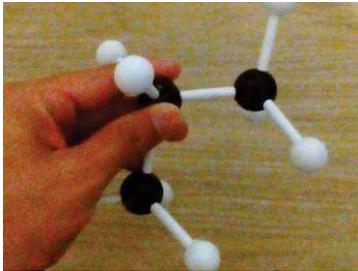
7.4.3.5 Análise semiótica: Bloco 5 - A Representação

O tema 9 trata sobre a representação no contexto dos Curtas-metragens. A sequência dos temas do Quadro 18 seguiu, de modo geral, a própria sucessão dos temas ao longo dos curtas. Contudo, para o tema 9 abrimos mão dessa lógica, por duas razões. A primeira refere-se a uma questão visual. Do Grupo A até ao Grupo C observamos uma crescente manifestação dos temas (Quadro 18), como analisado ao longo deste capítulo. Como o tema 9 apareceu de

modo explícito somente nos curtas do Grupo C, sua localização ao final do Quadro favoreceu a visualização da relação entre grupos e temas no Quadro 18. A segunda razão é de ordem conceitual. O tema 9 relaciona-se estreitamente com a representação. Embora somente dois curtas tenham feito menção ao termo representação, compreendemos que os Curtas-metragens dizem sobre o processo de representar, portanto para esse tema, em específico, vamos abordar a menção ao Grupo C e também os dez curtas numa perspectiva geral, o que justifica sua análise ao final.

Adicionalmente, quanto à segunda razão, é importante também reiterar o lugar da representação na perspectiva semiótica o que corrobora para abordar esse aspecto agora, na fase de fechamento do capítulo. Os estudantes do Grupo C indicaram que não poderiam iniciar um processo representativo sem ponderar sobre a própria representação, justificando seu lugar como primeiro. O Quadro 31 apresenta os instantes iniciais dos curtas do Grupo C, onde aparece a representação.

Quadro 31- Análise diagramática tema 9 - Fragmentos dos Curtas-metragens 1 e 8: Análise Conformacional do propano

	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
Grupo C Curta 1 S. 1	1. Essa é uma molécula de propano, onde os tubos pretos representam hidrogênio e aqui seria o primeiro carbono, segundo carbono e terceiro carbono. 2. Eu vou mostrar agora a Análise Conformacional entre os carbonos dois e três.	O aluno inicia mostrando a molécula de propano representada por meio da ferramenta material. Na sequência aponta a localização dos carbonos na representação.	
Grupo C Curta 8 S. 1	1. Falar um pouco sobre a conformação da molécula de propano, para isso eu vou usar a projeção de Newman. 2. Bom essa é a representação da conformação da molécula de propano de maior estabilidade e de menor energia.	O estudante inicia com a apresentação da molécula de propano na ferramenta material.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A maioria dos estudantes (8 dos 10 curtas) utilizaram a ferramenta material disponibilizada pela professora, do tipo modelo molecular, com bolas coloridas e de

diferentes tamanhos (representação para átomos) e varetas (representação para ligações). Os estudantes dos curtas 1 e 3 empregaram outro tipo de ferramenta material, que utiliza somente tubos plásticos e não destaca os átomos, expressa em Primeiridade as ligações. Exemplificada na imagem do Curta 1, no Quadro 31.

No Curta 1, o primeiro movimento do estudante consistiu em estabelecer as regras da sua fala na relação com a ferramenta material. O estudante do curta 8 seguiu pelo mesmo caminho, embora não tenha explicitado detalhes a respeito da diferenciação entre átomos (bolas de cores e tamanhos diferentes). Para sua representação escolheu trazer além da representação no geral, especificar qual modo de representar que seria adotado no curta, a Projeção de Newman.

O fato de os estudantes especificarem a representação nos curtas do Grupo C, corrobora para identificarmos, nesse caso, que houve certa expressão de consciência do papel simbólico, ou seja, estão trabalhando com representações, signos.

Não estamos assim assumindo ingenuamente que os estudantes entendem representação numa perspectiva semiótica como expressão da Terceiridade. Contudo, dizer que ‘representa’ ou ‘esta é uma representação’ abre espaço para o entendimento que a coisa representada não é o que ela representa, e essa noção já é muito importante no âmbito do ensino, pois aponta para o reconhecimento dos possíveis limites das representações.

A capacidade de substituição assumida pelos ícones diagramáticos são centrais na Química, tanto quanto no Ensino de Química, isso viabiliza operar, derivar informações, trabalhar com conceitos, mesmo distantes de aparatos experimentais, por sua vez, isso também se constitui em risco. O próprio Peirce chama atenção para esse ponto.

Ícones (isto é, signos icônicos) substituem tão completamente seus objetos a ponto de serem dificilmente distinguíveis deles. [...] Um diagrama, de fato, na medida em que tem uma significação geral, não é um ícone puro; mas no meio do caminho do nosso raciocínio, esquecemos aquela abstração em grande medida, e o diagrama é, para nós, a própria coisa. (PEIRCE apud SANTAELLA, 2001, p.194).

No ensino de Química, consideramos essa inconsciência descrita por Peirce como uma das amarras em todos os níveis, especialmente no ensino básico. Pois, reflete uma visão de que a Química se reduziria a uma ciência dos traços, setas, pontos, números e letras. Elas deveriam atuar como um conjunto de ferramentas empregadas nas representações para a mediar o objeto (MACHADO, 2015). Adicionalmente, assumem-se também, nesse caso, as limitações de se fazer representar algo com características dinâmicas, tais como uma molécula (ARAUJO NETO, 2009).

Portanto, trazer a representação para o primeiro (curtas 1 e 8), considerando os curtas-metragens enquanto material educativo, reverbera a consciência do ato representativo nesse contexto. Para Peirce os estudantes do Grupo C, ao trazer a representação, assumiram uma posição simbólica, que é a representação de uma molécula. Essa escolha possui implicações como, assumir todas as limitações que esse representante tem, e ao mesmo tempo assumir todas as potencialidades que esse signo enquanto representante tem.

Ainda que seja numa esfera de possibilidades, visualizamos esse aspecto simbólico, exatamente, porque os demais níveis sógnicos também emergiram, uma vez que o terceiro envolve o segundo e envolve o primeiro. Portanto, tem uma causalidade entre a forma colocada pela professora na sala de aula e a forma assumida pelos estudantes no curtas, essa conexão causal. Num aspecto mais inicial existe ainda um grau de mimetização entre o estudante e o que a professora faz, e essa etapa é parte dessa estratégia de construção desse signo. Dessa maneira, perpassando por todas essas fases com as quais o signo se relaciona com o objeto, mais especificamente no Grupo C, há por parte dos estudantes um certo reconhecimento do processo simbólico, uma condição de representação.

Para os estudantes que tenham oralizado que estavam lidando com uma molécula de propano, como no início do Curta-metragem 10, Segmento de turno 1 “Nós temos aqui uma molécula de propano”, só podemos alcançar aquele sujeito a partir daquilo que ele falou. Ao nosso ver existe uma compreensão ainda frágil sobre esse signo comparado ao Grupo C. Todavia, trata-se de uma possibilidade, pois esse material, o curta, emergiu no curso da pesquisa, por isso não estava no projeto conversar com esses estudantes.

Reforçamos que a semiótica de Peirce abre espaço para tratar as representações nas suas diversas facetas. O mundo das possibilidades icônicas pode funcionar como um importante propulsor da criatividade sógnica, por meio de relações de similaridade. No sentido de gerar as mesmas expectativas do objeto, é possível operacionalizar e inferir sobre determinadas informações. A indexicalidade atua como a razão de existir da ciência, pois habilita o signo a assumir correspondência com o mundo dito real por meio das várias ferramentas em uso para a "prova científica". Nas palavras do próprio Peirce (1977, p.76) “seria difícil, senão impossível, [...] encontrar um signo qualquer absolutamente desprovido da qualidade indicial” ainda que no campo da Química o aspecto indicial esteja centrado nos índices degenerados, ou seja, somente uma referência, uma vez que os objetos são relativamente inacessíveis. Esse processo semiótico só se completa quando se considera também o aspecto simbólico, que é apreendido por aqueles que dominam o sistema de convenções culturais a partir do qual as representações se ordenam (SANTAELLA, 2001).

8 ANÁLISE DA CONVERSA REFLEXIVA

Conforme descrito no capítulo de metodologia, após a observação das aulas, da análise de um episódio de aula e da análise de um dos curtas-metragens produzidos pelos estudantes, realizamos com a professora uma entrevista intitulada por nós de Conversa Reflexiva. Essa entrevista contou com o registro audiovisual, bem como com a participação de todos os pesquisadores deste trabalho.

O roteiro da Conversa Reflexiva foi estruturado em três eixos: o primeiro - Eixo 1: questões referentes à atividade do curta-metragem produzido pelos estudantes na disciplina de Química Orgânica I; o segundo - Eixo 2: reflexão a partir de um episódio da aula da professora; e o terceiro - Eixo 3: aspectos da formação da professora. Sendo que os dois primeiros eixos foram precedidos por um momento no qual a entrevistada assistiu ao Curta-metragem 1 – Análise Conformacional da molécula de propano e ao episódio de aula 1 – Análise Conformacional do ciclopropano, respectivamente. O roteiro da Conversa Reflexiva se encontra no Apêndice B

A estratégia metodológica da Conversa Reflexiva por meio da ordem dos três eixos - Eixo 1: curta-metragem; Eixo 2: episódio da aula da professora; e Eixo 3: formação da professora, foram intencionalmente pensados para buscar criar um ambiente mais confortável para a entrevistada. No primeiro momento (Eixo - 1) o objeto da Conversa não ficou centralizado na pessoa da professora e sim na produção audiovisual dos estudantes a partir do contexto de aula. No segundo momento (Eixo - 2), apesar de se tratar de um recorte de aula da própria professora, esse retrata a prática desta docente em interação com uma estudante, o que favoreceu também a ideia de descentralizar o foco apenas na docente. Entendemos que nesses dois momentos os aspectos metodológicos adotados contribuíram para a professora se sentir mais à vontade para falar da sua própria prática por meio do curta-metragem e do episódio de aula em interação com uma estudante. Ao final da Conversa Reflexiva (Eixo - 3), quando conversamos propriamente sobre a formação, a entrevistada já havia se familiarizado com o ambiente da Conversa Reflexiva.

Nessa perspectiva, reforçamos que uma entrevista não se constitui um espaço confortável para o entrevistado, pois sempre surge a ideia que existe por parte do entrevistador a pretensão de confrontar ou questionar o conhecimento do entrevistado. Assim, por vezes, o entrevistado pode ser inconscientemente levado pelas perguntas a responder aquilo que ele entende que o entrevistador gostaria de ouvir e não realmente o que mais se aproxima de sua realidade. Medidas metodológicas como as adotadas na organização da

Conversa Reflexiva são importantes para minimizar esses desconfortos e propiciar condições para respostas de acordo com o entendimento da entrevista sobre o que ocorreu. Por outro lado, é importante reconhecer os limites metodológicos, pois as falas da entrevistada referem-se a um recorte no tempo, diante de uma câmera e na presença de pessoas posicionadas enquanto pesquisadores. Portanto, as interpretações que serão destacadas ao longo deste capítulo são melhor colocadas como indícios e serão também confrontadas, na medida do possível com outros dados (gravações das aulas e diário de bordo), assim como por meio do diálogo com os referenciais teóricos.

As questões colocadas no roteiro para condução da entrevista foram articuladas a partir do acompanhamento sistemático das aulas de QOI, bem como dos seus desdobramentos, como o material produzido pelos estudantes e análise das aulas, ou seja, se formou a partir da imersão da pesquisadora a campo. Os Eixos atuaram como momentos na organização da entrevista, nesse sentido as questões dos três Eixos, em sua maioria, estão relacionadas, uma vez que a Conversa Reflexiva parte do próprio contexto de prática docente da professora. Portanto, suas concepções, sua prática docente, sua própria formação manifestam-se na entrevista como um todo.

Para análise da Conversa Reflexiva fizemos um mapa de eventos com algumas modificações em relação ao mapa desenvolvido para as aulas. Nesse organizamos por Eixo e, utilizamos as seguintes Categorias: Categoria 1 - Número de Ordem (NO): organizador dos eventos em ordem numérica; Categoria 2 e 3 - Início e fim do evento respectivamente: delimitador do tempo; Categoria 4 - Entrevistador: qual dos três pesquisadores realizou a pergunta; Categoria 5 - Pergunta: questão dirigida à entrevistada; Categoria 6 - Localização da pergunta no roteiro: pergunta prevista ou não e Categoria 7- Descrição do evento: descrição da fala da entrevistada ou do ocorrido em determinado evento da Conversa Reflexiva. O Quadro 32 apresenta como modo de exemplificar os eventos 8 e 9, Eixo 1.

Quadro 32 - Recorte do mapa de eventos: Conversa Reflexiva

Conversa Reflexiva – 05/02/2019 – Eixo 1						
NO	Início do evento	Fim do evento	Autor da pergunta	Pergunta	Localização da pergunta no roteiro	Descrição do evento
8	00:35:35	00:45:29	(Entrevista) Questão P2	Conferência da transcrição do segmento de aula com a	Contexto anterior a Questão 1 - Eixo 2	Assistimos o segmento de aula, juntamente com a professora mais de uma vez para entender melhor o áudio e o contexto. A professora

				professora		também falou da principal confusão dos estudantes nesse tópico, confundem cis e trans com axial e equatorial.
9	00:45:29	00:47:02	(Entrevista) Questão P1	O episódio assistido retrata a sua prática (formas de atuação) em sala de aula?	Questão 1 - Eixo 2	Explicou que a disciplina é organizada em três momentos. No segundo momento ela consegue trabalhar com os modelos, mas no início e fim não. Aulas mais tradicional nesses extremos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na descrição do evento encontra-se um apanhado geral dos principais pontos conforme a interpretação da pesquisadora, ao invés da transcrição literal da fala da entrevistada. Contudo, ao longo da discussão do presente capítulo utilizaremos transcrições literais da docente, bem como dos pesquisadores quando envolver um diálogo, as quais poderão ser contextualizadas no mapa de eventos conforme o sistema de identificação apresentado no Quadro 33.

Quadro 33 - Sistema de identificação da transcrição da fala no mapa de eventos

Transcrição da fala da Conversa Reflexiva	CF-EIXO-X-E-Y
CF	Conversa Reflexiva
EIXO - X	EIXO -1, EIXO - 2, EIXO - 3
E -	Evento do mapa de eventos
Y (1,2,3,4,5...19)	Número de ordem do evento ao qual a fala se refere.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A partir do mapa, foi possível visualizar um panorama geral da Conversa Reflexiva e na sequência realizar uma pré-análise, na qual foram definidos alguns temas a serem discutidos, tendo em vista o objetivo desta etapa da pesquisa que consistiu em delinear aspectos que auxiliaram no entendimento das decisões, fundamentadas ou tácitas, que orientaram a prática docente da professora acompanhada durante a pesquisa. Além também de direcionar o olhar para alguns aspectos observados ao longo da inserção a campo, na sala de

aula da professora, como as estratégias de ensino adotadas, relação com os estudantes, o uso da ferramenta material modelo bola e vareta.

Ainda a respeito da organização em Eixos, embora tenha sido importante para a condução da Conversa Reflexiva, a discussão no presente capítulo não se deteve a essa estrutura, em virtude do caráter dinâmico da conversa, o que se desdobra também nas relações entre as próprias perguntas, como justificado anteriormente, sobretudo considerando as relações a partir das falas da professora em diferentes momentos. Portanto, embora os próprios Eixos e questões permitissem a previsão das temáticas, essas foram arquitetadas a partir de uma análise sistemática do mapa de eventos da Conversa Reflexiva e uma posterior transcrição das falas de eventos que corroboraram para subsidiar a discussão dos temas. Por fim, faz-se importante destacar que ao longo da discussão que se segue não foram esgotadas todas as questões abordadas com a professora. Procuramos abarcar o máximo de questões de acordo com a organização temática, visando subsidiar a compreensão do fenômeno em investigação. O mapa de eventos da Conversa Reflexiva contempla a estrutura da entrevista na íntegra (Apêndice D).

Os temas foram organizados em seis seções, tendo início ao delinear aspectos da construção identitária da docente e na sequência temas relacionados a disciplina de QOI, bem como com a prática docente da professora, como questões envolvendo a ferramenta material, a linguagem, a habilidade espacial a partir do transitar por diferentes representações, a percepção da professora em relação aos estudantes e ainda aspectos do planejamento da disciplina, bem como aspectos mais gerais da docência no Ensino Superior.

8.1 UM DELINEAR A RESPEITO DA CONSTRUÇÃO IDENTITÁRIA DA PROFESSORA

A professora participante da nossa pesquisa tem como formação acadêmica Bacharelado em Química e pós-graduação *stricto sensu*, mestrado e doutorado, em Química Orgânica. Contudo, apesar do anseio de se dedicar a pesquisa, se deparou com a docência desde 2004, período no qual iniciava o doutorado. Sua formação ocorreu em universidades públicas e sua primeira experiência como docente foi na iniciativa privada, no Ensino Superior (CF-EIXO-3-E-1-2). Nos últimos dezesseis anos vem atuando na universidade pública como professora do Magistério Superior no Departamento de Química, assumindo, além da sala de aula, orientação de trabalhos de iniciação científica, de extensão, de mestrado, de doutorado e mais recentemente funções administrativas no departamento.

Essas informações trazem uma noção geral do perfil de formação e atuação para além da docência da docente a qual estamos dialogando ao longo da pesquisa. Além do interesse

em delinear quem é essa professora, almejamos também entender de que forma ela construiu sua carreira, sobretudo nos aspectos que auxiliaram no desenvolvimento docente dessa profissional, conforme a concepção trazida por Pimenta (2012). Para isso, precisamos visitar diferentes momentos formativos vivenciados por essa docente.

Iniciamos o Eixo - 3 ouvindo a professora sobre como foi seu encontro com a docência, tendo em vista que, conforme relatado (CF-EIXO-3-E-1) seu trilha formativo vinha se consolidando para a pesquisa. Procuramos saber como foi o encontro da professora com a sala de aula, ou ainda como ela foi se constituindo professora.

Eu demorei muito para fazer isso (se reconhecer enquanto professora). Na verdade, eu até brinco que hoje em dia eu consigo falar isso com mais naturalidade. Quando a gente vai preencher uma ficha de cadastro e aparece lá profissão, eu demorei muito tempo para colocar a profissão professora, eu colocava Química, eu não colocava professora. Aí foi até o [colega professor] que me chamou atenção uma vez, ele falou assim, mas porque você coloca Química, eu falei não sei. Ele falou assim: você não dá aula? Não é professora? (respondeu) É sou, mas eu sou Química. Então, eu demorei um pouco para interiorizar isso. Porque eu não fiz licenciatura, fiz bacharelado, na verdade eu não tinha intenção nenhuma de dar aula, eu comecei dar aula por causa de dinheiro mesmo. Eu precisava me manter e daí eu comecei dar aula. Já entrei direto no Ensino Superior porque eu não tinha a licenciatura. Então eu dava aula para o curso de Farmácia. A sorte que na época que eu comecei a dar aula com outra professora. Na época que eu comecei a dar aula, nessa universidade particular, eles tinham dois professores em sala de aula, então cada disciplina tinha dois professores e esses professores ou trabalhavam juntos ou alternavam. Como eu não nunca tinha dado aula, essa minha amiga ficava sempre junto comigo, a gente foi meio que aprendendo, ela fez farmácia, também não fez licenciatura. Então, acabou que a gente foi ajustando a aula. E na escola particular isso é muito cruel, porque o cara que não dá uma boa aula é mandado embora, não tem uma segunda chance. E a coordenadora que a gente tinha era uma professora aposentada da USP. Então assim ela dava muitas dicas de como a gente tinha que se portar na sala de aula, e a gente foi aprendendo meio que na prática mesmo, no meu caso eu não tive uma formação docente. Tanto que eu já consegui me apropriar de algumas falas e conceitos mais pelas conversas do [colega professor] do que propriamente de um estudo mais aprofundado. E acabou que depois dessa experiência a gente usava muito artigo naquela época para dentro da sala de aula, então a gente já usava muito artigo da QNEsc [Química Nova na Escola]. Então, para alguns conteúdos eu uso os artigos até hoje [...]. (CF-EIXO-3-E-1).

Neste relato da docente emergiram muitos aspectos que são amplamente discutidos sobre formação docente na literatura, como a identidade docente (CUNHA, 2006, 2010; ANASTASIOU 2014), perpassando pelo próprio reconhecimento do profissional enquanto professor, assim como a realidade de desvalorização do professor por uma série de fatores; as fragilidades na formação ou mesmo ausência de formação para a docência no Ensino Superior (MELO, CAMPOS, 2019); o saber experiencial na ação docente (PIMENTA, 2012). Alguns

desses aspectos serão abordados pontualmente ainda nesta seção 8.1 e os demais atravessam a presente discussão como um todo neste capítulo.

8.1.1 Reconhecimento enquanto docente

Nas primeiras linhas do relato, sobre o encontro com a sala de aula, a docente descreveu sua dificuldade para se reconhecer enquanto professora, aspecto que é comum com os professores universitários. Pimenta e Anastasiou (2014) reiteram, assim como sinalizado pela professora entrevistada que, em geral, os professores universitários continuam a se identificar como profissionais das suas áreas específicas, como engenheiros, médicos, enfermeiros, químicos etc., ainda que sua atividade principal seja o ensino. Nesse contexto, Soares e Cunha (2010) destacam que o reconhecimento docente, o qual atravessa a profissionalização docente é amplamente discutido no âmbito da Educação Básica. Porém na cultura universitária têm se colocado ao largo desse debate porque nem mesmo há o reconhecimento como professores nas relações do trabalho, como sinalizado. Adicionalmente, Pimenta e Anastasiou (2014) reforçam que tal situação aponta para dois problemas no âmbito do professor do Ensino Superior: o primeiro relaciona-se com a própria identidade - que diz sobre o que é ser professor. O segundo refere-se à profissão, ou seja, sobre as condições da atividade profissional.

Entendemos que o objetivo deste trabalho não seja discutir a profissionalização docente no campo universitário, seria necessário um escopo teórico mais amplo e um olhar direcionado para os diferentes aspectos da profissionalização docente. Contudo, esse debate tem interfaces com a presente análise, uma vez que aspectos da profissionalização estão intimamente imbricados com a identidade docente universitária (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014; DINIZ-PEREIRA, 2016).

Nesse sentido, com vistas a compreender um pouco melhor a construção identitária desta docente se faz necessário olhar para diferentes momentos formativos, os quais influenciaram conscientemente (ou não) a construção da sua ação. Considerando que sua formação docente não ocorreu no curso de licenciatura e a credencial para atuar como docente no Ensino Superior foi por meio da pós-graduação, torna-se relevante direcionar o olhar para essa etapa formativa.

8.1.2 O professor bacharel: o contexto da pós-graduação

Sobre o período de realização da pós-graduação, perguntamos se houve alguma aproximação ou preocupação com a formação docente para o Ensino Superior. A professora

relatou um cenário o qual ainda se constitui uma realidade nos programas de pós-graduação, o distanciamento da docência (ALMEIDA, 2012). Destacou que no período da realização da sua pós-graduação não existia Estágio de Docência, inclusive a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) não autorizava bolsistas lecionarem (CF-EIXO-3-E-3). Essa situação atualmente encontra-se reconfigurada, por meio da implementação do Estágio de Docência pela CAPES, no ano de 1999. Contudo, essa ação formativa direcionada para a formação dos pós-graduandos é obrigatória somente para bolsistas²⁴.

A pós-graduação, no Brasil, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) – prioritariamente os cursos de mestrado e doutorado – são os responsáveis em preparar profissionais para exercerem o cargo da Docência no Ensino Superior (BRASIL, 2018, p. 43 – art 66). Contudo, em concordância com outros pesquisadores (MASETTO, 2012; ALMEIDA, 2012; MAIA; SILVA, 2018) é notório que os cursos de pós-graduação foram pensados para formar pesquisadores, silenciando assim a formação para a docência. As ações são voltadas, na maioria das vezes, para o aprofundamento do conhecimento específico em algum campo e, por sua vez, pouco espaço é oferecido com o objetivo de problematizar a formação de professores universitários (JOAQUIM *et al.*, 2011; CHAMLIAN, 2003). Nessa perspectiva, um estudo de Soares e Cunha (2010, p.123) revelou que a formação docente universitária é uma questão secundária e sem visibilidade na pós-graduação, inclusive nos programas da área da Educação.

Nesse contexto, compreendemos a pós-graduação como também um espaço de reflexão em torno da docência universitária (FERRAZ, MOTA, LOPES, 2020). Assim, perguntamos se a professora considera importante esse espaço para pensar sobre a docência. Uma vez que ela reconheceu que no programa no qual realizou a pós-graduação não houve nenhuma aproximação com a docência e inclusive sua orientadora se posicionou contrário a realização da licenciatura durante o doutorado (CF-EIXO-3-E-3). Sobretudo levando em conta também seu vínculo enquanto docente atualmente em um Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ)²⁵ onde, além das áreas específicas, possui uma linha em Educação Química.

²⁴ Circular nº. 028/99/PR/CAPES.

²⁵ O Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) da Universidade Federal de Juiz de Fora se organiza nas seguintes linhas de pesquisa: Química Analítica, Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-química e Educação em Química.

[...] Eu acho importante porque, por exemplo, uma das minhas primeiras aulas, eu tinha uma aluna que fazia iniciação no meu laboratório [de doutoramento], aí ela chegou pra mim e falou assim: olha só quando você for escrever na lousa, você escreve bem forte porque senão dá a impressão que você não sabe aquilo que você está ensinando. Então, assim essa questão da insegurança na hora que você entra na sala de aula, quando você treina isso antes, mesmo você sabendo o conteúdo às vezes você fica inseguro. Então, essa questão do treino, de como você se comportar, de falar com o estudante, de perceber as dúvidas, ela pode ser treinada, é uma habilidade que pode ser treinada. (CF-EIXO-3-E-4).

Conforme salientamos anteriormente, Pimenta (2012) fundamenta o saber do professor na tríade saberes das áreas específicas, saberes pedagógicos e saberes da experiência. Na fala da docente ela destaca o saber específico e que conhecê-lo traz segurança, mas, por outro lado, também reconhece que ainda assim existem momentos em que o professor se sente inseguro, e aí recorre ao saber da experiência, adquirida com a prática, mas usa o termo ‘treino’. Nesse sentido, não podemos afirmar se a professora compreende o saber da experiência e o saber pedagógico como conhecimentos diferentes. Talvez ela perceba o treino como componente da formação docente.

Outro ponto importante dessa passagem refere-se à própria concepção de identidade docente, uma vez que emerge a noção da construção do professor na prática docente. Diante disso, frente a ausência de uma formação que problematize os conhecimentos pedagógicos, o ato de ensinar fica sustentado a partir da própria prática profissional. Porém, concordamos com Almeida (2012) que ainda prevalece a ideia de que “[...] os modelos preservados nas representações dos docentes a ideia de que ensinar é arte que se aprende com a prática não são suficientes para sustentar as necessidades do ensino universitário” (p.73).

Ao longo de toda a vida escolar, o futuro docente tem contato com diversos professores e diferentes abordagens, que são internalizadas de forma inconsciente e incorporadas de forma tácita na prática desse professor, o que pode implicar na perpetuação do ensino que foi vivido por ele durante sua formação (SILVA JÚNIOR; LOPES, 2014), se estendendo inclusive ao período em que teve contato com os professores do bacharelado ou licenciatura e pós-graduação.

8.1.3 O início da carreira docente

Nesse contexto, se remetendo aos primeiros passos na construção da identidade profissional, muitos estudos (FREIRE; FERNANDEZ, 2015; MAIA; SILVA, 2018) buscam entender as dificuldades e dilemas encontrados por docentes no início da trajetória, momento que é reconhecido como crucial para a carreira docente, o qual recebe algumas denominações

como: choque com a realidade, choque de transição ou mesmo choque cultural (HUBERMAN, 1995; TARDIF; RAYMOND, 2000).

Em específico ao dilema enfrentado por professores bacharéis iniciantes no Ensino Superior, Maia e Silva (2018) apontam principalmente dificuldades no que tange aos aspectos pedagógicos, refletindo para a própria formação. Em um estudo com docentes de áreas diferentes, os quais lecionavam no mesmo período para a licenciatura em Química, Freire e Fernandez (2015) identificaram distintas dificuldades como: relacionadas à gestão da sala de aula; relacionamento interpessoal; liberdade para aprendizagem individual; a insegurança didática; domínio dos conhecimentos a ensinar, dentre outros.

Assim, também questionamos a professora sobre como foi o início da carreira docente. Primeiramente, ela reconheceu o elevado grau de dificuldade no início da trajetória e na sequência relatou um pouco dessa experiência. Esse relato além de apresentar aspectos que vão ao encontro àqueles identificados pelos estudos anteriores, revelou também como algumas concepções sobre docência foram se modificando com a experiência.

É acaba que assim, pela minha experiência, quando eu comecei eu preparava todo o conteúdo e aí chegava lá dentro da sala de aula, vamos para o conteúdo, aí eu começava a explicar, então eu percebia que o aluno não sabia direito o conceito de ligação covalente e ligação iônica. Volta a professora a explicar o que é ligação covalente e ligação iônica. No meio do caminho aparece outra dúvida que está relacionada aquele conteúdo também. Então, assim a gente tem que construir e se desconstruir na aula, dependendo da dinâmica da sala de aula e isso é muito difícil. Porque quando você pensa em dar aula, você pensa que vai ser tudo bonitinho, vai chegar lá, passar o conteúdo, fazer as perguntas, os alunos vão responder e pronto, acabou. Só que quando a gente vai ver na sala de aula não é assim. (CF-EIXO-3-E-5).

Nas últimas linhas do seu relato a professora, ainda que de modo sucinto, descreveu um modelo de uma aula, a qual ela, supostamente, acreditava no início da carreira docente. Devido a sua trajetória acadêmica, podemos dizer que esse saber da experiência está alicerçado nas relações que estabeleceu com diferentes sujeitos e contextos, principalmente na sua vivência enquanto aluna durante sua trajetória escolar e acadêmica. As pesquisas sobre formação de professores reconhecem e consideram para o processo formativo que todo aluno chega ao curso de licenciatura ou mesmo na docência no Ensino Superior (como é o caso neste estudo) com várias concepções sobre o que é ser professor (PIMENTA, 2012; CUNHA, 2006; TARDIF, 2014). Porém, é preciso ressaltar que esse saber posiciona o lugar do aluno na sala de aula, ou seja, ele enxerga o professor a partir da sua experiência enquanto estudante. Desse modo, esse saber da experiência, construído antes do exercício profissional, deve ser

problematizado nos cursos de licenciatura, no intuito de ampliar e reelaborar essa compreensão.

Nesse sentido, a professora por meio dos saberes da experiência, agora produzidos no cotidiano docente, “num processo permanente de reflexão sobre sua prática, mediatizada pela de outrem - seus colegas de trabalho, os textos produzidos por outros educadores” (PIMENTA, 2012, p.22), traz uma outra noção do seu entendimento sobre sala de aula. Essa hipótese é verificada principalmente quando ela afirma “a gente tem que construir e se desconstruir na aula, dependendo da dinâmica da sala de aula” (CF-EIXO-3-E-5). Assim, ela deixa uma visão prescritiva e instrumentalizada do fazer docente para uma visão mais dinâmica, que abre a possibilidade de reconstrução dos seus saberes-fazer docentes à medida que aparece os desafios e as necessidades, num processo contínuo de construção da identidade docente (PIMENTA, 2012).

Em face das considerações anteriores é importante destacar indícios do processo de ressignificação das concepções docentes, por meio da reelaboração dos saberes iniciais em confronto com suas próprias experiências da prática. Essas impressões parecem se tornarem mais conscientes à medida que são externalizadas e organizadas como, por exemplo, no momento da Conversa Reflexiva, na qual foram criadas condições para a docente pensar sobre questões que até então, supomos, não teriam sido problematizadas. Um exemplo seria considerar a percepção inicial da professora sobre formação quando apontou o treinamento (CF-EIXO-3-E-4) como uma possível solução para minimizar a insegurança no começo da carreira docente, embora na sequência, em outra pergunta durante a entrevista, afirme que a sala de aula é dinâmica (CF-EIXO-3-E-5) e exige o constante processo de construção e desconstrução. Evidenciando assim que as próprias concepções da professora foram se justapondo à medida que ela pensava na sua prática inicial e aliava com os saberes da experiência

Libâneo (2004, p. 20) diz que “num primeiro momento, a identidade profissional pode ser definida como um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que definem a especificidade do trabalho do professor”. Segundo o autor, o professor vai assumindo algumas características a depender das exigências educacionais as quais são postas em dado momento histórico e em dado contexto social.

Nessa perspectiva, apontaremos que em outros momentos da entrevista a professora também relatou como seus saberes da experiência foram modificando sua prática e até mesmo sua percepção sobre os estudantes, conforme será discutido mais adiante.

Nessa primeira seção discutimos, dentro de certos limites, aspectos da formação e constituição dessa docente a partir da sua experiência no Ensino Superior. Situamos elementos de formação, da prática, concepções a respeito do contexto de sala de aula que nos permitem localizar de onde falamos.

Na próxima seção apresentaremos a Conversa Reflexiva com a professora em torno da atividade da produção dos curtas-metragens no contexto da disciplina de QOI, o qual se constituiu como um importante conjunto de dados para pesquisa. Buscamos compreender também essa atividade a partir da perspectiva da professora.

8.2 A PRODUÇÃO DOS CURTAS-METRAGENS

A produção de pequenos vídeos, denominados por nós de curta-metragem, no decorrer na disciplina de QOI ganhou destaque dentro do nosso *corpus* de dados, principalmente por duas razões. A primeira razão se deve ao próprio potencial do material audiovisual produzido para auxiliar na compreensão do processo de apropriação conceitual por parte dos estudantes e ainda a possibilidade de relacionar com as aulas da professora, ou seja, com os modos rotineiramente adotados por ela durante suas explicações conceituais. A segunda razão se deve ao envolvimento da professora, uma vez que a professora foi a proponente dessa atividade, ou seja, responsável por essa iniciativa, que pode ser considerada avaliativa. Assim, como estamos interessados em pensar na aprendizagem considerando a ação da professora na sala de aula, faz-se necessário compreendermos essa atividade a partir da perspectiva dela.

Desse modo, nesta seção nosso olhar para a Conversa Reflexiva será centralizado no Eixo 1 - Questões referentes à atividade do Curta-metragem produzido pelos estudantes na disciplina de QOI. Nesse Eixo procuramos, num primeiro momento, conversar com a professora sobre suas impressões acerca de um vídeo específico, o Curta-metragem 1 e, no segundo momento, sobre a atividade como um todo, a respeito das suas motivações, suas expectativas, suas influências, a recepção dos alunos, seu modo de avaliação, dentre outros.

No início assistimos ao Curta-metragem 1 juntamente com a professora e a pedimos para tecer suas impressões sobre o material. Organizamos essa primeira fala da professora em três tópicos, a saber: tópico 1- objetivo da produção do vídeo; tópico 2- sobre a linguagem do(s) estudante(es) no vídeo assistido; e tópico 3- como o vídeo auxiliou na organização do raciocínio dos estudantes.

Após assistir ao curta, a primeira informação trazida pela professora para conversar sobre a produção dos vídeos foi no sentido de tentar traçar o objetivo da atividade (tópico 1).

Então a ideia do vídeo surgiu porque os alunos eles tinham uma dificuldade de visualizar alguma coisa concreta, então eu mostrava com o meu modelo (bola e vareta), explicava as energias da conformação alternada e eclipsada. Na verdade, eles não sabiam se organizar mentalmente para poder girar a molécula quando ele representava no papel. Então o objetivo principal ainda mais desse vídeo que é bem do começo da Análise Conformacional, era esse aluno se organizar mentalmente para poder representar esse giro de forma adequada, e aí a gente embute algumas coisas que já foi a questão da repulsão, das nuvens eletrônicas. (CF-EIXO-1-E-3).

Podemos verificar que a professora foi explicitando suas ideias, principalmente a partir da sua experiência em sala de aula, para tecer as razões para essa atividade no contexto de ensino. Vale ressaltar que todas as justificativas sejam altamente respaldadas pela literatura no sentido do reconhecimento do grau de dificuldade dos estudantes ao se depararem com atividades que demandam habilidade espaciais (GILBERT, 2005; RAUPP, 2015; REZENDE, 2016).

Passada a reflexão sobre o objetivo da atividade, a professora fez uma análise do vídeo propriamente assistido, onde ela chamou atenção para o emprego da linguagem científica (tópico 2) adequada como um dos instrumentos utilizados para validar a aprendizagem conceitual nesse contexto.

Nesse vídeo o estudante usa uma linguagem já com o caráter mais científico, mas ainda falta utilizar a linguagem mais adequada. Por exemplo, o termo interação das nuvens eletrônicas, rotação. Então, assim ele ainda não conseguiu se apropriar propriamente dito desse conceito, mas como o objetivo era ele se organizar mentalmente para fixar um eixo e girar o outro e comparar isso com as interações, eu acho que apesar de não estar com a linguagem adequada, acho que o objetivo foi atendido. Porque eu não lembro esse específico em qual turma foi, mas, a gente faz mais vídeos desses, teve uma turma que eu fiz dois e teve uma turma que cheguei a fazer três vídeos. Ele fazia com essa molécula mais simples (propano), depois fazia com a molécula de butano e depois com a do cicloexano. Então, assim foi um crescente né. [...] (CF-EIXO-1-E-4).

Apesar da professora ter reconhecido que a linguagem empregada pelo estudante não esteja totalmente adequada, considerou que para esse início de estudo está satisfatória. Compreendemos que a ampliação da linguagem, de fato, é essencial na construção do conhecimento. Nesse primeiro momento, há indícios de que a professora ao se referir à linguagem está ponderando a respeito da oralidade do estudante, ainda que o momento no qual faz referência ao curta, seja também para avaliar a gestualidade e a compreensão do estudante ao fixar um carbono e girar o outro, ou seja, o manuseio da ferramenta material. A questão da linguagem emergiu em diferentes momentos da Conversa Reflexiva, assim será retomada na próxima seção.

Na sequência, a professora reconheceu sua demora, enquanto professora, para perceber uma dificuldade dos estudantes para aprendizagem de Análise Conformacional e observou como a produção audiovisual contribuiu para superar a dificuldade, sobretudo facilitando uma organização do raciocínio (tópico 3).

Porque, quando eu comecei a dar essa disciplina eu demorei para entender o que que os alunos tinham dúvidas, então eles começavam a girar a molécula e eles giravam de forma desordenada, eles giravam as duas partes da molécula, o carbono 2 e o carbono 3, no caso ali (do curta assistido, um exemplo), simultaneamente, faziam esses dois giros. E aí na hora de passar para o papel ele não conseguia, se perdia. Eu achei que com o vídeo, fazendo esse exercício de explicar para o outro o que estava acontecendo com a molécula eles conseguiram se organizar melhor. [...] A linha de raciocínio dele (do estudante) no exercício em si a gente não consegue perceber. (comparando-se com o vídeo). (CF-EIXO-1-E-5).

Há indícios de que a professora conseguiu ter essa visão mais ampliada das dúvidas dos estudantes a partir de uma mudança de estratégia avaliativa na sala de aula, pois o seu relato indica que ela precisou presenciar os estudantes manuseando a ferramenta material, modelo molecular, para constatar a forma desordenada de giro. Durante a Conversa Reflexiva no Eixo – 2, questionamos sobre quando a professora começou a utilizar a ferramenta material na sala de aula. Ela respondeu que enquanto professora já empregava a ferramenta, porém o manuseio dos estudantes iniciou junto as gravações da disciplina para a presente pesquisa (2º semestre de 2016) (CF-EIXO-2-E-14). Essa mudança de estratégia pode estar relacionada com o próprio processo de reflexão da professora a partir da sua prática, aliada com suas vivências, suas leituras.

A partir do relato CF-EIXO-1-E-5 verificamos que, por meio da produção audiovisual, a professora conseguiu perceber que os estudantes superaram uma dificuldade identificada por ela mesma na sala de aula (sobre a rotação), sobretudo conseguiram extrapolar e desenvolveram uma linha de raciocínio com as etapas da Análise Conformacional. Esse aspecto é muito importante no processo formativo, uma vez que indica uma avaliação por parte da professora da atividade no processo da disciplina. Além também de apontar que a produção audiovisual possibilitou a professora novas percepções sobre o processo de ensino e aprendizagem em torno do tema Análise Conformacional.

Quanto à expectativa da professora com a produção audiovisual dos estudantes, ao longo do relato inicial, no Eixo 2, ela trouxe alguns pontos. Então, ao realizar a pergunta sobre essa questão, P1 procurou trazer os aspectos pontuados pela professora no início da entrevista (CF-EIXO-1-E-3), se de fato a motivação para essa produção centrava-se em

discutir a perspectiva da visualização, abarcando aspectos espaciais. A professora concordou e pontuou quais aspectos na sua concepção poderiam ser contemplados no vídeo.

É, na verdade dava para pegar pontualmente algumas coisas, uma delas era estabelecer uma linha de raciocínio lógica com o que ele iria girar ou não, que era uma dificuldade, ver claramente com o modelinho que aquela ligação carbono-carbono era a que iria rotacionar, porque muitas vezes tem alunos, não nessas turmas, mas que giravam outra ligação. E a questão da linguagem mesmo, para eu ver se ele estava utilizando a linguagem adequada, [...] ele tinha que utilizar os termos corretos. (CF-EIXO-1-E-6).

Tais considerações reforçam a atenção da professora nos curtas-metragens para a organização de uma linha de raciocínio e o uso adequado da linguagem científica. Nesse caso, a professora considerou aspectos da habilidade espacial, a rotação, na organização do raciocínio. Outro aspecto que procuramos conversar com a docente foi sobre as orientações prestadas aos estudantes para a produção audiovisual.

Nessa aula que eu dei a instrução o que eu fiz foi o seguinte, eu fiz a Análise Conformacional do etano que tem um carbono a menos, mostrei toda a linha de raciocínio, o que eu estava analisando, porque eu estava analisando, representei isso no quadro, fiz o diagrama de energia e aí no final da aula, depois de ter mostrado toda a linha de raciocínio tudo, eu falei para eles que eu queria que eles fizessem um vídeo aumentando agora um carbono, fazendo para o propano. E aí eles tinham que mostrar seguindo aquelas etapas que eu tinha mostrado, fazer Análise Conformacional, depois fazer o gráfico, discutir a energia de repulsão, que é a tensão torsional, isso no vídeo. Então assim, eu fiz um, pedi para eles fazerem e na próxima aula eu aumentava mais um carbono. (CF-EIXO-1-E-7).

Podemos verificar que os estudantes tiveram como eixo estruturador para a produção do curta-metragem as próprias bases construídas ao longo da aula com a professora. Mesmo assim, há de se indicar que os estudantes não deveriam reproduzir a aula, mas utilizar elementos desenvolvidos na aula para, sobretudo, extrapolarem para a Análise Conformacional de outra molécula, no caso o propano.

Ao longo da entrevista verificamos também que a professora foi organizando suas ideias ao falar dessa atividade. No início, ao relatar suas impressões, de modo geral, ela trouxe a motivação da atividade atrelada a “dificuldade de visualizar alguma coisa concreta” (CF-EIXO-1-E-3) pelos estudantes. Assim, posteriormente questionamos se a professora viu alguma atividade desse formato em algum trabalho de pesquisa. Ela trouxe a seguinte explicação.

Então, na verdade assim, isso aí é um problema que a gente vem enfrentando dentro da sala de aula, que é o uso do celular durante o período de aula. Então o que que acontece, os alunos eles vão para o celular e quando eles voltam já estão dispersos daquilo que eles estavam vendo. Então foi mais uma ideia de trazer esse celular para dentro da sala de aula. Como a gente

pode dar um uso mais digno para o celular que não só o *whatsapp*. (CF-EIXO-1-E-8).

Desse modo, ao destacar a atividade audiovisual como uma possibilidade do emprego do celular em atividades de ensino, a professora não explicitou se estava aliando essa justificativa com as declaradas anteriormente. Por outro lado, pode-se observar que talvez no início da proposta a própria professora não tivesse dimensão do alcance dessa atividade para a apropriação conceitual no conteúdo de Análise Conformacional, o que é aceitável por se tratar de uma proposta inovadora no âmbito do Ensino Superior, evidenciando que a professora não se respaldou em situações de ensino parecidas ao desenvolver sua proposta.

Considerando a função inovadora dessa produção audiovisual, perguntamos a professora como foi a recepção dos estudantes.

A primeira turma é sempre a turma que a gente tem a referência, porque depois eles vão conversando um com outro e acabam que eles vão contando. Para a primeira turma eu achei que primeiro eles estranharam eu pedi para eles fazerem um vídeo, eles acharam diferente. Alguns alunos, não teve adesão de 100% da turma, foram poucos que fizeram. Mas também porque eu não tinha colocado uma creditação. Então assim, eu não tinha falado para a primeira (turma), olha esse daqui vai valer tantos pontos. Então como era uma atividade livre alguns aderiram e outros não. Mas eles gostaram, os que fizeram gostaram. Eu achei legal que alguns deles, eles começam a editar o vídeo depois, eles fazem, assistem e eles mesmos editam, no vídeo eles colocaram um balão ou alguma outra coisa: não era isso que eu queria dizer, queria dizer outra coisa. Então assim foi um ponto de autorreflexão daquilo que eles queriam dizer. (CF-EIXO-1-E-9).

Esse estranhamento e baixa adesão identificada pela professora no início da atividade, conforme apontado, é um processo natural. O estranhamento dos estudantes pode ser justificado devido a atividade destoar bastante do perfil das aulas e avaliações costumeiramente empregadas no Ensino Superior, em disciplinas dessa natureza. Já a baixa adesão é um problema mais complexo que pode, como indicado pela professora, estar atrelado ao fator pontuação, logo relacionado com a prática de avaliação historicamente sedimentada.

Nesse cenário avaliativo, procuramos entender quais critérios a professora utilizou para validar esse material, não sendo restritivo ao aspecto de gerar uma nota, mas no aspecto mais amplo de avaliar uma atividade na qual abarca mais elementos que uma avaliação escrita tradicional, um exame, desse conteúdo contemplaria.

Como era o primeiro relacionado àquele conteúdo, eu não fui muito rígida com a avaliação não. Então assim os alunos que entregaram, na primeira turma não foi pontuado, na segunda eu acho que já teve uma pontuação, não lembro se 5 ou 10 pontos. A pontuação foi na própria avaliação, por exemplo, a avaliação valia 35, quem entregou tinha 5 pontos a mais. Nos critérios, na verdade eu utilizei mais para dar um feedback mesmo, olha gente vocês estão usando essa linguagem, isso você pode falar assim ao

invés de falar de outra maneira. Foi mais para dar um feedback da avaliação do que propriamente apontar, nessa parte você errou, mas não teve nenhum erro grave não. É só questão da aquisição da linguagem mesmo, não teve nenhum que desenhou gráfico errado, mesmo porque o que eu acredito que eles devem ter assistido outros vídeos para poder produzir o deles. Alguns ficaram com dificuldade como salvar esse vídeo, onde ele iria postar, como ele iria me mandar, então assim demandou outros conhecimentos deles também. [...]. (CF-EIXO-1-E-10).

Observamos que a professora não realizou uma avaliação nos moldes tradicionais com critérios rígidos, no sentido de diminuir a pontuação caso identificasse concepções que diferem do conhecimento científico escolar. Entendemos que ela inseriu o Curta-metragem como um complemento da avaliação e procurou dar retornos aos estudantes de modo geral, destacando aspectos da linguagem oral como reiterado na sua fala. Esse relato também reforça aquela hipótese inicial, de que a professora continua muito preocupada com a linguagem científica manifesta por meio da fala, ainda que na produção audiovisual, no geral, o que ganhou a centralidade foi a ferramenta material e as ações em torno dela.

Na sequência, quando questionada sobre a continuidade da proposta dos vídeos para turmas futuras, a professora trouxe mais um dado para compor suas justificativas para a realização da estratégia de ensino, o que não configura contradições da docente, mas um processo de organização e reflexão de sua prática docente.

Semestre passado acho que eu não fiz (2º semestre/2017). O que acontece é o seguinte as vezes a turma ela meio que corresponde aquilo que você está esperando e aí você não precisa usar esses artifícios para poder motivar a turma. Semestre passado teve uma turma bem motivada, então assim, eles deram conta de fazer com o modelo em sala de aula, se apropriar da linguagem. Então assim, eu achei que ficaria meio sem sentido, pelo menos para essa turma que já estava mais afiada assim. Aí no semestre passado eu não fiz. Esse semestre eu vou dar aula para o noturno, geralmente os alunos do noturno tem um pouco mais de dificuldade, então muito provavelmente nesse semestre eu faça. (CF-EIXO-1-E-12)

Desse modo, há de se destacar importantes elementos dessa fala. O primeiro é o caráter dinâmico da sala de aula, ou seja, por mais que se acompanhe um planejamento da disciplina, o que vai definir o ritmo das aulas bem como das estratégias, será a própria interação da professora com os estudantes nas aulas, ou seja, à medida que transcorre as aulas, principalmente pelo manuseio da ferramenta material, a docente consegue perceber as dificuldades e o engajamento dos estudantes. Esses elementos são utilizados como critérios para se propor intervenções, como a atividade de produção do Curta-metragem.

Outro ponto muito relevante se deve ao processo de construção docente a partir da sua prática, uma vez que ao relatar suas primeiras aulas no Eixo - 3, ela trouxe elementos de uma

didática prescritiva, na qual a atividade de ensinar estava distante na atividade de aprender. Em outras palavras, o estudante não parecia ser considerado central no processo, pois a insegurança docente nos primeiros anos de sala de aula, conjugada com fragilidades na formação, tendem a moldar esse professor. Nesse contexto, Pimenta e Anastasiou (2014) incorporam a relação da prática e teoria no processo de ensino e de aprendizagem com a própria construção identitária.

O alargamento intencional da compreensão do processo de se construir continuamente como professor, do processo coletivo e do aluno como parceiro é elemento essencial à reflexão dos docentes. Nesse sentido, os saberes da experiência são tomados como ponto de partida e, intermediados pela teoria, se voltam para a prática. Esse processo é fundamental na construção identitária da docência no Ensino Superior. (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014, p. 58).

Outro ponto de destaque nessa fala da professora se deve ao emprego do substantivo motivação. Quando a professora expressa que “[...] semestre passado teve uma turma bem motivada, então assim, eles deram conta de fazer com o modelo em sala de aula, se apropriar da linguagem. [...]” (CF-EIXO-1-E-12), indica que ela visualiza uma relação entre a motivação e a aprendizagem, ou ainda que existe uma relação na superação das dificuldades com o estar motivado a aprender. Embora a motivação no sentido de despertar o interesse seja um elemento considerado nas atividades de ensino, sua relação com a aprendizagem não é direta (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Contudo, é muito importante perceber como a professora considera os estudantes para definir suas ações na sala de aula.

Não há como promover a aprendizagem sem a participação e parceria dos próprios aprendizes. Aliás, só eles poderão ‘aprender’. Ninguém aprenderá por ele. Incentivar essa participação resulta em motivação e interesse do aluno pela matéria, bem como dinamização nas relações entre aluno e professor facilitando a comunicação entre ambos. (MASETTO, 2012, p.28).

Embora essa participação na aprendizagem referida pelo autor possa acontecer de diferentes modos e contextos, neste caso estamos enxergando uma parceria professor e aluno, devido a ação da professora estar atrelada à sua percepção na sala de aula.

Assim, ao longo da Conversa Reflexiva no Eixo - 1 procuramos conversar com a professora sobre a atividade da produção do curta-metragem no contexto do tópico de Análise Conformacional na disciplina de QOI. Ainda que tenhamos abordado elementos específicos do vídeo assistido na entrevista, este funcionou como um desencadeador dos temas e questões tratados ao longo do Eixo -1. Dessa maneira, tratamos das impressões da professora sobre o vídeo assistido e sobre a atividade de um modo geral, no qual destacamos alguns tópicos: o objetivo da estratégia, a apropriação da linguagem científica e a organização do raciocínio. Na

sequência conversamos sobre as instruções para a atividade, as inspirações para a estratégia, a recepção dos estudantes, como foi a avaliação, bem como a continuidade da atividade.

Constatamos no decorrer da conversa que a produção do Curta-metragem pelos estudantes está muito relacionada com a experiência da docente. Uma vez que os elementos que emergiram na entrevista, tais como: dificuldade dos estudantes em visualizar a molécula no espaço, ou em fixar um determinado carbono e girar outro; o uso inapropriado do celular na sala de aula; a relação motivação e dificuldade na aprendizagem, estão muito imbricados com sua experiência docente.

Ao longo da Conversa Reflexiva a professora usou em diferentes momentos o termo linguagem. Após o início do Eixo 2, antes de entrar no Episódio de aula, retornamos na questão da produção dos vídeos (Eixo 1) acerca da questão da linguagem, o que será abordado a seguir.

8.2.1 A compreensão de linguagem para a docente

A inquietação de conversar com a professora sobre linguagem emergiu durante a Conversa Reflexiva, conforme segue o diálogo:

Pesquisador 2: Então você insistiu, chamou atenção na sua resposta na conversa que a gente está tendo, sua chamada ao termo linguagem. Quando você fala de linguagem você pensa exclusivamente na fala desse aluno, é isso que você está buscando? Algum elemento visual, quando você olha esses vídeos, quais são as dúvidas, o que está acontecendo, ou seja, você tem uma extensão de avaliação né dessas suas aulas do que você está trabalhando com eles. Quando você pensa em linguagem e olhando para esses vídeos, você pensa também na sincronia entre a fala dele e aquilo que ele está fazendo, não é gesticulando, mas está mexendo da ferramenta ali na hora. Você vê isso ou não? Quando você está de frente para esse vídeo o que te chama atenção é só o plano da fala do aluno ou o plano pictórico, o plano visual também você leva em consideração? (CF-EIXO-2-E-3).

Embora a pergunta tenha abarcado mais elementos da linguagem além do plano da fala, a professora trouxe a seguinte resposta.

Professora: As duas coisas são casadas, ele tem que girar a molécula e usar o termo correto para explicar aquilo que ele está fazendo. Então, assim, se ele falou, por exemplo, essa conformação aqui é de maior energia e era uma de menor, isso não aconteceu, mas daria para pegar, porque daí são as duas coisas. (CF-EIXO-2-E-3).

Na sequência, procuramos trazer mais uma provocação para a docente pensar sobre os planos da linguagem.

Pesquisador 2: Você pensa essa linguagem, esse movimento você não considera como linguagem também? Como parte da linguagem? Como você vê isso, quando você fala linguagem é a fala, a fala é o plano principal, esse agir dele com relação a essa ferramenta material? (CF-EIXO-2-E-4)

Então, a professora relata insegurança para tratar do tema, embora estabeleça relação entre linguagem e expressão corporal ao se reconhecer como uma pessoa que ‘fala pelo corpo’. Na sequência leva a discussão para o âmbito do Ensino Superior, conforme destacado a seguir:

Professora: Então, [Pesquisador 1], eu não sei te responder com precisão não, mas eu acho que você deve ter visto nesses vídeos que eu sou uma pessoa que fala com o corpo.

Pesquisador 1: Isso é fantástico, nós somos premiados por estarmos registrando você. [...].

Professora: Assim, não tem como desvincular uma coisa da outra não, acho que as duas coisas caminham juntas. Acaba que assim, no Ensino Superior, talvez no Fundamental I e II pela própria dinâmica da sala de aula o professor ele consegue perceber isso com mais propriedade, mas no Ensino Superior a gente ainda tem essa questão estanque né, do cara ficar sentado na carteira, ele não levanta em lugar nenhum. Então, assim, você não tem oportunidade de ver uma linguagem corporal, a gente tende a ver facial, às vezes o aluno faz umas caretas assim que você consegue perceber alguma coisa, olha tem alguma coisa ali que está fluindo ou que está errada, mas é difícil mesmo visualizar essa linguagem corporal que esses alunos trazem pela própria dinâmica da sala de aula. (CF-EIXO-2-E-4).

Assim, verificamos que a docente não se centrou em esclarecer sobre os modos de linguagem no material do Curta-metragem. Na sequência aproveitando a própria ideia trazida pela professora ao se colocar como uma pessoa que fala com o corpo, tentamos conduzir a discussão para a linguagem gestual.

Pesquisador 2: Você entende que essa parte gestual ela é também um componente da linguagem? Em que medida ela articula com a fala?

Professora: Mas assim eu não sei dizer a questão da proporção. Na verdade, é uma coisa que a gente faz nesse caso aqui tinha um objetivo específico (vídeo do aluno) por conta que ele tinha que mostrar esse movimento, então ele tinha que gesticular, mas, assim, eu nunca tinha parado para observar isso com mais rigor, por exemplo, nos meus estudantes. (CF-EIXO-2-E-5).

Compreender a linguagem, as suas implicações e suas diferentes manifestações têm se constituído como elemento central nesta Tese. Assim, poderíamos pensar sobre linguagem por diferentes correntes teóricas que possivelmente em alguns momentos se contrapõem, mas por outro lado também se complementam. Tal multiplicidade teórica aponta para a relevância da linguagem para qualquer área do conhecimento, sobretudo, em subáreas centradas na

ontologia e epistemologia do conhecimento, o que de certo modo também traz muitas inquietações para o ensino.

Como abordado no início desta tese, a semiótica de Peirce enquanto ciência de qualquer linguagem mediada por signos (SANTAELLA, 1983), foi o solo teórico escolhido para fundamentar nossas análises. Assim, tendo em vista a importância de compreender linguagem para se entender a semiótica de Peirce, a semioticista Santaella (1983) inicia seu livro “O que é Semiótica” justamente tecendo considerações sobre linguagem com destaque para dois aspectos: o primeiro ao tratar da naturalidade com a qual lidamos com um tipo de linguagem, a língua como idioma, que se materializa na fala e na escrita; e o segundo aspecto, que renegamos as demais manifestações de linguagem, as quais são tão importantes também na composição do ato comunicativo. Sobre esse cenário pouco percebido, a autora coloca:

É tal a distração que a aparente dominância da língua provoca em nós que, na maior parte da vezes, não chegamos a tomar consciência de que o nosso estar-no-mundo, como indivíduos sociais que somos, é mediado por uma rede intrincada e plural de linguagem, isto é, que nos comunicamos também através da leitura, e/ou produção de formas, volumes, massas, interações de força, movimentos; que somos também leitores e/ou produtores de dimensões e direções de linhas, traços, cores... Enfim, também nos comunicamos e nos orientamos através de imagens, gráficos, sinais, setas, números, luzes... Através de objetos, sons musicais, gestos, expressões, cheiro e tato, através do olhar, do sentir e do apalpar. Somos uma espécie animal tão complexa quanto são complexas e plurais as linguagens que nos constituem como seres simbólicos, isto é, seres de linguagem. (SANTAELLA, 1983, p.2).

A autora explana e exemplifica a pluralidade de manifestações de linguagens que nos constituem como seres simbólicos possibilitando a comunicação e produção de sentido. Desse modo, a autora reforça o predomínio da linguagem verbal articulada por meio da fala e da escrita, contudo, destaca a existência “simultaneamente de uma enorme variedade de outras linguagens que se constituem de sistemas sociais e históricos de representação do mundo” (SANTAELLA, 1983, p.2).

Nesse sentido percebemos que a professora embora tenha visualizado na ferramenta material bola e vareta várias potencialidades para o ensino no contexto da Análise Conformacional, como a colocação a respeito da organização do raciocínio e também ganho em relação ao aspecto tridimensional, nessa discussão sobre linguagem podemos observar que ela não visualizou o material audiovisual produzido pelos estudantes numa perspectiva mais ampla das linguagens.

Nesse sentido podemos constatar no transcorrer dos diálogos que o aspecto gestual foi considerado em decorrência do manuseio da ferramenta material ao longo do vídeo, mas o

olhar da professora continuou direcionado para a oralidade. Esse direcionamento talvez possa ser justificado pelo modo predominante de legitimação da aprendizagem científica ocorrer por meio majoritariamente da apropriação da comunicação científica, seja oral ou escrita.

Dando prosseguimento aos temas da Conversa Reflexiva, um ponto que consideramos central nos Curtas-metragens criados pelos estudantes, além também do uso recorrente na sala de aula foi o emprego da ferramenta material modelo bola e vareta. Na próxima seção discutiremos os eventos da Conversa Reflexiva acerca dessa ferramenta.

8.3 O EMPREGO DA FERRAMENTA MATERIAL MODELO MOLECULAR BOLA E VARETA

Durante os três semestres de acompanhamento das aulas da professora, duas estratégias acerca do uso da ferramenta material modelo molecular bola e vareta foram empregadas nas aulas, ao longo da discussão dos conteúdos sobre Análise Conformacional e Estereoquímica, correspondendo por volta de 30% da carga horária total. A primeira estratégia, refere-se ao uso da ferramenta material de modo demonstrativo pela professora ao longo da disciplina; e a segunda o manuseio do modelo molecular pelos estudantes em grupos, durante as aulas na segunda parte da disciplina. Assim, tendo em vista a centralidade dessas ações na prática dessa docente de forma também aliada ao impacto na aprendizagem dos estudantes, conversamos com a professora sobre essas questões na Conversa Reflexiva, principalmente no Eixo -2. A conversa foi iniciada com a transmissão do episódio de aula da professora, o qual se insere num contexto de manuseio da ferramenta material pela docente e pelos estudantes em grupos.

Como mencionado, o episódio assistido durante a Conversa Reflexiva no início do Eixo-2 se insere no contexto em que os estudantes, em grupos, são orientados pela professora para a realização de um exercício de Análise Conformacional para a molécula de trans-2-metil-1-terc-butilcicloexano. Instantes antes do episódio, a professora estava posicionada atrás da mesa montando sua molécula na ferramenta material. Enquanto isso uma aluna pediu à professora para explicar novamente sobre a interação 1-3 diaxial. A professora orientou a estudante a tentar visualizar essas interações no modelo, em torno da ferramenta material. Assim, inicia o Episódio 2, com duração de 1 minuto e 56 segundos, no qual a professora se aproxima da estudante e explica sobre as interações 1-3 diaxial ao analisar as conformações na ferramenta material.

Nosso primeiro questionamento, após assistirmos ao episódio, consistiu em pedir a professora para fazer um exercício de recordar quais foram as condições e motivos para aquelas escolhas naquele momento da aula. A docente fez uma reflexão em torno do episódio.

Então é engraçado, porque quando eu dou essa atividade, no começo eu explicava tudo no quadro, aí eu comecei a perceber que os alunos tinham muita dificuldade nessa parte de Análise Conformacional e realmente eu lembro que quando eu era estudante era uma das partes que a gente considerava uma das mais difíceis, porque ela tem uma representação que necessita de treino. E aí como eu tinha trabalhado na primeira parte com modelo (moléculas acíclicas), eu falei vou trabalhar com o modelo nessa parte de Análise Conformacional de ciclohexanos com modelo também. No começo todos eles sentiram resistência em pegar o modelo, eles não queriam trabalhar com o modelo, eu dava o modelo, falava o que eu gostaria que eles fizessem, alguns grupos faziam e outros grupos não faziam, ou quando eles faziam, dois ou três alunos do grupo manipulavam o modelo e os outros não manipulavam. Então o que eu comecei a fazer, eu distribuía (o modelo molecular) e aí eu comecei a perceber só de olhar a turma que alguns manipulavam e outros não e que eles tinham muita dificuldade em colocar a molécula na conformação que eu estava pedindo. Então aí (no episódio assistido) muito provavelmente como eu tive que ajustar o modelo para colocar os hidrogênios em axial certinho, elas não estavam conseguindo ajustar essa conformação. As ligações ali deviam estar tortas com esse modelo concreto e elas não conseguiam ver com clareza essa interação. Então quando eles começam a mexer muito e não conseguem localizar com a mão mesmo e aí eu peço para eles usarem as mãos para ajustar essa conformação, significa que alguma coisa ali está errada, ele (os alunos) não está conseguindo ajustar aquela conformação. (CF-EIXO-2-E-7).

Ao tecer as condições e escolhas sobre aquele momento de aula, a professora trouxe mais elementos importantes da sua prática. O primeiro refere-se a uma mudança de prática a partir da sua experiência, ou seja, mudou a organização da sua estratégia de ensino com base no seu olhar para com os estudantes. Além disso, também mobilizou uma lembrança de quando foi estudante de graduação e se deparou com aquela situação. Essa mudança se torna fundamental não só por indicar uma nova organização da aula, mas por apontar indícios de que a docente reestruturou sua visão de aprendizagem, mobilizando saberes da experiência em contextos diferentes. Pois, no início ela apresentava o conteúdo no quadro e após alterações na sua prática os estudantes construíam primeiro e na sequência a professora fazia no quadro. Essa percepção inicia no fragmento acima, mas é complementada por outra fala da professora no momento que faz referência à condução da atividade com a ferramenta material em sala de aula.

Então o que eu faço é passar depois de grupo em grupo para eles me explicarem. Porque no começo o que eu fazia, eu já mostrava e dava a resposta (na ferramenta material), eles trabalhando desse jeito eles conseguem chegar na resposta. (CF-EIXO-2-E-18).

O segundo ponto se deve ao uso da ferramenta material, que ao mobilizar durante a aula o manuseio pelos estudantes, auxiliou a professora a perceber as dificuldades dos mesmos, como também abordado na produção do Curta-metragem.

Tendo em vista o emprego recorrente, perguntamos quando a professora começou a usar o modelo molecular bola e vareta nas aulas. Ela respondeu que de modo demonstrativo ela já fazia uso na sala de aula a mais tempo, contudo foi no 2º semestre de 2016 (início do acompanhamento das aulas na pesquisa) que a professora usou como estratégia o manuseio do modelo material pelos estudantes em grupo (CF-EIXO-2-E-14). Nessa perspectiva, conversamos com a professora sobre qual compreensão de modelo ela busca construir com os estudantes. Segue o diálogo.

Professora: É mais essa questão de eles poderem transitar por alguns modelos que eles já conhecem de acordo com a necessidade daquilo que eles querem explicar. Então, por exemplo aquela questão eu falei logo no começo (da entrevista) dos modelos atômicos né, ele pode utilizar um modelo ou outro para explicar um determinado conteúdo ou como professor para explicar determinado fenômeno, porque eles realmente não conseguem transitar. Então, por exemplo, chega no final da disciplina eu tenho que falar de reação química, e aí na disciplina de química fundamental aqui (na instituição *in loco*) eles não têm uma introdução a cinética, como eu tenho que falar de reação eu tenho que falar que as moléculas vão se chocar e aí tenho que falar do estado de transição. Então eu tenho que dar uma introdução de um modelo cinético, só que não é o modelo cinético que eles aprendem no Ensino Médio, é um modelo cinético um pouco mais elaborado, ele considera esse estado de transição, e no Ensino Médio o ensino é dado também de forma meio desconectada, não tem princípio, meio e fim, ele sai do modelo de bola e uma hora aparece o estado de transição. Então, de novo, eu só dou uma pequena explicação dessa questão da evolução dos modelos, no caso lá no final de cinética e falo que dependendo da situação eu posso utilizar um modelo ou outro.

Pesquisador 3: [...] para mim não ficou claro quando você fala desse transitar, transitar por onde.

Professora: Então, porque assim tem os modelos teóricos, que é o que a gente está tratando e eu uso modelo concreto para chegar nesse modelo teórico, então assim, modelo concreto é ali a bola e a vareta. Quando eu falo para eles de modelo eu falo mais no sentido teórico mesmo, nas questões das teorias, o modelo de bola e vareta é uma ferramenta e tem vários tipos. [...] (CF-EIXO-2-E-12).

A professora ao explicar o termo transitar nesse contexto, parece que se deparou com o emprego do termo modelo em situações diferentes, as quais possuem implicações diretas com o ensino. De fato, concordamos com Chamizo (2013) que modelo é uma palavra polissêmica, o que gera uma dificuldade ao ser empregada em contextos de sala de aula.

Constatamos que a professora se deteve inicialmente à concepção de modelos científicos, embora nosso interesse de conversar sobre a temática suscitou principalmente do uso do termo modelo nas aulas, sobretudo ao empregar o artefato material bola e vareta. Assim, ainda que ao final do diálogo a professora tenha apontado a diferença de perspectivas de uso do termo modelo, não observamos uma tentativa de problematizar o termo na perspectiva do ensino. Por outro lado, a professora demonstrou se preocupar com os

estudantes no sentido da necessidade de lidarem com diferentes modelos científicos ao longo do curso de Química.

A temática modelo tem sido amplamente pesquisada no ensino de Ciências nas últimas décadas (GILBERT; JUSTI, 2016) uma vez que os estudos apontam que os modelos e a modelagem assumem um papel central na justificação e formação do conhecimento (TAPIO, 2007). Além disso, Souza (2014) reitera a importância da presença dessas discussões nos cursos de formação acadêmico-profissional e formação continuada dos professores de Ciências, potencializando assim um olhar crítico para os trabalhos dessa temática, sobretudo podendo ecoar também nas salas de aula do Ensino Médio.

Nesse sentido, procuramos na Conversa Reflexiva problematizar o uso da ferramenta material bola e vareta enquanto um modelo de representação para entes químicos. Pois, embora a professora tenha reconhecido diversas potencialidades como o aspecto do concreto para auxiliar na visualização de questões espaciais, não conseguimos perceber se o uso recorrente do termo modelo durante suas aulas possui a pretensão de chamar atenção dos estudantes aos possíveis atributos de um modelo, o que permite pensar sobre seus uso e limitações enquanto modo de representação.

Outro ponto importante que atravessa o uso da ferramenta material em contextos de ensino é a transposição entre um modo de representação e outro. A habilidade de transpor o conhecimento entre diferentes formas de representação para um mesmo ente químico vem sendo objeto de investigação de diferentes estudos, tendo em vista a dificuldade dos estudantes nessa transposição (HEITZMAN; KRAJCIK, 2005; WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001; KOZMA; RUSSELL, 1997). Desse modo, ainda sobre a ferramenta material conversamos com a professora sobre como ela faz essa transição na sala de aula entre uma representação tridimensional (no material bola e vareta) e a representação gráfica no quadro, conforme o diálogo a seguir.

Pesquisador 2: Então professora, como você faz a transição dessa questão material para o gráfico, no papel. Porque, por exemplo, o garoto na prova ele não faz no modelo material na sua frente, ele responde uma questão na prova, você coloca lá uma conformação assim ou assado, pede para ele escrever, o pessoal tem dificuldade de desenhar bote, cadeira e tudo, é uma coisa gráfica dentro da representação sincronizada. Como você percebe essa transição do material para o papel? Eles têm dificuldade, esse processo com os modelos moleculares ajuda mesmo a esse sujeito a identificar as questões que vêm do papel? Porque, em alguma medida tem aí, semioticamente, uma distância nessas duas representações, uma coisa é você estar com o modelo na mão e outra coisa é você identificar a situação no papel, no desenho, se for no computador também é uma outra dimensão, é uma outra forma representativa, você consegue perceber que há um ganho de entendimento

desses alunos das representações no papel, ainda que ele esteja fomentando a fazer essas representações nos modelos moleculares?

Professora: Então, acontece uma coisa muito engraçada, que eu comecei mesmo fazendo sem perceber e depois acabou evoluindo para uma coisa mais consciente. O que eu passei a fazer com o modelo, eu mostro na conformação com o modelo, qual ligação ele está representando no papel, por quê? Porque no modelo eu consigo girar a molécula e perceber algumas coisas. Quando eu represento isso no quadro, se eu olhar o modelo sem fazer uma pequena rotação (fez o movimento com as mãos), e isso eu falo na aula. Eu tenho que pegar o modelo que está nessa posição (mãos posicionadas) e rodar o modelo um pouquinho (inclinou a posição das mãos), por quê? Porque eu mostro que esses carbonos aqui de cima (os dedos que estão mais próximos da docente) eles têm que se deslocarem no espaço em relação a esses (os dedos da frente), porque senão a representação ficaria uma representação em cadeira mesmo, aquela cadeira de praia (fez com os dedos a representação da cadeira de praia no espaço). Então, eu começo a aula falando da cadeira de praia, que eu tenho aquela cadeira de praia, que está um carbono na frente do outro e aí com o modelo, eu mostro no meu modelo, eles estão com o modelo na mão e a partir desse modelo a gente começa a trabalhar na representação (no papel). Então assim, quando eu comecei a fazer isso eu achei que melhorou muito a questão da representação deles. O que eles sentem mais dificuldade na hora da representação é colocar os substituintes na posição certa. Então tem lá a posição 1-2, 1-3, 1-4 (marcou com os dedos no espaço, uma mão fixa e outra apontando as posições). Só que muitas vezes eles não enxergam que eu posso usar a parte da frente (usou o celular posicionado horizontal para apontar parte da frente e trás) ou a parte de trás da molécula. Então às vezes eles fazem isso de forma aleatória, eles colocam 1-4 mas de forma aleatória. Alguns deles não têm clareza quando ele olha a representação (no papel) e quando ele olha no modelo onde ele está, se ele está na parte da frente ou na parte de trás da molécula, mas eu tento construir em sala essa questão. Então eu tento construir com eles essa passagem. (CF-EIXO-2-E-19).

Face às considerações da professora sobre o processo de construção da transição representativa na sala de aula, entendemos que a ferramenta material modelo bola vareta permite ao estudante a visualização das posições dos átomos e suas ligações no espaço, bem como olhar essa molécula por diferentes posições. Tal construção auxilia quando ele transita para a representação gráfica, chamando a atenção para o posicionamento do olhar na estrutura molecular para se compreender a representação gráfica. Um aspecto importante é que a professora não cogita sobrepor por aproximação a representação material na representação gráfica, o que implicaria em forçar condições de igualdade para formas representativas com especificidades próprias (ARAUJO NETO, 2009). Com isso podemos inferir que a professora busca trabalhar tais representações considerando as especificidades de cada uma.

Na sequência ainda tangenciando aspectos das representações gráficas que levam em consideração o espaço, conversamos com a professora sobre habilidades espaciais.

8.4 A PERCEPÇÃO DA PROFESSORA SOBRE HABILIDADES ESPACIAIS

Na continuidade da entrevista, questionamos também sobre como a professora percebe as dificuldades dos estudantes com relação às habilidades espaciais. A docente já havia se referido a essas questões ao tratar da dificuldade dos estudantes na visualização da molécula, na rotação, o que corroborou para a utilização da ferramenta material em sala e também com a produção dos vídeos.

Então acabou que foi muito interessante isso, porque foi uma crescente. Desde quando eu comecei dar aula eu dou essa disciplina de Química Orgânica I, acho que comecei dar aula em 2004. Eu fui percebendo que os alunos, eles tinham uma dificuldade em visualizar a molécula mentalmente. E isso é uma coisa que eu sempre chamo atenção deles que eu falo assim, olha você tem que fazer o esforço de visualizar essa molécula mentalmente, porque vai chegar o momento que vamos girar a molécula, vai quebrar ligação em determinada região e aí eu tenho que tentar visualizar isso. Quando eu comecei a dar essa disciplina eu percebia que os meus alunos não tinham essa dificuldade, então eu representava a molécula no quadro e eles conseguiam por exemplo, ver essas interações 1-3 diaxial sem muita dificuldade (referência ao episódio assistido). À medida que o tempo foi passando e esses alunos mais novos estão chegando, eles não conseguem fazer essa passagem, do que está representado na lousa para o modelo visual, talvez, mental. Ele não consegue pegar aquilo dali e imaginar em três dimensões na cabeça deles. Então daí que surgiu a ideia, vendo um livro de Química Orgânica Experimental de levar esse modelo molecular para dentro da sala de aula. E aí depois com o nascimento das crianças (seus filhos) acabou que a gente vai prestando mais atenção nisso, que algumas aquisições dessa questão espacial elas são feitas quando a gente é muito pequeno e tem vários estudos sobre isso já, eu nunca me aprofundei, mas que correlaciona essa perda dessa criação desse modelo mental com o uso de eletrônicos. Então ele sempre tem alguma coisa visual, ele nunca tem que construir alguma coisa mental. (CF-EIXO-2-E-13).

A professora traz diferentes elementos na composição da sua resposta. Primeiro, de modo geral, ela percebe a dificuldade dos estudantes para visualizar a molécula em três dimensões, baseada principalmente na dificuldade que os mesmos apresentam para representarem em duas dimensões no papel. Outro ponto importante ponderado por ela é que os estudantes de hoje apresentam dificuldades de aspectos espaciais e os alunos das suas primeiras turmas não apresentavam. De fato, estudos atuais buscam compreender a influência da tecnologia no desenvolvimento físico, mental e social das crianças (PAIVA; COSTA, 2015), embora acreditamos que essas mudanças serão mais perceptíveis nas crianças de hoje, ou seja, nas próximas gerações.

Por outro lado, há de se considerar a experiência da professora. Desse modo, podemos destacar que talvez no início da carreira ela não conseguia perceber como os estudantes

lidavam com essas questões espaciais e não o fato da inexistência dessas dificuldades. Ao passo que, com a experiência, ela foi desenvolvendo esse olhar menos centrado em como dar aula e mais direcionado em como os estudantes aprendem a partir do espaço da sala de aula.

Nesse sentido, podemos observar mais uma vez como essa resposta da professora dialoga com sua trajetória, sobretudo desencadeadas pelas suas redes de relações que compõem os saberes da experiência.

A formação do professor se dá durante toda a sua trajetória pessoal, escolar e profissional, na qual ele vai se construindo e reconstruindo nas relações estabelecidas com outros que lhe são significativos, e vai sendo influenciado por tudo aquilo que o subjetivou e subjetiva. Assim, apesar de não ter, na maioria das vezes, uma formação específica para a docência, ele assume práticas baseadas na sua própria experiência vivida (QUADROS, 2010, p. 36).

Adicionalmente a fala de Quadros (2010), concordamos com Ferraz (2021) ao reiterar que independentemente da formação, seja a licenciatura ou o bacharelado, os saberes que são construídos ao longo de todo o espaço formativo podem contribuir para a prática docente no Ensino Superior. Verificamos que a professora apresenta indícios de como os saberes da experiência tem sido importante, sobretudo utilizados como base para sua própria prática docente.

Nessa última fala da professora e também em outras percebemos ainda como ela percebe os estudantes. estabelecendo uma relação com o conteúdo que se propõe a ensinar. Na próxima seção tratamos sobre essa percepção.

8.5 A PERCEPÇÃO DA PROFESSORA COM RELAÇÃO AOS ESTUDANTES

Com relação as percepções na sala de aula, conversamos com a professora a partir da seguinte questão: durante as aulas foi muito nítido seu olhar atento para os estudantes, como se você conseguisse perceber a compreensão ou não deles, como você julga se houve aprendizagem?

A professora relatou sobre seu olhar para os grupos, sua percepção a partir das expressões de dúvidas, aceitação ou reprovação, os próprios diálogos e gestos entre os estudantes durante as atividades. Embora tenha destacado também que alguns têm resistência de manipularem as ferramentas materiais, o que implica na dificuldade de perceber as expressões, ou seja, se eles estão compreendendo o conteúdo. Assim, perguntamos também se ela entende que esse olhar foi adquirido com a prática.

Eu acho que sim, quando eu comecei dar aula eu não prestava atenção neles não (alunos), eu dava aula meio tipo robô e aí com o passar do tempo a gente

vai começando a perceber as expressões, quando o aluno vai ficando mais inquieto, começa a sair da sala, esses daqui fazem menos isso, você consegue perceber o que está acontecendo. Por exemplo eu dou um conteúdo que é extremamente chato, é repetitivo, são as interações intermoleculares, você percebe o desconforto deles, assim, nossa que falação para explicar conteúdo, porque ele é repetitivo. (CF-EIXO-2-E-18).

Entendemos que em sua reflexão a professora direcionou seu olhar para sua própria prática docente. Esse direcionamento possibilitou uma reflexão crítica sobre sua prática docente, uma vez que a docente fez uma autoavaliação destacando como ela passou a olhar para os estudantes de um modo diferente na sala de aula, ao longo do tempo. Podemos compreender por meio das suas palavras que com a sua experiência os estudantes também passaram a fazer parte da aula. Essa percepção em relação aos estudantes, central em algumas teorias de ensino e aprendizagem contemporâneas, é muito importante no processo de ensino e de aprendizagem em virtude de a professora conseguir fazer intervenções no processo que julgar necessário ainda no momento da aula, ou posteriores, como mudança metodológica, avaliativa. Tal postura indica uma atitude de reflexão sobre a própria prática que pode ocorrer durante a prática ou sobre a prática visando superar desafios profissionais (SCHÖN, 1992).

Outro ponto importante é que a professora não justifica com muita clareza como aconteceu essa mudança na percepção, logo na sua prática, além de destacar a questão temporal. Como já discutimos, no início da carreira é normal a insegurança docente. Mas aqui quando a professora usa o termo “robô” e também a partir de outras falas, podemos evidenciar que ela não apenas passa da fase da insegurança, mas vai aprendendo e se tornando uma professora que compreende a sala de aula como espaço onde predomina um processo dinâmico, onde a interação entre professora e estudantes, e entre os próprios estudantes, é importante, distanciando assim da ideia do professor robô, ou ainda da aula como uma receita. Entendemos que ela passa a reconhecer o espaço da sala de aula de modo diferente, não apenas considerando sua familiaridade com o lugar a partir dos anos de experiência, além disso. A partir da articulação dos seus saberes docentes, principalmente o da experiência, a professora possivelmente reestruturou sua concepção de aula, o que se atravessa também sua concepção de ensino e de aprendizagem.

Outro aspecto importante que não podemos deixar de reiterar é a importância da fundamentação teórica sobre os processos de ensino e de aprendizagem para o exercício profissional, onde por exemplo, a professora poderia se desenvolver para compreender as dificuldades dos alunos. Contudo, ao longo da Conversa Reflexiva a professora revelou que seu diálogo com a teoria acontece por meio de leituras e também por outros caminhos, como

em conversas com colegas da área de Ensino de Química. Assim não ocorre em situações formalizadas de formação continuada, considerando também a ausência da Licenciatura.

Desse modo, estamos com o olhar direcionado para uma docente que emprega dos saberes da experiência para refletir sobre sua prática docente, o que é considerado um passo importante na docência. Contudo, defendemos a necessidade de articulação entre os saberes acadêmicos e os saberes tácitos dos professores, e um caminho possível seja proporcionar aos professores, por meio de ações de formação continuada, oportunidades de reflexão sobre a prática de modo individual e também em grupo com o auxílio de aportes teóricos (FERRAZ, 2021), conforme nosso grupo de pesquisa vem desenvolvendo com coletivos de professores da Educação Básica (BASSOLI; LOPES, 2017; SILVA; LOPES, 2019) e agora, no momento da redação desta tese, está sendo realizado com professores do Ensino Superior, onde a professora é uma colaboradora. Nesse sentido, reiteramos que “a teoria, quando articulada aos saberes da prática, tem um papel fundamental para a atuação eficaz do professor.” (FONTANA; FÁVERO, 2013).

Ainda atravessando aspectos importantes da docência, na última seção temática apresentamos trechos da Conversa Reflexiva que apontam para uma perspectiva mais ampla da docência no Ensino Superior.

8.6 PLANEJAMENTO DA DISCIPLINA E ASPECTOS DO ENSINO SUPERIOR

No evento 9 (Eixo 2) questionamos a professora se o episódio assistido retrata a sua prática (formas de atuação) em sala de aula. A professora direcionou sua resposta para o planejamento da disciplina, sobretudo ao emprego da ferramenta material e o trabalho dos estudantes em grupo.

É assim, eu divido esse curso em três momentos. No primeiro momento que é relembrar alguns conceitos que eles deveriam chegar na minha disciplina sabendo e que muitas vezes eles não chegam, que é a primeira parte do curso. Aí tem interação intermolecular e ácido-base e depois análise conformacional. O meio do curso (onde os Episódios de aula estão localizados) eu consigo trabalhar desse jeito com modelo, mas nas extremidades tanto no início tanto no final, eu ainda não consegui pensar como eu posso tornar isso mais dinâmico, aí acaba sendo uma aula um pouco mais tradicional mesmo. Então assim, nessa parte da disciplina é o que eu costumo fazer, mas o curso como um todo eu não consigo trabalhar dessa maneira. (CF-EIXO-2-E-9).

Assim, ela reconheceu que os momentos extremos do curso ainda seguem um modelo de aula um pouco mais tradicional e revelou seu descontentamento com a manutenção desse formato de aula. Em um momento posterior da entrevista, no evento 15, ao ser questionada

sobre as motivações para usar a ferramenta material em grande parte da disciplina e ainda colocar os estudantes para manusear em sala de aula, a professora ampliou a discussão de perfil de aula no Ensino Superior.

É acaba que assim, eu venho já tem um tempo e isso já vem sendo discutido no departamento dessa questão desse modelo de aula no Ensino Superior, uma hora isso vai ter que mudar, porque esses alunos que estão chegando nos últimos para cá, vou colocar assim, nos últimos quatro anos, eles não se interessam por esse modelo de ensino onde o professor fica no quadro passando coisas. Então a gente sempre precisa buscar coisas mais interativas mesmo né. (CF-EIXO-2-E-15).

Desse modo, a docente reconhece a necessidade de se repensar o modelo de aula do Ensino Superior, tendo em vista as mudanças atuais em termos tecnológicos e até mesmo considerando uma mudança do perfil dos estudantes com a ampliação do acesso à universidade pública, principalmente, por meio do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), a partir de 2008. Sobre esse cenário.

O perfil do alunado que ocupa os espaços acadêmicos das IES, neste séc. XXI, demanda do professor universitário maior flexibilidade, agilidade e alternativas de formação adequadas às expectativas dos estudantes. O professor, na condição de sujeito do processo de construção coletiva de saberes e conhecimentos necessários ao atendimento dessas novas expectativas de formação, que pressupõe ruptura com padrões e modelos rígidos, se sente desafiado e, muitas vezes, perdido diante da complexidade da ação docente. [...] Nesse sentido, o professor deve estar permanentemente elaborando e reelaborando novos conceitos, novas metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem que envolvam os alunos e possibilite a satisfação das necessidades educacionais impostas por esta nova sociedade. (MAIA; SILVA, 2018, p.70)

A citação de Maia e Silva vai ao encontro da fala da professora no sentido de trazer para a docência no Ensino Superior a discussão sobre mudanças no modelo predominante de ensino a partir de novas configurações no próprio cenário universitário. Desse modo, percebemos ações individuais de professores, como o caso da professora acompanhada aqui na tese que busca novas propostas de formato de sala de aula, principalmente numa etapa da disciplina, na qual consegue inverter a sala de aula proporcionando aos estudantes um espaço mais ativo na construção da aprendizagem.

Quando olhamos esse cenário de modo geral, como a partir das pesquisas, constatamos que ações individuais sempre terão sua relevância, como apontados em outros

trabalhos também (QUADROS, MORTIMER, 2016), contudo faz-se necessário considerar outros aspectos, os quais atravessam a própria formação para a docência no Ensino Superior.

Ao longo da Conversa Reflexiva procuramos conversar com a professora a partir da sua prática, e ainda tangenciamos pontos referentes a sua formação. Nesse sentido, ao longo da discussão vários indícios apontaram que a professora articulou seus saberes da experiência na sua prática docente, devido também a ausência de uma formação pedagógica formal. Assim, embora a professora não tenha trazido de modo explícito essa compreensão a respeito da formação pedagógica, até mesmo porque não aprofundamos nessa linha, entendemos que sua inquietação sobre o modelo de aula do Ensino Superior pode perpassar também ao que Massetto (2012) coloca que “só recentemente os professores universitários começaram a se conscientizar de que seu papel, de docente do Ensino Superior, como qualquer profissão, exige capacitação própria e específica” (p. 15).

Ao destacar a capacitação própria e específica, Massetto indica para todos os saberes que são considerados no campo da formação de professores, inclusive sobre as especificidades da docência no Ensino Superior. Nesse sentido, é defendido por compreensão diversos pesquisadores (MASETTO, 2012; ALMEIDA, 2012; PIMENTA; ANASTASIOU, 2014) a necessária formação pedagógica, a qual abre espaço para a problematização dos saberes da experiência a partir de bases teóricas para transcender a observação, muitas das vezes, acrítica da prática docente dos professores ao longo de sua formação na graduação e na pós-graduação. Adicionalmente, rompendo-se também com a ideia do ensino universitário respaldado apenas no conhecimento específico da área, que embora fundamental, não é suficiente. Nesse sentido, compreendemos que o debate sobre novas perspectivas para aulas do Ensino Superior atravessam aspectos da integração da teoria à prática por meio dos saberes da experiência, saberes pedagógicos e saberes específicos (PIMENTA, 2012).

Portanto, a conscientização da necessidade de formação permanente, a busca e a realização são ações importantes e dizem sobre a compreensão e valorização dos docentes sobre sua atividade profissional. Neste sentido, vale destacar que a professora participante da pesquisa iniciou em 2020, e está concluindo nos próximos meses, uma especialização *lato sensu* sobre Docência no Ensino Superior em uma universidade pública.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo procuramos compreender as situações de ensino que envolvam formas de representar entes químicos a partir da disciplina de Química Orgânica I, no Ensino Superior pelo olhar da semiótica peirceana. Pertence a esse referencial teórico, uma compreensão acerca da representação por meio da noção triádica – signo, objeto e interpretante, que oferece uma estrutura teórica e metodológica que permite investigar as situações de sala de aula levando em conta a complexidade deste cenário.

No campo metodológico, colocamos em evidência situações do Ensino Superior por diferentes perspectivas. Os dados da sala de aula, da produção audiovisual dos estudantes, e da Conversa Reflexiva com a professora, apresentaram o processo de ensino e de aprendizagem por diferentes ângulos. A sala de aula revelou a ação do processo de ensinar, a professora assumiu papel central ao desencadear atividades, mediar as formas de uso das ferramentas gráficas e materiais, provocar, direcionar, ou até mesmo restringir as semioses. O material audiovisual dos estudantes, em contraponto com a sala de aula, indicou um tipo de resposta ao processo de ensino no qual esses estudantes assumem protagonismo e provocam novas semioses. Esse tipo de abordagem, que combina e articula aspectos dinâmicos do signo, oferece potenciais específicos como um item de avaliação.

Assumimos como fundamento para nossas análises a delimitação das semioses, ao perceber nelas como movimentam-se signo, objeto e interpretante. Procuramos olhar o mesmo material empírico através de diferentes lentes, mas sem perder o horizonte do contínuo semiótico. Esse olhar para os episódios de aula foi um passo importante para a caracterização dos signos, e reconhecemos neles a atividade de um híbrido marcado fundamentalmente pela ação das ferramentas materiais como extensões dos humanos (professora e/ou o estudante). Essas ferramentas, artefatos mundanos do ensinar da química, parecem chamar ou atrair esse tipo de semiose, atraem o agir do professor para um espetáculo de produção de sentido em sala de aula. A semiose desse tipo de signo [Humano + Ferramenta] nos oferece ainda desafios, mas acreditamos na possibilidade de compreendê-la com muita potência à luz da Semiótica de Peirce, como fizemos a partir das escolhas nos turnos de análise, ao destacarmos elementos como fala, gestos e imbricação com as ferramentas materiais e gráficas.

A professora participante da pesquisa contribuiu efetivamente para que essa caracterização sígnica pudesse assim ser compreendida. Ela, de fato, encarna diferentes modos semióticos na sua ação docente, como por exemplo nos momentos em que toma para si a ferramenta material (modelo bola e vareta) e opera os movimentos que pretende tornar

presente. Os possíveis movimentos do ente químico, a topologia que a molécula assume em determinadas circunstâncias, são presentificados em semioses desse híbrido. Essa semiose é transmitida para a produção audiovisual dos estudantes, uma vez que compreendemos que os estudantes também a incorporam, ainda que numa esfera mimética, aspectos da semiose da docente.

Ainda com relação à prática docente da professora, destacamos a multiplicidade de agências semióticas utilizadas por ela na sala de aula. Sua prática instancia ferramentas materiais (bola e vareta), produz representações gráficas na lousa, propõe atividade em grupo na aula, acompanha e faz intervenções nessa atividade, além de propor e avaliar os estudantes sobre uma produção audiovisual. Tudo isso torna possível caracterizar recursos de uma aula prática no interior de um curso teórico. Tais aspectos puderam ser explorados a partir do estudo semiótico da Aula H e dos episódios de aula, todo esse cenário está impresso no trabalho dessa professora que aceitou de maneira acolhedora integrar nossa pesquisa. As ferramentas, de ordem material e/ou gráfica são importantes nesse contínuo semiótico aula, mas reconhecemos o papel central da professora ao provocar as semioses, as ações dos signos por meio do emprego de elucidações, relações, convenções, conceitos que são altamente proeminentes em aspectos simbólicos (Terceiridade).

A partir da análise dos episódios, e amparados pela análise semiótica, colocamos em evidência que uma mesma forma sígnica, como no caso em estudo da nuvem eletrônica, pode realizar semioses diferentes do ponto de vista do ensino e do ponto de vista da aprendizagem, uma a partir do contexto de Secundidade e outra a partir da Terceiridade. Sua representação é complexa e não pode ser restrita a um nível representativo. Isso permite compreender, mais uma vez, o potencial da semiótica como fundamento teórico para estudar o cenário de ensino na química, levar em consideração a semiose e ter em vista estudantes como interpretantes, o que pode ser considerado modal em situações de aprendizagem escolar. Essa forma de encarar o ensino da química, a partir de suas semioses, ao nosso ver, recoloca as limitações da abordagem triangular ainda adotada no Ensino de Química, em concordância com outros estudos da literatura trazidos na presente tese.

Caracterizamos os Curtas-metragens como hipoícones do tipo diagramas, que empregam índices e símbolos. Nesse caso, o ícone relaciona-se com o objeto por meio de suas partes, é governado por símbolos, e pode conter índices. Essa configuração diagramática se manifesta ainda no caráter operacional de tais ícones. Entendemos que essa leitura dos curtas-metragens possibilitou compreensão aprofundada de como as semioses do signo curta-metragem empregaram regras implícitas tais como a posição do observador, o ângulo de

rotação, identificadas nos 10 curtas-metragens. Nessa discussão diagramática, fundamentada numa relação estrutural entre o signo e o objeto, o signo pode se apresentar com determinada característica, como a simbólica. Todavia, na fase de interpretação, ou seja, para assumir significado, ele se conecta com índices e por sua vez com ícones. O ‘experimento’ de manuseio da ferramenta, enquanto artefato prioritariamente simbólico naquele contexto, permitiu interpretantes icônicos mais precisos e elaborados. Isso favoreceu aos estudantes perceberem como conformações alternadas e eclipsadas se manifestam na ferramenta material. Essa semiose manifestou-se a partir do manuseio e permitiu estabelecer relações com o objeto ‘molécula’ em termos de sua estabilidade.

A Conversa Reflexiva com a professora foi estruturada considerando aspectos que nos atravessaram na vivência da pesquisa, no contexto da disciplina de QOI e de nossa fundamentação teórica. Utilizamos dados construídos, episódios de aula e produção audiovisual dos estudantes, questões envolvendo a ferramenta material, a linguagem, a transição por diferentes representações, a percepção da professora em relação aos estudantes e ainda aspectos gerais da disciplina e da docência no Ensino Superior. Embora a Conversa Reflexiva tenha tangenciado diferentes temáticas, um aspecto atravessou toda a conversa: os saberes da experiência docente. Esse foi o lugar de fala da professora. Ficou evidente como os dezesseis anos de profissão propiciaram elementos, devido a um processo reflexivo, que mostram uma professora que foi se reinventando, conhecendo o espaço da sala de aula, as dificuldades dos seus estudantes, aspectos que proporcionaram mudanças na sua prática como também mudanças na sua concepção de aula.

Compreendemos que a Conversa Reflexiva consistiu numa etapa importante da pesquisa, em virtude de criar condições de fala e conversa com a professora a partir de outro lugar, além do contexto da sala de aula. Entendemos que esse espaço proporcionado na Conversa não apenas trouxe elementos para a nossa triangulação dos dados, como também pode ter favorecido o próprio processo de reflexão crítica da professora, um desdobramento importante no contexto do alcance da pesquisa. Além dos indícios apontados ao longo da análise percebemos que a professora vem buscando ações de formação continuada, por meio de especialização *lato sensu* sobre docência no Ensino Superior e também vem atuando como colaboradora em um grupo voltado para reflexão sobre a prática docente universitária com o auxílio de aportes teóricos.

Queremos destacar ainda, nesse contexto de encerramento, o potencial da estratégia desenvolvida pela professora por meio da atividade de produção audiovisual, os curtas-metragens. Entendemos que esse tipo de produção é potencialmente reveladora dos sentidos

que os estudantes agregam durante o processo de ensino a partir de uma análise semiótica. Assim, vislumbramos como perspectiva desse trabalho, a criação de oficinas, curso de extensão sobre produção audiovisual como ferramenta de aprendizagem e avaliação, podendo ainda alcançar outros contextos de ensino, além da Química Orgânica. Embora essa atividade tenha sido suscitada anteriormente ao contexto pandêmico da COVID-19, pelo seu caráter também, pode atuar como importante estratégia nesse cenário. Vale ainda reiterar que a professora será convidada a dirigir essa proposta considerando sua iniciativa.

Nosso estudo procurou colocar em evidência as possibilidades da semiótica peirceana como ferramenta teórica e metodológica para interpretação de situações de ensino e de aprendizagem a partir de registros de situações de sala de aula. Acreditamos que esse tipo de abordagem deve se desdobrar para outros contextos de ensino, além da Química Orgânica no Ensino Superior. Além disso, ampliamos o debate em torno da noção de representação na área de Ensino de Química, uma vez que, tendo como referência a semiótica de Peirce, procuramos formular os modos que envolvem a representação da estrutura química na sala de aula, situando a professora e o estudante nas semioses, possibilitando assim um novo modo de interpretação da atividade representativa na Química que incorpora os sentidos produzidos pelos estudantes.

Ao final, gostaríamos de situar como proposta para projetos futuros, estudar as ferramentas materiais como artefatos cognitivos (QUEIROZ; ATÃ, 2020). As ferramentas materiais, manifestadas como um componente do signo híbrido, podem ser percebidas como um artefato semiótico e um ponto de partida analítico para compreender diferentes tipos de dinâmica, em constante movimento, seja em contextos de presença, na sala de aula por exemplo, ou nas emergentes situações remotas de ensino.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Isabel. **Formação do professor para o Ensino Superior: desafios e políticas institucionais**. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- ALVES, N. B.; SANGIOGOA, F. A.; PASTORIZA, B. S. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de Química Orgânica do Ensino Superior - estudo de caso em duas universidades federais. **Química Nova**, v. 44, No. 6, 773-782, 2021.
- ANASTASIOU, Léa das Graças Camargo; ALVES, Leonir Pessate. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 3. edição. Joinville: Univille, 2004. p. 67-100.
- ARAUJO NETO, W. N. **Formas de uso da noção de representação estrutural no ensino superior de química**. 2009. 228 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ARAUJO NETO, W. N. A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural. **Química Nova na Escola**, caderno temático n. 7, p. 13-24, 2007.
- 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, nov., 2012.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BAKER, R. W.; GEORGE, A. V.; HARDING, M. M. Identification and rectification of student difficulties concerning three-dimensional structures, rotation, and reflection. **Journal of Chemical Education**, v.75, n.7, p.757-853, 1998.
- BAKHTIN, Mikhail. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.
- BASSOLI, F.; LOPES, J. G. S. Desenvolvimento profissional docente em um grupo colaborativo: reflexão crítica e formas de colaboração. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 2441-2446, 2017.
- BITARELLO, S. B.; QUEIROZ, J. Embodied semiotic artefacts: on the role of the skin as a semiotic niche. **Technoetic Arts**, v. 12, n. 1, p. 75-90, 2014.
- BOLZAN, D. P. V. ISAIA, S. M. de A. Pedagogia universitária e aprendizagem docente: relações e novos sentidos da professoralidade. **Revista Diálogo Educacional**, v. 10, n. 29, p. 13-26, 2010.
- BORGES, C. M. F. Saberes docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa. **Educação & Sociedade**, ano XXII, nº 74, p. 59-76, 2001.
- BRANQUINHO, João.; MURCHO, Desidério.; GOMES, Nelson Gonçalves. **Enciclopédia de termos lógico-filosóficos**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394. Brasília, 1996.

BRUICE, Paula Yurkanis. **Química Orgânica**. 4ª edição. São Paulo: Pearson, 2006.

CHAMIZO, J. A. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. **Science & Education**, v. 22, n.7, p.1613-1632, 2013.

CAMPOS, A. R.; ARAUJO NETO, W. N. Stop Motion e Semiótica na Criação Audiovisual: Elementos de uma Atividade com Estudantes no Ensino Médio. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, nov., 2021.

CANCIAN; C. C. B.; RAMOS, R. C. A. N. Estudo semiótico de imagens sobre Ligações Químicas em livros didáticos para o 1º ano do Ensino Médio. **Educação em Química em Ponto de Vista**, v.3, n.1, 2019.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10ª edição. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

CHANDRASEGARAM, A. L.; TREAGUST, D.; MOCERINO, M. The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 3, p. 293-307, 2007.

CHAMLIAN, H. C. Docência na universidade: professores inovadores na USP. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 41-64, março/ 2003.

CHEVALLARD, Y. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.3 n.2 mai/ago, 2013.

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.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES. **Circular nº. 028/99/PR/CAPES**. Brasília, 1999.

CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO - **Parecer nº 977/CFE aprovado em 3 dez. 1965**.

CUNHA, Maria Isabel. A docência como ação complexa. In: CUNHA, Maria Isabel. (org.). **Trajetórias e lugares de formação da docência universitária: da perspectiva individual ao espaço institucional**. Araraquara, SP: Junqueira & Marin; Brasília, DF: CAPES; CNPq, 2010.

CUNHA, M. I. Docência na universidade, cultura e avaliação institucional: saberes silenciados em questão. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11 n. 32, p. 258-271, 2006.

CUNHA, Ediórgia Reis; DINIZ-PEREIRA, Júlio Pereira. Docência no Ensino Superior: uma breve revisão das pesquisas sobre a formação docente e a prática pedagógica do professor

universitário. *In*: LOPES, J. G. S. e MASSI, L. (Orgs) **Aprendizagens da docência no Ensino Superior: desafios e perspectivas da Educação em Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 238p. 2017. p. 27-52.

DANGELO, L.; REZENDE, C. M.; ARAUJO NETO, W. N. Um estudo Semiótico sobre o Conteúdo de Formas Exordiais de Representação do Espaço na Química Orgânica no Final do Século XIX. **Revista Virtual de Química**, v.12, n. 5, ago., 2020.

DINIZ-PEREIRA, J. E. A formação acadêmico-profissional: compartilhando responsabilidades entre universidades e escolas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO (ENDIPE), 14., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2008.

FALCÃO, D; GILBERT, J.K. **Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagens em museus de ciências**. Histórias, Ciências e Saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 12, 2005, p. 91-115.

FARIAS, Priscila; QUEIROZ, João. **Visualizando signos: modelos visuais para as classificações signicas de Charles S. Peirce**. São Paulo: Blucher, 2017. E-book.

FARIAS, P. O conceito de diagrama na semiótica de Charles S. Peirce. **Tríades em Revista**, v.0, n.00, Rio de Janeiro, out., 2008.

FERRAZ, V. G. L. **A formação para a docência no Ensino Superior: Espaços de compartilhamento de experiências entre professores e pós-graduandos na Pós-graduação em Química da UFJF**. 2021. Tese (Doutorado em Química). Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021.

FERRAZ, V. G. L.; MOTA, D. C. S.; LOPES, J. G. S. Um olhar sobre a formação para a docência no ensino superior ao longo da pós-graduação em química. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 16, n. 35, p. 1-23, 2020.

FERENC, A. V. F.; SARAIVA, A. C. L. C. Os professores universitários, sua formação pedagógica e suas necessidades formativas. *In*: DALBEN, A. I. L. F. **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente: avaliação educacional educação a distância e tecnologias da informação e comunicação educação profissional e tecnológica Ensino Superior políticas educacionais relações raciais e educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 573-589.

FLICK, U. **Uma introdução a pesquisa qualitativa**. 3. edição. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FONTANA, M. J.; FÁVERO, A. A. Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 8, n. 17, p. 1-14, 2013.

FREIRE, L. I. F. FERNANDEZ, C. O professor universitário novato: tensões, dilemas e aprendizados no início da carreira docente. **Ciência Educação**, v. 21, n. 1, p. 255-272, 2015.

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

GILBERT, John K. **Em Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education**. Springer: Dordrecht, 2005.

GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. **Modelling-based Teaching in Science Education, Models and Modeling in Science Education**. Springer International Publishing Switzerland, 2016.

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

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11. n.2, p. 219-238, 2006.

HALFORD, B. Is there a crisis in organic chemistry education? **Chemical & Engineering News**, v. 94, ed. 13, 2016.

HOFFMANN, Michael H.G. Cognição e pensamento diagramático. *In*: QUEIROZ; J.; MORAES, L. **A lógica de diagramas de Charles Sanders Peirce: implicações em ciência cognitiva, lógica e semiótica**. 1edição, Juiz de Fora: Editora UFJF, 2014, p. 101-134.

HOFFMANN, R. LASZLO, P. Representation and Chemistry. **Angewandte Chemie International**, v.30, n. 1, p. 1-16, 1991.

HUBERMAN, Michael. O ciclo de vida profissional dos professores. *In*: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 1995.

IUPAC. **Verbete no Golden Book**. Disponível em: <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01259>. Acesso em: 9 ago. 2021.

JOAQUIM, N. F., NASCIMENTO, João P. B., BOAS, A. A. V., SILVA, F. T. Estágio docência: um estudo no programa de Pós-Graduação em administração da Universidade Federal de Lavras. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 6, Curitiba, 2011.

JOHNSTONE, A. H. Macro and microchemistry. **The school Science Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JOHNSTONE, A. H. The Development of Chemistry Teaching. **Journal of Chemical Education**, v.70, n.9, p.701-705, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v.1, n.1, p.9-15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education: Research and Practice**, v.7, n.2, p.9-63, 2006.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspectiva. **Journal of Chemical Education**, v.87, n.1, p.22-29, 2010.

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

- LABARCA, M. Acerca del triangulo de Johnstone: algunos comentarios filosoficos. Caderno de resumos da **1ª Conferência Latino---americana do International History, Philosophy and Science Teaching Group**, p. 101, 2010.
- LEE, Kam-Wah L. Particulate representation of a chemical reaction mechanism. **Research in Science Education**, v. 29, n. 3, p. 401-415, 1999.
- LIBÂNIO, José Carlos. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 5ª edição, Goiânia: Alternativa, 2004.
- LEO, Rossella Fabbrichesi. 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**. 1ª edição, Juiz de Fora: Editora UFJF, 2014, p. 13-44.
- LOBO, A. S. M. MAIA, L. C. G. O uso das TICs como ferramenta de ensino aprendizagem no Ensino Superior. **Caderno de Geografia**, v.25, n.44, 2015.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- 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.
- MAIA, Kadma Lanúbia da Silva; SILVA, Rosália de Fátima. Bacharel iniciante na carreira docente: a form-ação em xeque. *In*: **Políticas públicas na educação brasileira: formação de professores e a condição do trabalho docente** / Organização Atena Editora: Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018, p.67-79.
- MALDANER, Otávio Aloísio. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, v. 22, n. 2, p. 289-292, 1999.
- MASETTO, Marcos Tarciso. **Competência pedagógica do professor universitário**. 2ª edição. São Paulo: Summus, 2012.
- MARTINS, Isabel. 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**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.
- MELO, Geovana Ferreira; CAMPOS, Vanessa T. Bueno. Pedagogia universitária: por uma política institucional de desenvolvimento docente. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 49, n. 173, p. 44-63, 2019.
- MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995.
- MOSS, G. P. Basic Terminology of stereochemistry. **Pure and Applied Chemistry**, v. 68, n.12, p. 2193-2222, 1996.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p.273-283, 2000.

MORTIMER, E.; QUADROS, A. L.; SILVA, A. C. A.; SÁ, E. F. MORO, L.; SILVA, P. S.; MARTINS, R. F.; PEREIRA, R. R. Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de Ensino Superior. **Revista Ensaio**, v.16, n.3, 2014.

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

PAIVA, N. M. N.; COSTA, J. S. A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça? **Psicologia.pt**. 2015. Disponível em: <https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0839.pdf>. Acesso em 20 ago. 2021.

PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1977.

PETRUCCI, Valéria B. C.; BATISTON, Renato R. Estratégias de ensino e avaliação de aprendizagem em contabilidade. In: PELEIAS, I. R. (Org.). **Didática do ensino da contabilidade**. São Paulo: Saraiva, 2006.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. **Docência no ensino superior**. 5ª edição. São Paulo: Cortez, 2014.

PIMENTA, Selma Garrido. **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8ª edição. São Paulo: Cortez Editora, 2012.

PORLAN ARIZA, R.; RIVERO GARCÍA, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 155-171, 1997.

QUADROS, A. L. **Aulas no Ensino Superior: uma visão sobre professores de disciplinas científicas na Licenciatura em Química da UFMG**. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

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.

QUEIROZ, João. **Semiose segundo C. S. Peirce**. São Paulo: EDUC; FAPESP, 2004.

QUEIROZ, J.; ATÃ, P. Intersemiotic translation, cognitive artefact and creativity. **Adaptation**, v. 12, n. 3, p. 298-314, 2020.

RAHMAWATI, Y.; DIANHAR, H.; ARIFIN, F. Analysing Students' Spatial Abilities in Chemistry Learning Using 3D Virtual Representation. **Education Sciences**, v. 185, n. 11, 2021.

RAUPP, D. T. **Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica**. 2015. 243f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

RAPPOPORT, L. T.; ASHKENAZI, G. Connecting Levels of Representation: emergente versus submergent perspective. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 12, p. 1585-1603, 2008.

RAUPP, D. T. **Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica**. 2015. 243f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

REZENDE, G. A. A. **Ensino de Estereoquímica**: Construção e aplicação de um modelo em sala de aula. 2016. 199f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Química, Uberlândia, 2016.

ROZENTALSKI, E. F.; PORTO, P. A. Imagens de orbitais em Livros Didáticos de Química geral no século XX: uma análise semiótica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 20, n.1, 2015.

ROZENTALSKI, E. F.; PORTO, P. A. Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana. **Ciência e Educação**, v. 24, n. 2, 2018.

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

SANTAELLA, Lucia. **Matrizes da linguagem e pensamento: sonora, visual, verbal: aplicações**

na hipermídia. São Paulo: Iluminuras, 2001.

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

SANTAELLA, Lucia. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Cengage Learning, 2002.

SANTAELLA, Lucia. **Linguagens líquidas na era da mobilidade**. São Paulo: Paulus, 2007.

SANTAELLA, Lucia; NÖTH, Winfried. **Imagem Cognição, Semiótica**. 3ª edição. Mídia. São Paulo: Editora Iluminuras, 2005.

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.

SANTOS, J. D.; SILVA, J. R. R. T. A construção de significados do conceito de solubilidade consoante a mediação semiótica: uma análise a partir de uma intervenção didática. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, 2019.

SAVIANI, Dermeval. **A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas**. 4ª edição. São Paulo: Autores Associados, 1998.

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

SEMG – SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCACAO DE MINAS GERAIS. **Currículo Básico de Comum: Química – Ensino Médio**, 2007.

SCHÖN, Donald Alan. Formar professores como profissionais reflexivos. *In*: NÓVOA, Antônio (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, vol. 15, n° 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, K. A. P.; ALMEIDA, L. M. W. A percepção da Matemática em Livros Didáticos de Química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.21, 2019.

SILVA, T. V. M.; SILVA, J. R. R. T. Mediação semiótica na construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, nov.,2018.

SILVA, K. A. P. Aspectos cognitivos em aulas com modelagem Matemática na disciplina de cálculo diferencial e integral. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, 2017.

SILVA, M. C.; SILVA, P. S. Integrando arte e ciência na formação de professores de Química: uma análise semiótica peirceana. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n.1, 2021.

SILVA JÚNIOR, L. A.; LOPES, J. G. S. Estudo e caracterização do pensamento docente espontâneo de ingressantes de um curso de licenciatura em Química. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n. 01, p. 131-148, 2014.

SILVA, P. R.; LOPES, J. G. S. Investigando a mobilização de saberes docentes em propostas de ensino sobre nanociência e nanotecnologia. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, p. 151-164, 2019.

SOLOMONS, Graham. **Química Orgânica 1**. 6ª edição. Rio de Janeiro: LCT Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1996.

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. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SOUZA, V. C. A. **Construção de modelos e mediação do conhecimento científico na formação inicial dos professores de Química**: uma análise do processo de ensino da termoquímica. Tese. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

STJERNFELT, Frederik. Diagramas: foco para uma epistemologia peirceana. *In*: QUEIROZ, J.; MORAES, L. **lógica de diagramas de Charles Sanders Peirce**: implicações em ciência cognitiva, lógica e semiótica. 1edição, Juiz de Fora: Editora UFJF, 2014, p. 45-78.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triplet. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, 2011.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 16ª edição. Petrópolis: Vozes, 2014.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação e Sociedade**, n. 73, p. 209-244, 2000.

TAPIO, I. Models and modeling in physics education: A critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions. **Science & Education**, n.16, p. 751–773, 2007.

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

VALADÃO, D. L.; ARAUJO NETO, W. N.; LOPES, J. G. S. Uma análise semiótica peirceana no contexto de episódios de aula de Química Orgânica no Ensino Superior. **Revista Debates em Ensino de Química**. 2020.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.2, 2011.

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. **Educação em Química em Punto de Vista**, v.1, n.1, 2017.

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

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/ ANUÊNCIA DE DADOS

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**As semioses na sala de aula de Química Orgânica no Ensino Superior: um olhar a partir da perspectiva peirceana**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a relevância de se estudar o processo de ensino e aprendizagem de Química Orgânica no Ensino Superior, bem como contribuir com a formação do professor do Ensino Superior. Neste estudo pretendemos levantar como as habilidades espaciais são percebidas, mediadas e utilizadas pelos estudantes, no decorrer dos cursos de Química Orgânica sob a perspectiva da Mediação Semiótica.

Caso você concorde em participar, vamos acompanhar as aulas, tutorias da disciplina, com registro em diário de bordo e audiovisuais pelo pesquisador e registros realizados pelos estudantes, professor e tutor. Esta pesquisa tem riscos mínimos, já que os participantes não serão identificados em momento algum e suas intimidades respeitadas.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__ .

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

Nome do Pesquisador Responsável: Dirlene Lima Valadão
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Instituto de Ciências Exatas/Departamento de Química
CEP: 36036-900
Fone: (32) 98417-3244 / (32) 3745-1176
E-mail: dirlenevaldao@hotmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

APÊNDICE B - ROTEIRO DA CONVERSA REFLEXIVA

A entrevista contará com a gravação audiovisual.

Eixo 1- Questões referentes a atividade do curta-metragem produzido pelos estudantes na disciplina de Química Orgânica I

Assistir um vídeo com a professora

Conversar com a professora sobre aspectos específicos do vídeo, o que ela observa nesses vídeos? O que ela considera importante o aluno fazer nesses vídeos? Como ela avalia o estudante ao manusear a ferramenta material, conjugação da fala com a ferramenta, apropriação do conteúdo.

Perguntas

- 1) O que te motivou a pedir aos estudantes para produzir vídeos? Quais eram suas expectativas?
- 2) Quais foram as instruções para os estudantes para a construção dos vídeos?
- 3) Você viu essa atividade em algum trabalho, pesquisa?
- 4) Como foi a recepção/ reação dos estudantes nessa atividade?
- 5) Como foi a avaliação dessa atividade, você assistiu a todos os vídeos, considerou para pontuação, houveram critérios de avaliação?
- 6) A atividade com a produção dos vídeos correspondeu as suas expectativas? Quais?

Indicadores de expectativas com a atividade: alcançou os objetivos pretendidos; contribuiu com o manuseio do modelo, organizou melhor as ideias dos estudantes, ajudou na avaliação.

- 7) Você continuou fazendo a atividade com as turmas seguintes?

Eixo 2- Reflexão a partir de episódio da aula da professora

Parte 1 – Assistir o episódio

- 1) O episódio assistido retrata a sua prática (formas de atuação) em sala de aula?
- 2) Você considera que as suas escolhas naquele momento convergem com seus objetivos?
- 3) Você já gravou alguma aula sua, se assistiu e analisou de alguma maneira?
- 4) Nas suas aulas você fala recorrentemente de modelo, qual compreensão de modelo você visa construir com os estudantes?
- 5) Como você percebe as dificuldades dos estudantes com relação as habilidades espaciais?
- 6) Quando você começou a usar modelo bola e vareta?
- 7) O que te motivou a usar a ferramenta material em grande parte do curso e ainda colocar os estudantes para manusear em sala de aula?
- 8) Qual a influência de outros professores (seus) em relação ao uso dessa estratégia?
- 9) Como a sua experiência docente contribuiu com a sua prática de sala de aula?
- 10) Durante as aulas foi muito nítido seu olhar atento para os estudantes, como se você conseguisse perceber a compreensão ou não deles, como você julga se houve aprendizagem?

Eixo 3- Aspectos da formação da professora

- 1) A sua formação é específica na área de Química Orgânica, bacharelado e pós-graduação, contudo a sala de aula faz parte da sua vida profissional, como foi esse encontro com a sala de aula, enfim como você foi se constituindo professora?
- 2) Qual a sua trajetória profissional?
- 3) Na sua formação, durante a pós-graduação, houve alguma aproximação ou preocupação com a formação docente para o Ensino Superior?
- 4) As pesquisas apontam que os professores do Ensino Superior iniciantes encontram muitas dificuldades com a docência, como você lidou com isso?
- 5) Procurou ou procura apoio por meio de leituras, colegas, ou influências e experiências de outros professores?

APÊNDICE C - MAPA DE EVENTOS AULAS H, I, J E K

Aula H - 29/09/2016 - Alunos em grupo nessa aula						
NO	Início do evento	Fim do evento	Natureza do evento	Tópicos	Ferramentas	Descrição do evento
1	00:00:00	00:00:25	(Organizativo) Início do tema da aula	(HE)	(M)	Explicou que para estudar a rotação em torno de uma ligação é necessário retomar alguns fundamentos. Estava em mãos o modelo bola/vareta para a molécula de etano.
2	00:00:25	00:01:12	(Explicativo) Fundamentos para o estudo da rotação em torno de uma ligação C-C sigma.		(M)	O foco é visualizar a ligação C-C. Mostrou essa ligação na ferramenta material para molécula de etano.
3	00:01:12	00:05:12	(Explicativo) Características da molécula de etano.	(CE)	(M) (G)	Conversou com os alunos sobre a organização das moléculas no estado sólido. Estão paradas? Não. Elas vibram. O que que vibra? A professora respondeu que são as ligações que vibram, fazem o movimento de contração e expansão. Fez esse movimento com os dedos. No estado líquido as moléculas estão mais distantes uma das outras (fez esse movimento com a molécula de etano na modelo bola/vareta) e além do movimento de contração e expansão nas ligações, existe o movimento de rotação. Fez o movimento de rotação no modelo bola/vareta para a ligação C-C. Esses movimentos são chamados graus de liberdade, e dependendo do foco do estudo a professora vai destacar um determinado movimento. O foco do nosso estudo nesse curso é a rotação entre a ligação C-C. Esse movimento de rotação acontece em qualquer ligação sigma, deu exemplo para a molécula de etano na ligação C-H, porém o foco do curso é na ligação C-C.
4	00:05:12	00:06:30	(Explicativo)Análise e conformacional: a conformação do etano	(HE)	(M) (P)	Todos os grupos estavam com o modelo bola/vareta e montaram a molécula de etano. O estudo da análise conformacional será iniciado pela molécula de etano. Escreveu o tópico da aula no quadro. Solicitou aos alunos que todos membros do grupo manuseiam o modelo com a seguinte condição: fazer o giro da ligação C-C mantendo um C fixo e observar a posição dos H de um C em relação ao outro C.

5	00:06:30	00:07:30	(Alunos em exercício e explicativo) Alunos em grupo fazendo o movimento de rotação para molécula de etano.	(HE)	(M)	A câmera focou os alunos, por grupo, fazendo o movimento de rotação da molécula de etano no modelo bola/vareta. A professora perguntou de quantos em quantos graus pode-se variar o giro? Qualquer grau. O giro será com ângulos de 60°.
6	00:07:30	00:11:58	(Explicativo) Regras para fazer a rotação pela projeção de Newman	(TR) (HE) (CE)	(M) (P)	Fez no plano (no quadro) a representação para a molécula de etano, considerando a projeção de Newman. Ensinou, no modelo, como fazer o giro da ligação, com ângulos de 60° (conformação eclipsada e alternada, fixar um dos carbonos, olhar a molécula na posição em que os carbonos estejam um na frente do outro, pode-se olhar pela frente ou por trás). Explicou o porquê de chamar conformação eclipsada.
7	00:11:58	00:16:12	(Alunos em exercício e explicativo) Manuseio da modelo bola/vareta pelos alunos: conformação eclipsada e alternada para molécula de metano	(HE) (CE)	(M)	Mostrou na modelo bola/vareta qual conformação é eclipsada e qual conformação é alternada. Solicitou aos alunos a fazerem o mesmo movimento com seus respectivos modelos (molécula de etano) passando pela conformação eclipsada e alternada. Observou do tablado o manuseio dos alunos.
8	00:16:12	00:19:24	(Explicativo) A energia nas conformações eclipsadas e alternadas e a tensão torsional.	(HE) (CE)	(M) (P)	Todas conformações alternadas são iguais? Alunos responderam que sim. Os átomos são iguais. Mesmo raciocínio para a eclipsada. Em termos de energia qual conformação possui menor energia? Alternada. Na conformação eclipsada as nuvens eletrônicas dos H estão muito próximas, o que aumenta a repulsão e diminui a estabilidade. Esse movimento de repulsão é a força motriz para que essa rotação aconteça. Esse movimento rotacional na molécula é chamado tensão torsional e é causado pela repulsão das nuvens eletrônicas (escreveu o tópico no quadro).

9	00:19:24	00:28:40	(Explicativo) Técnicas de representação no plano em 3D	(TR) (HE)	(M) (P)	Como representar essas conformações no plano. Recapitulação de técnicas de representação em 3D. Representou no quadro a molécula de etano utilizando traço e cunha. Apresentou também a técnica de representação chamada projeção em cavalete. E retomou ao desenho no quadro, da projeção de Newman. O que muda da projeção de Newman em relação as demais é o posicionamento do observador. Para representação de traço e cunha deve-se olhar a molécula de frente (a professora mostrou como deve-se olhar com base no modelo bola/vareta em suas mãos). Para a projeção em cavalete deve olhar a molécula de lado, um pouco inclinada. Para a projeção de Newman deve-se olhar na posição em que um carbono fique atrás do outro carbono. Explicou como passar da modelo bola/vareta para a projeção de Newman desenhada no quadro. Explicou o que os alunos mais erram nesse tipo de representação (colocam todas as ligações no carbono da frente).
10	00:28:40	00:29:07	(Explicativo) Pergunta de um aluno			Um aluno perguntou se é necessário colocar todos os H. A professora respondeu que sim, porém em alguns livros costuma-se colocar apenas os átomos que estão em estudo.
11	00:29:07	00:30:54	(Explicativo) Resumo sobre a projeção de Newman até o momento.	(TR) (HE)	(M) (P)	Fez um resumo sobre o que havia explicado até o momento sobre a projeção de Newman, com ênfase no modelo concreto bola/vareta. Falou que a proposta agora é fazer uma espécie de "filme" com as diferentes conformações no plano. Alterou uma bola do modelo concreto da molécula de etano.
12	00:30:54	00:39:02	(Explicativo) Análise conformacional para a molécula de etano.	(TR) (HE)	(M) (P)	Fez no quadro conformações eclipsadas e alternadas, utilizando a projeção de Newman para molécula de etano. Utilizou juntamente com os desenhos o modelo bola/vareta para mostrar o giro, a fixação de um dos carbonos, o olhar do observador.
13	00:39:02	00:41:08	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem do quadro.			A professora ficou aguardando ao lado do quadro. Pediu ao pesquisador para distribuir algumas bolas do modelo concreto.
14	00:41:08	00:42:15	(Explicativo) Pergunta de dois alunos.		(M) (G)	Um aluno perguntou sobre as conformações alternadas e eclipsadas. A professora respondeu que cada vez que se adicionar um átomo de carbono se fará uma nova análise das conformações. Um segundo aluno perguntou se esse tipo de análise só é utilizada em compostos abertos. A professora respondeu que nos compostos cíclicos não acontece o giro, mas ocorre o movimento para cima e para baixo. Esses casos serão estudados mais à frente no curso.

15	00:42:15	00:43:04	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem do quadro.			
16	00:43:04	00:44:05	(Explicativo) Detalhes na representação		(P)	A professora pediu para os alunos terem atenção para representar os H o mais próximo da ligação na projeção de Newman.
17	00:44:05	00:46:23	(Explicativo) Gráfico de energia para as projeções de Newman		(P)	Mostrou no quadro como as conformações seguem um padrão, ora alternada, ora eclipsada. Desenhou um gráfico no quadro, para mostrar a variação de energia.
18	00:46:23	00:48:06	(Explicativo) Pergunta de um aluno			Um aluno perguntou se isso é usado para identificar moléculas. A professora deu um exemplo de como é importante conhecer a posição da molécula no espaço para a formulação de novos fármacos.
19	00:48:06	00:48:38	(Explicativo) Pergunta de um aluno			Um aluno perguntou quando que eles terão que fazer o gráfico. O gráfico sempre será proposto.
20	00:48:38	00:53:30	(Explicativo) Análise conformacional para a molécula de propano	(HE)	(M)	Explicou como fazer a análise conformacional para molécula de propano olhando pelo modelo bola/vareta (mostrou em detalhes no modelo). Pediu aos estudantes, em grupos que fizessem o exercício de olhar no modelo bola/vareta conforme a professora orientou.
21	00:53:30	00:55:54	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos olharem o modelo para a molécula de propano.	(HE)	(M) (P)	A câmera focou alguns alunos olhando o modelo bola/vareta para a molécula de propano. Apagou algumas coisas no quadro, deixando apenas a estrutura das conformações. Um grupo pediu orientação, a professora mostrou no modelo como devem olhar. A professora pediu para os alunos fazerem o movimento de giro e observarem as conformações em relação variação de energia para a molécula de propano.
22	00:55:54	00:56:18	(Explicativo) Pergunta de um aluno			O aluno perguntou se a conformação eclipsada tem alguma relação com a eletronegatividade do átomo. A professora respondeu que o que influencia é a nuvem eletrônica.

23	00:56:18	00:59:00	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos olharem o modelo para a molécula de propano.			Continuação do evento 21, em que a professora foi dando os comandos para os alunos olharem as conformações alternada e eclipsada na ferramenta material. Ela orientou que é necessário fixar um átomo, girar o outro para não se perder o referencial. Assim para ficar mais fácil a visualização o melhor é fixar o átomo de carbono de trás, girar o da frente que tem a metila como substituinte. A câmera continuou focando os modelos nas mãos dos estudantes.
24	00:59:00	01:07:02	(Explicativo) Representação de Newman para a molécula de propano	(HE) (TR)	(M) (P)	A professora mostrou no seu modelo as conformações alternadas e explicou mostrando na ferramenta material que a interação da nuvem eletrônica da metila com a nuvem eletrônica dos dois hidrogênios é igual para todas essas conformações. Fez o mesmo processo para as conformações eclipsadas. Em seguida explicou como representar na conformação de Newman, detalhou quais escolhas podem ser feitas para a representação, bem como a importância de se estabelecer um método. Chamou a atenção para os erros já identificados por ela em avaliações anteriores (quando faz o giro inverte a posição da metila com o hidrogênio).
25	01:07:02	01:13:22	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem do quadro.			Nesse período a pesquisadora distribuiu mais material para montar a molécula de butano. A professora pediu para começar a fazer as conformações para o butano.
26	01:13:22	01:14:03	(Explicativo) Finalização da análise conformacional para a molécula de propano.	(TR)	(P)	Destacou nas conformações de Newman representadas no quadro que as eclipsadas são de mesma energia e as alternadas também. O gráfico ficou igual para a molécula de etano.
27	01:14:03	01:15:50	(Explicativo) como definir qual par de carbono olhar para moléculas com mais de três carbonos	(HE) (TR)	(M)	Explicou, utilizando a ferramenta material, as possibilidades para fazer análise conformacional para o butano, bem como generalizou para moléculas com mais de três carbonos. Agora é necessário definir previamente qual par de carbonos serão analisados. Neste caso será analisado o carbono 2 e 3.
28	01:15:50	01:17:50	(Organizativo) Organização do quadro		(P)	Apagou do quadro as representações dos átomos de hidrogênios e metilas.

29	01:17:50	01:20:00	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos olharem na ferramenta material as conformações para a molécula de butano carbono 2 e 3.	(HE)	(M)	A câmara focou alguns estudantes fazendo os movimentos de rotação na ferramenta material para a molécula de butano. A professora observou os estudantes.
30	01:20:00	01:26:10	(Explicativo) Análise conformacional para a molécula de butano	(HE) (TR)	(M) (P)	A professora fez a análise conformacional para a molécula de butano, simultaneamente na ferramenta material e na representação de Newman no quadro.
31	01:26:10	01:31:04	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem do quadro.			Enquanto os alunos copiavam do quadro a professora recolheu a ferramenta material dos grupos.
32	01:31:04	01:32:21	(Explicativo) O objetivo da utilização da ferramenta material			A professora explicou o porquê utiliza a ferramenta material em sala, bem como esclareceu quais habilidades são necessárias se desenvolver nesse estudo.
33 Fim da Parte 1	01:32:21	01:39:06	(Explicativo) Construção do gráfico de energia para a análise conformacional da molécula de butano.		(P)	Explicou a análise de energia para as projeções de Newman representadas no quadro, em seguida fez o gráfico de energia.
34	00:00:00	00:01:24	(Explicativo) Finalização do evento 33		(P)	Finalização do evento 33.

Aula I - 03/10/2016 - Aula com os alunos em grupos						
NO	Início do evento	Fim do evento	Natureza do evento	Tópicos	Ferramentas	Descrição do evento
1	00:00:00	00:00:45	(Organizativo) Distribuição da ferramenta material aos grupos			A professora distribuiu bolas e varetas aos grupos.
2	00:00:45	00:05:55	(Explicativo) Revisão da aula anterior (Aula H).		Gráfica (P)	A professora fez uma revisão da aula H utilizando o quadro para fazer projeções de Newman.
3	00:05:55	00:08:00	(Explicativo) O que será visto na aula de hoje.			Fez um apanhado sobre quais moléculas cíclicas serão analisadas na aula. Justificou o uso de análise conformacional para compostos cíclicos com até seis carbonos. Chamou a atenção de como esse tópico do conteúdo está organizado nos livros didáticos.
4	00:08:00	00:10:39	(Explicativo) O ciclopropano representado no quadro	(CE)	(M) (P)	Desenhou a estrutura de traço do ciclopropano no quadro e destacou os valores dos ângulos internos. Próximo da estrutura fez um desenho de uma bola para representar o átomo de carbono da ferramenta material (bola preta) e destacou o que significa os furos, fazendo uma analogia com a hibridização do carbono. Falou a diferença entre os ângulos de ligação na estrutura aberta e fechada. Pediu aos alunos para montarem a molécula de ciclopropano com a ferramenta material e dizerem se foi fácil ou difícil montar o ciclo.
5	00:10:39	00:13:32	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos montarem a molécula de ciclopropano com a ferramenta material	(CE)	(M)	A professora foi acompanhando do tablado se todos os grupos haviam montado o ciclo.
6	00:13:32	00:18:21	(Explicativo) Análise conformacional do ciclopropano	(HE) (CE)	(M) (P)	Retomou a pergunta do evento 4, o grau de dificuldade para montar composto cíclico. Explicou o conceito de tensão angular e torcional. Ensinou como deve-se olhar na ferramenta material a molécula de ciclopropano na conformação alternada e eclipsada, fez uma comparação com os compostos abertos (projeção de Newman do início da aula no quadro).

7	00:18:21	00:25:20	(Explicativo) Análise conformacional do ciclobutano	(HE) (TR)	(CE)	(M) (P)	A professora e os alunos aumentaram mais um carbono na ferramenta material. Desenhou a estrutura de traços do ciclobutano no quadro e questionou o valor do ângulo interno da respectiva figura geométrica. A conformação mais estável nesse caso não é um quadrado, pois existe uma certa mobilidade na molécula. A professora pediu aos estudantes para verificarem esses aspectos no modelo. Acontece uma diminuição da tensão torcional. Mostrou no seu modelo como fica a molécula considerando a torsão em seguida fez a representação no quadro e colocou os ângulos de ligação.
8	00:25:20	00:36:48	(Explicativo) Análise conformacional do ciclopentano	(HE) (TR)	(CE)	(M) (P)	A professora e os alunos aumentaram mais um carbono na ferramenta material. Desenhou a estrutura de traços do ciclopentano no quadro e questionou o valor do ângulo interno do pentágono. Pediu aos alunos para consultarem na internet. Mostrou como fica o pentano na forma plana na ferramenta material, com os hidrogênios eclipsados. Na sequência mostrou que um dos carbonos do ciclo fica com uma inclinação para cima do plano, o que assemelha a estrutura com um envelope. Utilizou uma folha de papel dobrada no formato de um envelope para associar com a conformação do ciclopentano. Ensinou como representar no plano (quadro) a conformação denominada envelope para o ciclopentano. Apagou metade do quadro. Questionou se a molécula de ciclopentano vai permanecer em uma única conformação e respondeu que não, a cada momento será uma conformação diferente, assim como os compostos acíclicos.
9	00:36:48	00:52:30	(Explicativo) Análise conformacional do ciclo hexano	(TR) (CE)	(HE)	(M) (P)	A professora questionou sobre o ângulo interno na molécula plana no ciclo hexano. Mostrou na sua ferramenta material que nessa geometria todos os hidrogênios ficam eclipsados. Pediu aos alunos para montarem o ciclo hexano na ferramenta material de modo que os hidrogênios fiquem alternados. A professora explicou sobre as três possibilidades de conformações, conversando com os alunos, mostrando na ferramenta material e representando no quadro. Discussão sobre a estabilidade da conformação em cadeira em relação as demais, com a professora mostrando na ferramenta material. Um aluno perguntou como se chega nessas conformações. A professora explicou sobre os ângulos de ligação que são encontrados experimentalmente, logo os modelos tentam aproximar e também pelos cálculos teóricos de energia chega-se nos valores de menor energia conforme as conformações. Pediu aos alunos para inverterem a cadeira na ferramenta material, no tablado foi dando as informações de como fazer essa inversão. Pediu aos grupos para fazerem o movimento cadeira e cadeira invertida mais algumas vezes.

10	00:52:30	00:54:20	(Organizativo) entrega de ferramenta material			Os alunos estavam trabalhando com o ciclo hexano na ferramenta material, contudo a câmera não focou os grupos. Houve entrega de mais material nesse período.
11	00:54:20	01:04:42	(Explicativo) Continuação: Análise conformacional do ciclo hexano	(HE)	(M)	Mostrou na ferramenta material como identificar se a conformação em cadeira está correta. Explicou o que são hidrogênios em posições equatorial e axial. Pediu para substituir os hidrogênios axiais por bolinhas coloridas em seguida inverter na cadeira. Deu tempo para os alunos "experimentarem". Perguntou o que aconteceu na cadeira invertida, e os alunos responderam a inversão dos equatoriais com os axiais. Generalizou a explicação.
12	01:04:42	01:20:00	(Explicativo) Representação do ciclo hexano em cadeira e cadeira invertida.	(TR) (HE)	(M) (P)	Ensinou passo a passo como fazer a representação em cadeira e cadeira invertida do ciclo hexano no quadro. Quando necessário remetia a ferramenta material (maior parte do tempo em suas mãos). Falou dos principais erros na representação. Alguns macetes geométricos.
13	01:20:00	01:26:24	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem do quadro.	(TR) (HE)		Pediu aos alunos para fazerem três vezes cadeira e cadeira invertida no caderno e a professora passará olhando os cadernos para corrigir possíveis erros de representação.
14	01:26:24	01:35:13	(Explicativo) Correção da professora na representação em cadeira.	(TR) (HE)		Professora passando nas carteiras e corrigindo os detalhes da representação em cadeira e cadeira invertida nos cadernos dos alunos.
15	00:00:00	00:06:58	(Explicativo) Continuação da correção da professora na representação em cadeira.			Continuação da correção do evento 14. Pediu aos colegas do grupo também para se ajudarem na correção. Lembrou aos alunos da data da avaliação.

Aula J - 06/10/2016 - Aula com os alunos em grupos						
NO	Início do evento	Fim do evento	Natureza do evento	Tópicos	Ferramentas	Descrição do evento
1	00:00:00	00:05:47	(Explicativo) Revisão da última aula e estudo		(P)	Professora elencou no quadro os temas vistos na última aula. Fez uma breve revisão. Apresentou o que será visto na aula de hoje. Fez a representação do cis 1,2 dimetil ciclo hexano no quadro utilizando a representação em traço e cunha. Pediu aos alunos para fazerem na ferramenta material a mesma molécula. Considerar a metila como uma esfera diferente da preta e branca.
2	00:05:47	00:23:04	(Explicativo) Ferramenta material: cis 1,2 dimetil ciclo hexano.	(HE) (TR)	(P) (G) (M)	A professora montou sua molécula de 1,2 dimetil ciclo hexano. A câmera não focou os alunos realizando essa tarefa. Pediu para considerarem a conformação em cadeira. A professora observou que os grupos montaram a molécula no plano e colocaram as metilas para o mesmo lado. Na sequência a professora pediu aos alunos para inverterem a cadeira, sem mudar a posição da cadeira nas mãos. A professora observou, no uso da ferramenta material, que os estudantes conseguiram assimilar a estratégia de identificar as ligações axiais e equatoriais (segurar as três ligações com uma das mãos). Pediu para os alunos observarem se as conformações cadeira e cadeira invertida são iguais ou diferentes, tendo como critério se os átomos ocupam as mesmas posições. Fez gesto com as mãos para representar a nuvem eletrônica. Explicou, usando a ferramenta material, interação 1-3 diaxial. As duas conformações possuem a mesma interação 1-3 diaxial, logo elas são de mesma energia. Próximo passo fazer a mesma análise no plano.
3	00:23:04	00:40:30	(Explicativo) Representação no quadro: cis 1,2 dimetil ciclo hexano	(HE) (TR)	(P) (M)	Representação do cis 1,2 dimetil ciclo hexano no quadro em conformação em cadeira e cadeira invertida, passo a passo, retomando as explicações da aula anterior sobre o mesmo tópico. Explicou no quadro e na ferramenta material a posição das metilas quando se inverte a cadeira.
4	00:40:30	00:51:28	(Explicativo) Análise na ferramenta material para a molécula trans 1,2 dimetil ciclo hexano	(HE)	(M)	Desenhou no quadro a estrutura trans 1,2 dimetil ciclo hexano em traço e cunha. Pediu aos alunos para fazerem a mesma análise anterior para, agora, o composto trans. Repetiu o comando. Mostrou no modelo que é necessário quebrar uma ligação para passar do estereoisômero cis para o trans. Foi dando comandos e observando os alunos na análise das conformações. Análise da estabilidade das metilas em axial e equatorial.

5	00:51:28	00:56:28	(Explicativo) Representação no quadro para a molécula trans 1,2 dimetil ciclo hexano	(HE) (TR)	(P)	Representação do trans 1,2 dimetil ciclo hexano no quadro em conformação em cadeira e cadeira invertida, passo a passo. Explicação da estabilidade das conformações.
6	00:56:28	00:56:28	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem do quadro.			
7	00:56:28	01:00:32	(Explicativo) Sequência para a Análise das moléculas cis e trans 1,3 dimetil ciclo hexano	(HE) (TR)	(P (M)	Recapitulou a sequência da atividade: montar na ferramenta material a molécula cis 1,3 dimetil ciclo hexano em cadeira, inverte a cadeira e compara qual das duas conformações é mais estável. A conformação com o menor número de interação 1-3 diaxial é a mais estável. Fazer a mesma sequência para o estereoisômero trans.
8	01:00:32	01:04:32	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos terminarem de copiar do quadro e fazer a sequência descrita no evento 7.			
9	01:04:32	01:20:10	(Explicativo) Análise das moléculas cis e trans 1,3 dimetil ciclo hexano, com a professora.	Habilidade espacial (HE) Técnica de representação (TR)	Gráfica (P) Material (M)	A professora fez a análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula cis 1,3 dimetil ciclo hexano, primeiro oralmente, olhando na ferramenta material. Na sequência fez a mesma discussão no quadro. Deu tempo para os alunos fazerem no modelo a análise para a molécula trans. Conversou com os alunos as conformações dessa molécula e por fim representou no quadro.
10	01:20:10	01:20:46	(Organizativo) Término da aula.			A professora terminou a aula antes do horário previsto, pois os alunos terão prova às 12h (após a aula) e estão se ausentando da sala.

Aula K- 10/10/2016 - Aula com os alunos em grupos						
NO	Início do evento	Fim do evento	Natureza do evento	Tópicos	Ferramentas	Descrição do evento
1	00:00:00	00:01:08	(Organizativo) Início da aula			Quando a filmagem iniciou os alunos já estavam em grupos. A professora terminou de distribuir a ferramenta material.
3	00:01:08	00:06:30	(Explicativo) Resumo de como será a aula de hoje		(P)	Desenhou no quadro em traço e cunha quais estruturas serão analisadas na aula de hoje. Explicou que na aula de hoje será utilizada a mesma sequência da aula anterior: visualizar as conformações na ferramenta material, cadeira e cadeira invertida, verificar qual é de menor energia, representação no quadro.
4	00:06:30	00:17:53	(Organizativo) Tempo para os alunos fazerem a atividade.			A câmera ficou fixa, então não focou os alunos em grupo. A professora e pesquisadora acabaram de entregar a ferramenta material aos grupos durante esse tempo.
5	00:17:53	00:27:46	(Explicativo) Análise das conformações para a molécula cis 1,4 dimetil ciclo hexano.	(HE) (TR)	(M) (P)	Para a molécula cis 1,4 dimetil ciclo hexano a professora fez a análise conformacional em cadeira e cadeira invertida primeiro de forma oral, olhando na ferramenta material e na sequência fez a representação em cadeira e cadeira invertida no quadro. Ao longo da fala foi recapitulando os passos desenvolvidos nas aulas anteriores.
6	00:27:46	00:36:15	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos copiarem a resolução do quadro			Aguardou os alunos copiarem do quadro. A professora pediu para quem terminar de copiar fazer a análise conformacional, agora, para o trans 1,4 dimetil ciclo hexano primeiro no modelo e em seguida no caderno e na correção eles só irão conferir com o quadro. A professora orientou também aos alunos a não faltarem as próximas três aulas, pois será tratado o conteúdo de estereoquímica e a eles sempre apresentam dificuldade devido a necessidade da visualização tridimensional. Por isso a importância de manusear a ferramenta material.
7	00:36:15	00:37:54	(Explicativo) Análise das conformações para a molécula trans 1,4 dimetil ciclo hexano.	(HE) (TR)	(M) (P)	Perguntou se as conformações são iguais e na sequência qual é a de menor energia e porquê. Os alunos responderam às perguntas. A professora percebeu que um grupo não havia entendido, explicou novamente com uso da ferramenta material direcionando para o grupo.

8	00:37:54	00:40:00	(Alunos em exercício) Tempo para os alunos finalizarem a representação do evento anterior			A professora tirou dúvida de uma aluna sobre exercícios referentes a aulas anteriores.
9	00:40:00	00:41:08	(Explicativo) Pergunta de um aluno			O aluno perguntou, para o exemplo em estudo, se é a cadeira invertida que tem interação. A professora respondeu à pergunta explicando com o uso da ferramenta material.
10	00:41:08	00:45:20	(Explicativo) Análise das conformações para a molécula trans 1,4 dimetil ciclo hexano.	(HE) (TR)	(P)	Fez no quadro a representação em cadeira e cadeira invertida para a molécula de trans 1,4 dimetil ciclo hexano. Explicou cada aspecto da representação e também da questão energética em ambas conformações.
11	00:45:20	00:46:30	(Explicativo) Comando para a análise das conformações (trans 2 metil 1 terc butil ciclo hexano).			Nesse evento a professora pediu para os alunos fazerem o mesmo processo do exemplo anterior, agora para o trans metil 2 tercbutil ciclo hexano.
12	00:46:30	00:51:51	Pergunta de uma aluna	(HE)	(M)	A aluna pediu a professora para explicar de novo sobre a interação 1,3 diaxial. A professora falou para a aluna montar o modelo. Enquanto a aluna montou a professora estava montando a molécula para o próximo exemplo. A professora pediu para a aluna montar a cadeira e tentar visualizar as interações. A professora percebeu que as posições da cadeira da aluna não estavam corretas então ela se aproximou da aluna pegou seu modelo e explicou as interações para as duas cadeiras.

13	00:51:51	00:58:17	(Explicativo) Análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula cis 2 metil 1 tercbutil ciclo hexano).	(HE) (TR)	(M) (P)	A professora fez a análise da cadeira e cadeira invertida primeiro explicando pelo modelo e depois fez no quadro.
14	00:58:17	01:03:16	(Explicativo) Tempo para os alunos fazerem a análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula cis 2 metil 1 tercbutil ciclo hexano).	(HE) (TR)		Tempo para os alunos fazerem a análise das conformações para a molécula cis 2 metil 1 tercbutil ciclo hexano. A professora ficou observando os alunos na realização da atividade. Ela destacou que as ligações na ferramenta material de um grupo não estavam corretas.
15	01:03:16	01:09:20	(Explicativo) Análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula cis 2 metil 1 tercbutil ciclo hexano).	(HE) (TR)	(M) (P)	Fez a análise das conformações em cadeira e cadeira invertida para a molécula em estudo primeiro na ferramenta material e em seguida no quadro. Uma aluna perguntou se na representação do tercbutil se pode colocar C_4H_9 . A professora respondeu que pode porém deve-se atentar para o volume do substituinte. Falou da importância de fazer a representação correta justificar qual a conformação mais estável
16	01:09:20	01:14:58	(Explicativo) Comando para a análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula com três substituintes	(HE) (TR)		Os alunos fazendo a análise conformacional para um ciclo com três substituintes. A professora comentou que na próxima aula será a avaliação e na próxima semana não terá aula na segunda, somente na quinta, pois será a Semana do ICE.

17	01:14:58	01:23:00	(Explicativo) Análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula com três substituintes	(HE) (TR)	(M) (P)	Perguntou qual conformação é de menor energia. Um aluno respondeu, a conformação que tiver menos interação 1,3 diaxial. Explicou pelo modelo como fazer a análise conformacional com os três substituintes (cis 1,2 dimetil trans 4 metil ciclo hexano) e em seguida fez a representação no quadro destacando os erros mais comuns. Uma aluna perguntou se poderia utilizar uma sequência de carbonos diferentes do escolhido pela professora. A professora respondeu que sim desde que ela consiga visualizar.
18	01:23:00	01:27:18	(Explicativo) Comando para a análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula trans 1,2 dicloro ciclo hexano	(HE) (TR)		Desenhou a estrutura trans 1,2 dicloro ciclo hexano e pediu aos alunos para fazerem a análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula.
19	01:27:18	01:33:33	(Explicativo) Análise das conformações cadeira e cadeira invertida para a molécula trans 1,2 dicloro ciclo hexano	(HE) (TR)	(M) (P)	Perguntou qual conformação é mais estável. Um aluno respondeu, a conformação na qual os dois cloros estiverem em equatorial. A professora explicou que para átomos mais eletronegativos que o carbono quanto maior for a distância da nuvem eletrônica desses átomos maior será a estabilidade, assim nesse caso a conformação mais estável é quando os dois cloros ocupam as posições axiais. Uma aluna perguntou até qual átomo eletronegativo vai a condição de ser mais estável em axial? A professora falou que para todos os átomos mais eletronegativos que o carbono. A professora falou uma aplicação desse caso na bioquímica. Explicou pelo modelo como fazer a análise conformacional e em seguida fez a representação no quadro. No final da aula, uma aluna perguntou se poderia trocar o hidrogênio de lugar com o cloro. A professora respondeu que não pois a molécula passaria a ser cis
20	01:33:33	01:34:37	(Organizativo) Instruções sobre a tutoria.			A professora falou o dia da tutoria e se os alunos continuarem com dúvidas para a prova podem procurar em sua sala.

APÊNDICE D - MAPA DE EVENTOS CONVERSA REFLEXIVA

Conversa Reflexiva – Eixo 1 – 05/02/2019						
NO	Início do evento	Fim do evento	Entrevistador	Pergunta	Localização da pergunta no roteiro	Descrição do evento
1	00:00:00	00:01:17	(Organizativo) Início da Conversa Reflexiva			Agradecimento a professora da disciplina. Objetivo da Conversa.
2	00:01:17	00:04:12	(Entrevista) Orientações e vídeo do estudante	Assistindo vídeo produzido por um estudante	Somente fala da professora	Explicação de como será a primeira parte da entrevista: vídeo e na sequência questões. Assistimos juntos a um vídeo produzido por um estudante no contexto da disciplina.
3	00:04:12	00:05:36	(Entrevista) Fala da professora	Objetivo da produção dos vídeos no geral	Somente fala da professora	A professora falou que a ideia do vídeo surgiu da necessidade dos estudantes visualizarem algo concreto. Se organizarem mentalmente para girar a molécula e representar no papel. O objetivo do vídeo nesse início foi do estudante se organizar mentalmente para poder representar adequadamente o giro da molécula.
4	00:05:36	00:07:02	(Entrevista) Fala da professora	A linguagem científica e o vídeo	Somente fala da professora	A professora considerou que o estudante usou uma linguagem científica, mas precisa melhorar alguns aspectos, como ao falar das interações, rotações. Como o objetivo do vídeo era o estudante se organizar mentalmente para fixar um eixo e girar o outro e comparar com as interações a professora entendeu que o objetivo foi alcançado. Esse foi o primeiro vídeo, foram feitos outros na sequência.
5	00:07:02	00:08:03	(Entrevista) Fala da Professora	Como o vídeo auxiliou na organização do raciocínio	Somente fala da professora	Quando começou a lecionar a disciplina de QOI demorou a entender qual a dúvida dos estudantes. Fixar um carbono para o giro. Com o vídeo, nesse exercício de explicar para o outro eles conseguiram se organizar melhor segundo a professora e foi possível acompanhar a linha de raciocínio do estudante.
6	00:08:03	00:09:16	(Entrevista) Questão P1	Quais eram suas expectativas com a produção do vídeo?	Questão 1- Eixo 1	A professora destacou alguns aspectos: estabelecer uma linha de raciocínio, fixar uma ligação e rotacionar a outra, a linguagem adequada.

7	00:09:16	00:10:51	(Entrevista) Questão P1	Quais foram as instruções para os estudantes para a construção dos vídeos?	Questão 2 - Eixo 1	A professora relatou que na aula a qual deu as instruções para a produção dos vídeos, primeiro fez na aula, passo a passo, a Análise Conformacional para a molécula de etano e na sequência o diagrama de energia. Em seguida pediu aos estudantes para desenvolverem o mesmo raciocínio para uma molécula de propano
8	00:10:51	00:11:33	(Entrevista) Questão P1	Você viu essa atividade em algum trabalho, pesquisa?	Questão 3 - Eixo 1	Um problema segundo a professora que vem enfrentando na sala de aula é o uso do celular durante o período de aula. O uso na produção de vídeos foi na busca de tentar utilizar o celular no ensino.
9	00:11:33	00:13:10	(Entrevista) Questão P1	Como foi a recepção/ reação dos estudantes nessa atividade?	Questão 4 - Eixo 1	A primeira turma é sempre a referência. No início houve um estranhamento. Como na primeira turma não houve creditação nem todos os alunos aderiram. Mas de modo geral a professora entendeu que os estudantes gostaram da produção do vídeo. Nos vídeos seguintes os estudantes começaram a editar o material, o que aponta uma reflexão.
10	13:10:00	17:41:00	(Entrevista) Questão P1	Como foi a avaliação dessa atividade, você assistiu a todos os vídeos, considerou para pontuação, houveram critérios de avaliação?	Questão 5 - Eixo 1	Na primeira turma, como foi primeira vez da atividade, não houve pontuação e os critérios de avaliação foram mais flexíveis. Na segunda turma foi pontuado cinco pontos na prova para os estudantes que produziram o vídeo. A professora relatou que alguns estudantes a procuraram e falou deu um feedback sobre o vídeo. Mas não houve uma avaliação padrão. Os vídeos, de modo geral, seguiram uma mesma tendência. Ela acredita que os estudantes devem ter assistido a outros vídeos antes de produzirem. Relatou ter achado interessante as escolhas dos alunos ao selecionar o espaço, como apresentar a explicação.
11	17:41:00	18:24:00	(Entrevista) Questão P1	A atividade com a produção dos vídeos correspondeu as suas expectativas? Quais?	Questão 6 - Eixo 1	Entendeu que sim. A proposta foi mais livre. E ela queria ver se o estudante iria se apropriar da linguagem, da linha de raciocínio.
12	18:24:00	19:46:00	(Entrevista) Questão P1	Você continuou fazendo a atividade com as turmas seguintes?	Questão 7 - Eixo 1	A entrevista foi realizada em fevereiro. A professora relatou que no semestre anterior (2º de semestre de 2018) ela não utilizou a produção dos vídeos. Depende da turma e ela percebeu que essa última turma do diurno deu conta de compreender só manuseando o modelo em sala de aula. No próximo semestre trabalhará com noturno e geralmente eles tem mais dificuldade, então, provavelmente utilizará a produção dos vídeos.

13	19:46:00	22:30:00	(Entrevista) Questão P3	Como você entende a questão dos estudantes transitarem entre modelos diferentes ao se referirem no vídeo por exemplo ao modelo concreto e em outro momento a nuvem eletrônica.	Questão fora do roteiro	A professora explicou que no início da disciplina aborda brevemente os modelos atômicos. Os estudantes já trazem a ideia de nuvem eletrônica no lugar de eletrosfera. Mas como os estudantes estão no início do curso a noção de átomo é fortemente a do Ensino Médio.
----	----------	----------	----------------------------	--	-------------------------	--

Conversa Reflexiva – Eixo 2 – 05/02/2019						
NO	Início do evento	Fim do evento	Entrevistador	Pergunta	Localização da pergunta no roteiro	Descrição do evento
1	00:22:30	00:22:58	(Organizativo) Apresentação do próximo eixo			P1 explicou que selecionamos um trecho da aula para assistimos juntos e pensarmos sobre.
2	22:58:00	00:25:22	(Entrevista) Questão P2	P2 retomou a questão dos vídeos produzidos pelos estudantes. Perguntou se a disciplina de QOI tem pré-requisito, ou é do primeiro semestre.	Questão fora do roteiro	Disciplina do terceiro período. Pré-requisito Química Fundamental. O P3 falou que na Química fundamental os estudantes já veem sobre teoria do orbital atômico. A professora relatou que como os estudantes são do início do curso ainda tem dificuldade no uso de modelos.
3	00:25:22	00:27:10	(Entrevista) Questão P2	Como a professora entende a questão da linguagem, a partir dos vídeos, relação fala e visual	Questão fora do roteiro	A professora respondeu que há uma sincronia entre fala e gestos do estudante.
4	00:27:10	00:29:15	(Entrevista) Questão P2	Na linguagem a fala é o plano principal?	Questão fora do roteiro	A professora recolheu-se como uma pessoa que fala através do corpo. Trouxe a ideia de linguagem corporal. Falou que no Ensino Superior ainda se tem um formato estanque.
5	00:29:15	00:29:56	(Entrevista) Questão P3	Você entende que essa parte gestual é também uma componente da linguagem?	Questão fora do roteiro	A professora respondeu que sim. Mas reconheceu que nunca se atentou com rigor a linguagem gestual dos estudantes.

6	00:29:56	00:32:39	(Entrevista) Questão P2	Quais eram as intenções da professora no segmento de vídeo da aula dela?	Segmento de aula da professora	Professora e entrevistadores assistindo o episódio de aula.
7	00:32:39	00:35:35	(Entrevista) Questão P1	P1 pediu a professora para fazer um exercício de lembrar quais foram as condições e porque daquelas escolhas naquele momento da aula?		Relato de mudança de prática. A professora apresentou o que a levou a utilizar o modelo bola e vareta. Percebia dificuldade dos estudantes em representar a conformação de modo adequado. Falou da resistência dos estudantes ao manusear a modelo.
8	00:35:35	00:45:29	(Entrevista) Questão P2	Conferência da transcrição do segmento de aula com a professora	Contexto anterior a Questão 1 - Eixo 2	Assistimos o episódio de aula, juntamente com a professora, mais algumas vezes para entender melhor o áudio e o contexto. A professora também falou da principal confusão dos estudantes nesse tópico, confundem cis e trans com axial e equatorial.
9	00:45:29	00:47:02	(Entrevista) Questão P1	O episódio assistido retrata a sua prática (formas de atuação) em sala de aula?	Questão 1 - Eixo 2	Explicou que a disciplina é organizada em três momentos. No segundo momento ela consegue trabalhar com os modelos, mas no início e fim não. Aulas mais tradicional nesses extremos.
10	00:47:02	00:47:14	(Entrevista) Questão P1	Você considera que as suas escolhas naquele momento convergem com seus objetivos?	Questão 2 - Eixo 2	Respondeu que sim.
11	00:47:14	00:50:54	(Entrevista) Questão P1	Você já gravou alguma aula sua, se assistiu e analisou de alguma maneira?	Questão 3 - Eixo 2	Foi a primeira vez que a professora se viu dando aula. Ela tem experiência no ensino a distância, mas a dinâmica é outra. Ela não chegou a gravar e editar suas próprias aulas para colocar na plataforma.
12	00:50:54	00:54:23	(Entrevista) Questão P1	Nas suas aulas você fala recorrentemente de modelo, qual compreensão de modelo você visa construir com os estudantes?	Questão 4 - Eixo 2	Falou sobre modelo teóricos, modelos concretos enquanto ferramenta, transitar entre modelos.

13	00:54:23	00:57:42	(Entrevista) Questão P1	Como você percebe as dificuldades dos estudantes com relação as habilidades espaciais?	Questão 5 - Eixo 2	Falou da sua experiência profissional. Observou que as turmas mais recentes têm essa dificuldade de visualização tridimensional o que não era observado no início. Essa ideia de levar os modelos para a sala de aula foi inspirada em um livro de Laboratório de Química Geral. Falou da relação de estudos sobre habilidade espacial e o uso de eletrônicos.
14	00:57:42	01:01:01	(Entrevista) Questão P1	Quando você começou a usar modelo bola e vareta?	Questão 6 - Eixo 2	Colocar os estudantes para manusearem foi no semestre que foi iniciada a pesquisa. A professora relatou a dificuldade que encontrou com determinada turma.
15	01:01:01	01:01:57	(Entrevista) Questão P1	O que te motivou a usar a ferramenta material em grande parte do curso e ainda colocar os estudantes para manusear em sala de aula?	Questão 7 - Eixo 2	O engajamento dos estudantes. A professora falou um pouco sobre o modelo de aula no Ensino Superior e necessidade de mudança.
16	01:01:57	01:04:07	(Entrevista) Questão P1	Qual a influência de outros professores (seus) em relação ao uso dessa estratégia?	Questão 8 - Eixo 2	Relata que gostava muito da aula de um professor da graduação que fazia experimentos na sala de aula. Fala um pouco da visão sobre experimentação e o uso da ferramenta material na sala de aula.
17	01:04:07	01:05:51	(Entrevista) Questão P1	Como a sua experiência docente contribuiu com a sua prática de sala de aula?	Questão 9 - Eixo 2	Foi necessário reelaborar a pergunta para a professora. Ela falou que ao final de cada disciplina faz uma autoavaliação se os objetivos foram alcançados para determinado conteúdo, também pela reação dos alunos, pelos resultados nas provas.
18	01:05:51	01:10:25	(Entrevista) Questão P1.	Durante as aulas foi muito nítido seu olhar atento para os estudantes, como se você conseguisse perceber a compreensão ou não deles, como você julga se houve aprendizagem?	Questão 10 - Eixo 2	Consegue perceber diálogos dos estudantes nos grupos. Pelo olhar de aprovação e reprovação juntamente com a ferramenta material. Consegue perceber em alguns grupos, alguns não tocam no modelo. P1 perguntou se esse olhar também está relacionado a experiência. A professora falou que sim, no início não prestava atenção nos estudantes, era mais robô. Percebe os alunos inquietos, desconfortáveis dependendo do conteúdo. Falou também de mudança de estratégia, no início dava a resposta, agora os estudantes chegam na resposta.

19	01:10:25	01:16:14	(Entrevista) Questão P2	Como você faz a transição da ferramenta material para o gráfico?	Questão fora do roteiro	No início não era um processo consciente. Agora a professora vai fazendo a relação entre a representação no modelo e a representação no quadro, a mudança de posicionamento. Falou quais dificuldades ela percebe nos estudantes.
----	----------	----------	----------------------------	--	-------------------------	---

Conversa Reflexiva – Eixo 3 - 05/02/2019

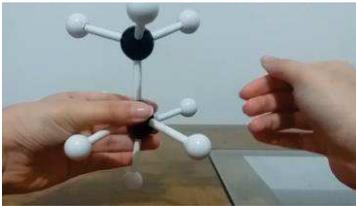
NO	Início do evento	Fim do evento	Entrevistador	Pergunta	Localização da pergunta no roteiro	Descrição do evento
1	01:16:14	01:19:48	(Entrevista) Questão P1	A sua formação é específica na área de Química Orgânica, bacharelado e pós-graduação, contudo a sala de aula faz parte da sua vida profissional, como foi esse encontro com a sala de aula, enfim como você foi se constituindo professora?	Questão 1 - Eixo 3	Demorou para reconhecer como professora. Começou a carreira docente no Ensino Superior na iniciativa privada. Lecionou inicialmente para o curso de farmácia juntamente com outra docente sem formação pedagógica. Aprendeu a ser professora na prática e recebia muitas dicas da coordenadora do curso, uma professora aposentada da USP. A iniciativa privada é cruel, então se não der boa aula será demitido. Desde cedo recorreu também aos artigos da QNesc. Em termos de formação docente o que mais se aproxima a professora são as discussões com o colega de trabalho.
2	01:19:48	01:20:20	(Entrevista) Questão P1	Qual a sua trajetória profissional?	Questão 2 - Eixo 3	Começou a lecionar em 2004, no início do doutorado. Só parou 2 anos para o pós-doutorado.
3	01:20:20	01:21:38	(Entrevista) Questão P1	Na sua formação, durante a pós-graduação, houve alguma aproximação ou preocupação com a formação docente para o Ensino Superior?	Questão 3 - Eixo 3	Não houve nenhuma aproximação. A orientadora não a apoiou a fazer licenciatura durante o doutorado. Não existia Estágio de Docência, pelo contrário, pela CAPES não podia dar aula.

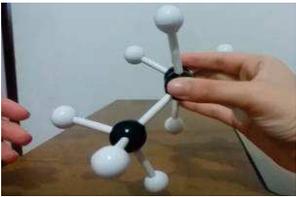
4	01:21:38	01:22:50	(Entrevista) Questão P1	Se atualmente ela percebe essa aproximação e se considera importante?	Questão fora do roteiro	A professora respondeu que sim. Falou da importância do treinamento para se sentir mais segura no início da carreira docente.
5	01:22:50	01:24:29	(Entrevista) Questão P1	As pesquisas apontam que os professores do Ensino Superior iniciantes encontram muitas dificuldades com a docência, como você lidou com isso?	Questão 4 - Eixo 3	Reconheceu que é muito difícil. Na sala de aula acontecem coisas que não estavam previstas na preparação da aula.
6	01:24:29	01:26:25	(Entrevista) Questão P1	Você enquanto professora de futuros professores têm alguma ação voltada para contribuir especificamente para futuros professores	Questão fora do roteiro	Destacou aspectos da linguagem, como o uso adequado de alguns termos, como nuvem eletrônica e eletrosfera, substituinte e radical. Ressaltou que no noturno, como a turma é somente de licenciatura chama mais atenção para alguns pontos.
7	01:26:25	01:31:40	(Entrevista) Questão P3	Você consegue relacionar alguma das suas práticas com a sua vivência enquanto aluna?	Questão fora do roteiro	Aulas de Química Orgânica sempre bastante repetitivas independente do lugar. Contou uma experiência no início da carreira de mudança de sequência do conteúdo.
8	01:31:40	01:03:24	(Organizativo) Agradecimentos e encerramento			

APÊNDICE E - CURTAS-METRAGENS NO FORMATO DE EPISÓDIOS

Grupo A

Curta-metragem 6 - Análise Conformacional do propano

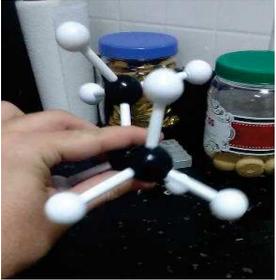
S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1		A estudante posiciona 'a molécula' com as mãos de modo que o carbono que será fixado durante as rotações e o que sofrerá o giro fiquem um de frente para o outro. Sendo que o carbono fixo está posicionado atrás, conforme a projeção de Newman. Inicia com a molécula na conformação alternada	
2		Faz o primeiro giro, no qual fixa o carbono de trás com uma das mãos e a outra mão gira o carbono da frente.	
3		Mostra na ferramenta material a molécula na conformação eclipsada.	
4		Usa a mesma estratégia anterior para mais um giro.	
5		Mostra como fica a conformação alternada.	

6		Faz um novo giro.	
7		E para cada giro movimenta a molécula levemente mostrando a molécula em diferentes posições.	
8		Faz mais um giro mantendo o carbono de trás fixo e rotacionando o da frente. Neste giro a estudante inverteu as mãos.	
9		Fez mais um giro e movimentou a molécula levemente.	
10		Fez o último giro e retornou à molécula na conformação inicial.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 9 - Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos

1	1. Alternada.	O estudante inicia segurando a ferramenta material com uma das mãos na conformação alternada.	
2		Coloca a 'molécula' sobre a superfície posicionada de frente para a câmera. Em seguida rotaciona com uma mão o carbono do meio.	
3	2. Eclipsada.	Segura a molécula com uma das mãos e fala o nome da nova conformação.	
4	3. Alternada.	Novamente coloca a 'molécula' sobre a superfície. Em seguida rotaciona com uma mão o carbono do meio e fala o nome da nova conformação.	
5	4. Eclipsada. 5. Alternada. 6. Eclipsada. 7. Alternada.	Prossegue com as rotações e com a fala do nome da conformação.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Grupo B

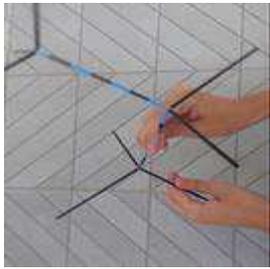
Curta-metragem 2- Análise Conformacional do propano

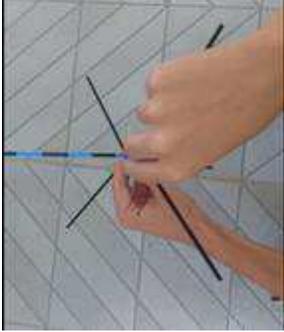
S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1. Então, a gente vai fazer a análise conformacional do propano.</p> <p>2. Eu escolhi fixar esse carbono aqui e usar essa metila aqui como referencial.</p>	<p>A aluna inicia mostrando a molécula de propano representada por meio da ferramenta material. Na sequência aponta com os dedos a localização do carbono e da metila que serão os referencias.</p>	
2	<p>3. Então, a gente vai fazer um giro de 60° em 60°.</p> <p>4. Aqui a gente pode perceber que tem uma conformação alternada.</p> <p>5. Girando em 60° a gente percebe que há uma conformação eclipsada.</p>	<p>A estudante posiciona a molécula fixando o carbono de trás com uma mão. Mostra a conformação alternada e na sequência rotaciona em 60° o outro carbono ligado a metila com a outra mão.</p>	
3	<p>6. E nessa conformação, a metila a nuvem dela está bem próxima da nuvem do hidrogênio. Isso faz com que essa conformação seja menos estável do que a outra.</p>	<p>Mostra a conformação eclipsada e aponta com os dedos a proximidade na nuvem eletrônica da metila com a nuvem eletrônica do hidrogênio.</p>	
4	<p>7. Girando mais 60°, de novo a gente tem a conformação alternada, que é uma conformação mais estável e com menor energia do que a eclipsada.</p>	<p>A estudante faz o giro na molécula simultâneo com sua fala sobre a mudança de conformação.</p>	

5	8. Girando mais 60° a gente tem novamente a eclipsada e novamente 60° a alternada, mais 60° a eclipsada e por último a conformação inicial que é a conformação alternada.	Faz os demais giros de 60° até retornar na conformação inicial.	
---	---	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 3 - Análise Conformacional do propano

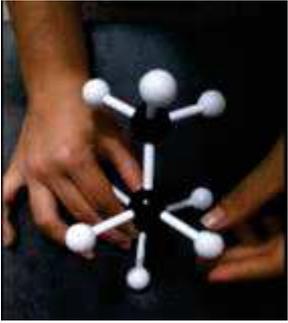
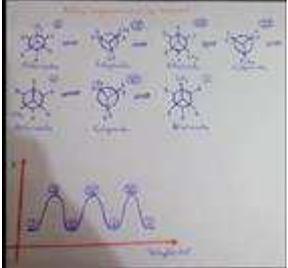
S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	1. Análise Conformacional do propano, onde a metila vai está para cima analisando o carbono 2 e 3.	O aluno inicia mostrando a molécula de propano representada por meio da ferramenta material. Na sequência aponta com os dedos a localização do carbono 2 e 3.	
2	2. Primeiro tem a conformação alternada, onde ela é menos energética, porque a repulsão das nuvens eletrônicas vai ser menor, com os elétrons de cima com os lá de trás do terceiro carbono.	Mostra a conformação alternada e na sequência explica a estabilidade em relação a nuvem eletrônica. Situa a nuvem eletrônica com a mão em cima da ligação carbono-hidrogênio do carbono de trás.	
3	3. E aí fazendo uma rotação de 60° tem a conformação eclipsada, onde a nuvem eletrônica vai estar mais próxima, então vai ter maior repulsão, vai ser mais energética e vai ser menos estável.	Faz a rotação na ferramenta material à medida que fala.	

4	4. E aí girando mais 60° tem a alternada, que é mais estável e a eclipsada de novo, alternada, a última eclipsada que são todas iguais a conformações alternadas e eclipsadas e a conformação alternada por último que a mesma do início.	Continua fazendo os giros até retornar na conformação inicial.	
5	5. Então, aqui tem o gráfico representativo dessa análise conformacional, onde os pontos de mínimo do gráfico são as conformações alternadas, são menos energéticas e os pontos de máximo as eclipsadas.	Passa para a imagem do gráfico e mostra com os dedos os pontos de máximos e de mínimos.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 4 - Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	1. Essa é uma molécula de propano, vamos fazer sua Análise Conformacional.	A estudante inicia com a apresentação da molécula de propano na ferramenta material.	
2	2. Se fixarmos este carbono aqui embaixo vemos uma conformação alternada de Newman. 3. Agora se girarmos em 60° vemos uma conformação eclipsada.	Fixa o carbono detrás da molécula e inicia com a molécula numa conformação alternada. Na sequência faz o giro de 60° na molécula e mostra a conformação eclipsada.	

3	<p>4. Se girarmos mais 60, temos uma conformação alternada novamente, grupo metila mais abaixo.</p> <p>5. Agora se girarmos mais 60, novamente uma conformação eclipsada.</p> <p>6. Agora se girarmos mais 60, uma projeção alternada.</p> <p>7. Se girarmos mais 60, uma projeção eclipsada.</p> <p>8. Se girarmos mais 60 voltamos na projeção alternada de partida.</p>	<p>Prossegue com os giros e mostrando a alternância nas conformações até retornar na conformação de inicial.</p>	
4	<p>9. A explicação no papel para a análise conformacional do propano é a seguinte:</p> <p>10. No primeiro desenho o carbono debaixo está fixo e seus hidrogênios também. O que vai girar é o grupo metila que está posicionado acima, no carbono de cima. Assim, no primeiro desenho temos uma conformação alternada.</p> <p>11. Já no segundo houve um giro de 60° e o carbono ficou mais ao lado, numa conformação eclipsada.</p> <p>12. No terceiro desenho foi, retornou na conformação alternada e o carbono está mais abaixo.</p> <p>13. Já no quarto desenho o carbono está numa posição embaixo numa conformação eclipsada.</p> <p>14. No quinto desenho ele retorna a configuração alternada só que o grupo metil, no caso metil, está localizado a esquerda.</p> <p>15. No sexto desenho a conformação é eclipsada e o carbono está quase voltando na posição inicial, que é com ele em cima.</p> <p>16. Desse modo vemos que as conformações alternadas</p>	<p>A estudante passa a explicar a análise conformacional a partir do desenho das projeções e finaliza fazendo referência ao gráfico de energia. Durante essa elucidação a imagem fica fixa e não acontece gestos de apontamento.</p>	

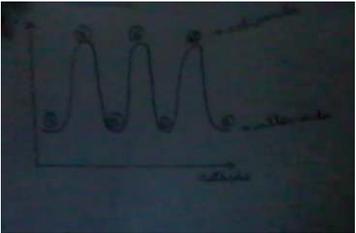
	<p>precisam de menos energia, ou seja, são mais estáveis. Enquanto que as conformações eclipsadas elas precisam de mais energia e são menos estáveis.</p> <p>17. Dessa maneira podemos ver no gráfico que é uma senoide a representação das análises conformacionais alternadas está na parte de baixo enquanto que as análises eclipsadas estão na parte de cima, já que são mais energéticas.</p> <p>18. Assim, finalizamos a análise conformacional do propano.</p>		
--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 5- Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	1. Na molécula do propano para fazer a análise conformacional da molécula eu vou fixar o carbono 1 e rotacionar o carbono 2 usando a carbonila como referencial.	A estudante inicia com a apresentação da molécula de propano na ferramenta material.	
2	2. Para isso eu enumerei os seus carbonos, sendo esse o 1, esse o 2 e esse o 3.	Segura a ferramenta material com uma das mãos e aponta o número dos carbonos com a outra mão.	
3	3. E esse 1 irá ficar fixado na parte de trás da molécula.	Posiciona a molécula de modo que o carbono numerado como 1 fique na parte de trás da molécula.	

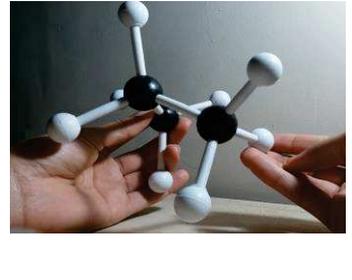
4	<p>4. Nessa conformação inicial temos, hidrogênio alternado com carbonila, hidrogênio alternado com hidrogênio e hidrogênio alternado com hidrogênio.</p>	<p>Mantém a molécula na mesma posição e aponta com os dedos à medida que fala os átomos que estão alternados.</p>	
5	<p>5. Se rotacionarmos essa molécula no ângulo de 60° no seu sentido horário teremos hidrogênio eclipsado com hidrogênio, hidrogênio eclipsado com hidrogênio e carbonila eclipsada com hidrogênio.</p> <p>6. Neste caso da carbonila eclipsada com o hidrogênio, temos um gasto maior de energia, um custo maior de energia. Sendo então essa conformação mais energética.</p> <p>7. Sendo que as conformações hidrogênio hidrogênio, hidrogênio hidrogênio são as mais estáveis nessa rotação.</p>	<p>Mantém fixo o carbono 1, rotaciona o carbono 2 em 60° no sentido horário.</p> <p>Na sequência mantendo a molécula segura pelo carbono 1, aponta com os dedos quais átomos estão eclipsados.</p> <p>Para explicar a energia envolvida na interação carbono-hidrogênio na conformação eclipsada aponta novamente com os dedos os átomos.</p>	
6	<p>8. Se rotacionarmos novamente a carbonila num ângulo de 60° teremos hidrogênio alternado com hidrogênio, hidrogênio alternado com hidrogênio e hidrogênio alternado com uma carbonila.</p>	<p>Faz novamente o movimento de rotação e situa os átomos após a rotação na conformação alternada.</p>	
7	<p>9. Se rotacionarmos mais 60° teremos novamente hidrogênio eclipsado com hidrogênio, hidrogênio eclipsado com hidrogênio e hidrogênio eclipsado com a carbonila. Novamente tendo aqui a ligação mais energética e essas aqui as rotações mais estáveis.</p> <p>10. Se rotacionarmos mais 60° teremos novamente uma conformação alternada, sendo hidrogênio alternado com carbonila, hidrogênio com hidrogênio e hidrogênio com</p>	<p>Prossegue com as rotações e com as localizações das posições dos átomos em relação aos carbonos que participam da rotação.</p> <p>Finaliza com a retomada da conformação de partida.</p>	

	<p>hidrogênio.</p> <p>11. Se rotacionarmos novamente esta molécula teremos novamente carbonila eclipsada com hidrogênio, hidrogênio eclipsado com hidrogênio e hidrogênio eclipsado com hidrogênio.</p> <p>12. Com mais uma rotação de 60° chegamos na nossa conformação inicial, que era a conformação alternada, onde tínhamos hidrogênio alternado com hidrogênio, hidrogênio alternado com hidrogênio e hidrogênio alternado com a carbonila.</p>		
8	<p>13. Nesta molécula podemos ver que assim como ocorre com a molécula do etano todas essas conformações elas são de forma degeneradas, ou seja, todas essas conformações apresentam a mesma quantidade energética. Tanto a alternada quanto a eclipsada.</p>	<p>Ao se referir a conformação eclipsada rotaciona a molécula para formar essa conformação.</p>	
10	<p>14. Então sendo que no seu gráfico não teremos variações dos níveis de energia, os níveis eclipsados terão o mesmo nível de energia e os níveis alternados também terão os mesmos níveis de energia.</p>	<p>Mostra o gráfico de energia enquanto explica sobre ele.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 7- Análise Conformacional do propano

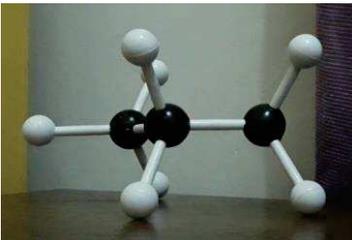
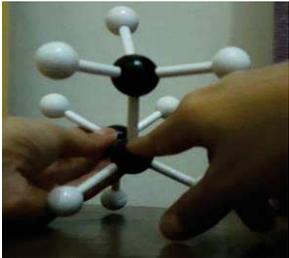
S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
----	------------------------	-----------------	-------------------

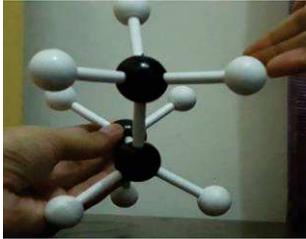
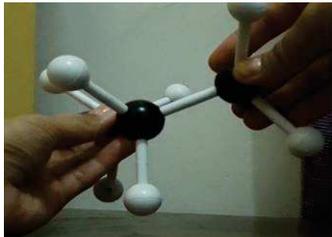
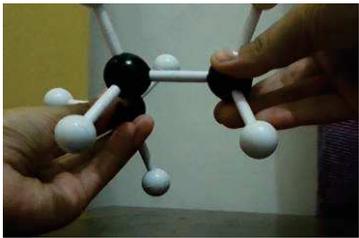
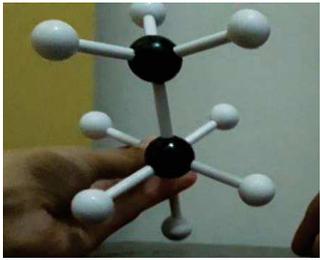
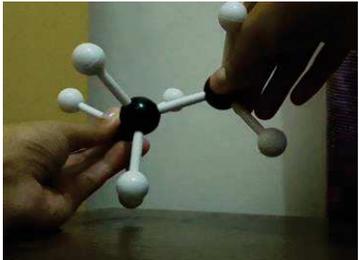
1	<p>1. Análise Conformacional do propano</p> <p>2. Eu decidi analisar essa conformação fixando esse carbono e movendo esse.</p> <p>3. Nós vamos dar giro de 60° em 60°.</p> <p>4. E eu vou marcar a metila para quando a metila voltar ao seu lugar inicial eu possa ver quantas conformações eu tive.</p> <p>5. Então aqui nós temos a primeira conformação, que é a conformação alternada.</p>	<p>A estudante inicia com a fala 1. Na sequência faz as considerações iniciais para iniciar a análise conformacional: mostra quais carbonos serão analisados, ficará fixo o carbono posicionado na mão de trás e girará o da frente; fala o ângulo de rotação; marca a metila como referência para a quantidade de giros e mostra que inicia com a molécula na conformação alternada.</p>	
2	<p>6. Dando um giro de 60° nós temos a conformação eclipsada.</p> <p>7. Na conformação eclipsada nós podemos ver que há uma aproximação das nuvens eletrônicas da metila e do hidrogênio, o que pode causar uma repulsão dessas nuvens, ou seja essa conformação ela é menos estável e mais energética por conta dessa aproximação das nuvens eletrônicas.</p>	<p>A estudante faz o giro segurando com uma mão o carbono de trás e rotaciona com a outra mão o carbono do meio.</p> <p>Não somente mostra as 'nuvens eletrônicas próximas' nesta conformação, como também provoca com os dedos uma aproximação entre os hidrogênios.</p>	
3	<p>8. Dando mais um giro de 60° nós temos uma conformação alternada, onde nós podemos ver os hidrogênios do carbono de trás mais os hidrogênios do carbono da frente e a metila.</p>	<p>Faz o giro seguindo a mesma estratégia anterior e mostra com os dedos os hidrogênios e a metila.</p>	
4	<p>9. Mais um giro de 60° nós podemos ter a forma novamente eclipsada, que eu tenho a aproximação das nuvens eletrônicas o que torna essa conformação mais energética e menos estável.</p>	<p>Faz o giro para a conformação eclipsada seguindo a mesma estratégia anterior e mostra com os dedos a aproximação das nuvens eletrônicas.</p>	

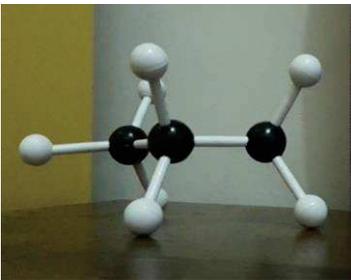
5	10. Dando um giro de mais 60° nós temos a conformação alternada, que eu me esqueci de falar que ela é menos energética e mais estável, porque eu tenho as nuvens eletrônicas da metila, do hidrogênio e dos hidrogênios mais separadas.	Novamente faz o giro e mostra com a mão como os hidrogênios e metila estão mais distantes nesta conformação em relação a conformação eclipsada.	
6	11. Aí mais um giro de 60° eu tenho a forma eclipsada que é quando tem aproximação das nuvens eletrônicas da metila e do hidrogênio.	Faz o giro novamente e mostra com a mão a aproximação das nuvens eletrônicas.	
7	12. Mais um giro de 60° eu volto a conformação inicial que é a conformação alternada. 13. Então essa foi a análise conformacional do propano.	Faz o último giro e mostra que retornou a conformação inicial.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 10 - Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	1. Nós temos aqui uma molécula de propano.	A estudante inicia com a apresentação da molécula de propano.	
2	2. Se olharmos está ligação carbono-carbono aqui nós podemos observar a projeção de Newman na conformação alternada	Na sequência segura a ferramenta material e aponta para a ligação carbono-carbono entre o carbono da frente e o do meio.	

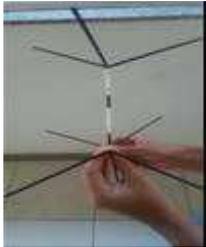
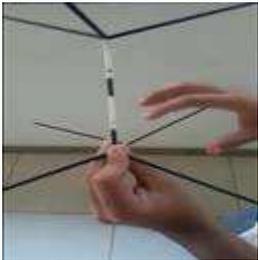
3	3. A conformação alternada é quando os grupos ligados aos carbonos em cada ponta de uma ligação carbono-carbono estão mais longe possível um do outro	Enquanto explicou a conformação alternada manteve a ferramenta material segura pelo carbono de trás.	
4	4. Ao virar a conformação para o lado, nós podemos observar a conformação eclipsada. Onde os átomos ligados em cada ponta da ligação carbono-carbono estão opostos entre si.	Faz o giro no carbono do meio com a mão da frente e mantém a mão de trás segurando o carbono de trás.	
5	5. Se eu virar novamente vamos ter uma conformação alternada.	Faz novamente o giro com as mãos posicionadas da mesma forma anterior.	
6	6. Aqui outra conformação eclipsada. 7. Novamente uma conformação alternada. 8. Outra conformação eclipsada. 9. E finalmente voltaremos a conformação inicial.	Prossegue nas rotações até retornar a conformação inicial.	
7	10. Quando passamos da conformação alternada para a conformação eclipsada e vice e versa existe uma diferença de energia. 11. Na conformação alternada a energia é mais baixa e as conformações eclipsadas são mais energéticas, deixando a molécula menos estável em determinados momentos.	Rotaciona a molécula no momento em que fala “conformação alternada para conformação eclipsada”. Na sequência quando fala conformação alternada volta a rotação para a posição alternada. E quando fala conformação eclipsada	

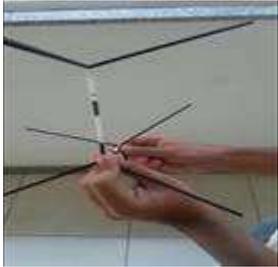
		rotaciona novamente para a forma eclipsada.	
8	<p>12. Com isso para ir da conformação alternada para a conformação eclipsada necessita-se de energia. E da eclipsada para a alternada é ao contrário, acontece a diminuição de energia.</p> <p>13. Então as conformações alternadas elas são mais estáveis do que as conformações eclipsadas.</p>	<p>Novamente ao se referir às conformações alteradas e eclipsadas manipula a ferramenta material com o respectivo giro para formar determinada conformação da fala.</p> <p>Finaliza com a ferramenta material sobre a superfície</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Grupo C

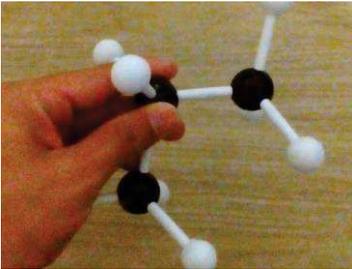
Curta-metragem 1- Análise Conformacional do propano

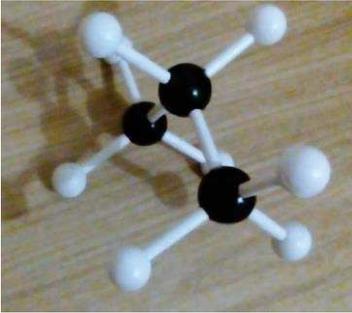
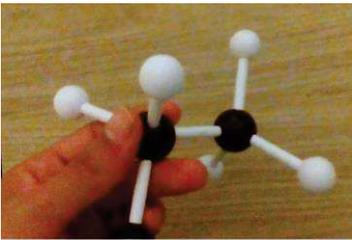
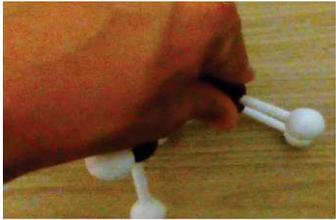
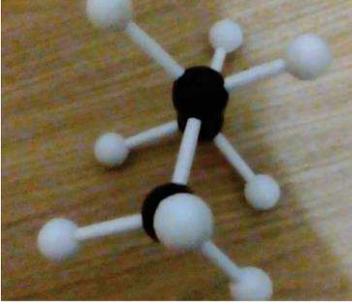
S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1. Essa é uma molécula de propano, onde os tubos pretos representam hidrogênio e aqui seria o primeiro carbono, segundo carbono e terceiro carbono.</p> <p>2. Eu vou mostrar agora a análise conformacional entre os carbonos dois e três.</p>	<p>O aluno inicia mostrando a molécula de propano representada por meio da ferramenta material. Na sequência aponta a localização dos carbonos na representação.</p>	
2	<p>3. Para Análise Conformacional primeiro a gente coloca na parte alternada, onde fica essa parte para cá e aqui os hidrogênios alternam.</p> <p>4. Essa fase alternada é de menor energia e ela é considerada mais estável. Isso porque as nuvens de elétrons têm pouca repulsão entre elas.</p>	<p>O aluno vai explicando e apontando na representação. As suas mãos na imagem mostram as posições das nuvens eletrônicas.</p>	
3	<p>5. Agora girando em 60° ela fica assim, e essa é uma conformação eclipsada.</p> <p>6. Nas conformações eclipsadas tem maior contato uma com a outra e aí é uma posição de maior energia, porém, ela é mais instável por causa da repulsão.</p>	<p>O aluno faz o giro de 60° para mudar a conformação.</p>	

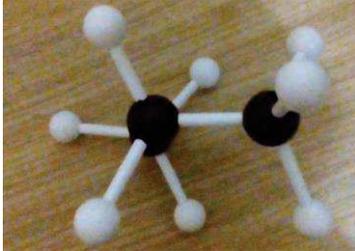
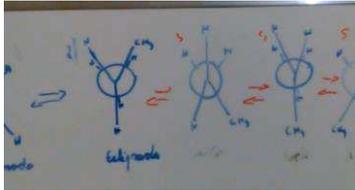
4	<p>7. Girando mais 30° a gente tem a alternada novamente.</p> <p>8. Eclipsada.</p> <p>9. Alternada.</p> <p>10. Mais 60° eclipsada.</p> <p>11. Alternada.</p> <p>12. Eclipsada e voltamos nos 360° alternada.</p>	<p>Faz todos os giros até completar os 360° e ao completar cada giro fala o nome da conformação.</p>	
5	<p>13. Aqui a gente mostra o gráfico representativo da rotação da molécula, onde o eixo x é da rotação e varia de 60° e 60°. E aqui é o eixo de energia.</p> <p>14. As partes mais baixas são representadas pelas alternadas e a parte mais alta pela eclipsada, onde aqui é menos estável e aqui mais estável.</p>	<p>O aluno muda o foco da câmera para um gráfico de energia no quadro. Na sequência aponta no gráfico a relação do nível de energia com as conformações vistas anteriormente.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Curta-metragem 8 - Análise Conformacional do propano

S.	Transcrição dos turnos	Ação dos turnos	Imagem dos turnos
1	<p>1. Falar um pouco sobre a conformação da molécula de propano, para isso eu vou usar a projeção de Newman.</p> <p>2. Bom essa é a representação da conformação da molécula de propano de maior estabilidade e de menor energia.</p>	<p>O estudante inicia com a apresentação da molécula de propano na ferramenta material.</p>	

2	<p>3. Os átomos de carbono assumem geometrias tetraédricas e os átomos de hidrogênio ficam o mais distante possível um dos outros. Porém essa não é a única conformação que a molécula pode assumir, ela também pode assumir outras conformações menos estáveis.</p>	<p>Posiciona a molécula sobre a superfície enquanto explica.</p>	
3	<p>4. Ao fornecermos energia para essa molécula ela acaba fazendo um giro, o átomo de carbono do meio, carbono 2, acaba girando em relação ao átomo 1 assumindo uma outra conformação.</p>	<p>Segura a molécula pelo carbono que sofrerá o giro para a nova conformação.</p>	
4	<p>5. Faz um giro de 60° saindo da conformação alternada passando para uma conformação chamada eclipsada, de menor estabilidade e maior energia.</p>	<p>Faz o giro de 60° no átomo de carbono denominado 2, com a molécula posicionada com o carbono 1 sobre a superfície.</p>	
5	<p>6. Os átomos de hidrogênio agora ficam sobrepostos um no outro e ocorre uma repulsão maior entre hidrogênio hidrogênio e também do átomo de carbono sobreposto ao hidrogênio.</p>	<p>Aponta com o dedo o átomo de carbono 3 que fica sobreposto com o hidrogênio ligado ao carbono 1.</p>	
6	<p>7. Se fornecermos energia novamente para essa molécula ela volta para a conformação alternada, fazendo outro giro de 60°.</p> <p>8. Detalhe da molécula de propano é que todas as conformações alternadas dela possuem a mesma energia pois todas são iguais. Como aqui a gente tem em cima um etil girando sobre um metil, a cada giro que ele faz de 120° você vai ter que esses giros eles são</p>	<p>Faz o giro de 60°, novamente com o mesmo movimento com uma das mãos sobre o carbono 2.</p> <p>Aponta o etil na parte de cima da molécula com os dedos.</p>	

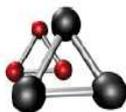
	<p>simétricos. Todas as conformações alternadas vão ser simétricas, assim como as eclipsadas serão simétricas entre si.</p>		
7	<p>9. Então, vamos fazer aqui os giros, mais 60° ele assume uma outra conformação.</p>	<p>Faz o giro de 60°, novamente.</p>	
8	<p>10. E a gente gira novamente 60° ele volta de novo para uma conformação alternada.</p> <p>11. Novamente mais 60° outra conformação eclipsada. Giramos novamente mais 60° uma conformação alternada, mais 60° uma outra conformação eclipsada.</p> <p>12. E girando de novo mais 60° ele volta para sua conformação alternada original.</p>	<p>Faz os demais giros na molécula seguindo a mesma posição anterior das mãos até retornar à posição inicial.</p>	
9	<p>13. Aqui a gente tem uma representação de Newman na lousa de como seria a representação desse giro em um desenho na lousa.</p> <p>14. Passando das conformações alternadas para eclipsada e assim por diante.</p>	<p>Mostra as representações - Projeção de Newman na lousa.</p> <p>A medida que fala o tipo de conformação foca a imagem da conformação na lousa alternada e eclipsada.</p>	
10	<p>15. E um diagrama de energia. Aqui nós vemos que nesse gráfico as conformações 1, 3 e 5, os pontos 1, 3 e 5 são das conformações alternadas que possuem todas a mesma energia e os pontos 2, 4 e 6 das conformações eclipsadas que também possuem a mesma energia entre si e uma energia bem maior do que as conformações alternadas.</p>	<p>Mostra o gráfico na lousa.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

ANEXO A - EMENTA DA DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA I

BRASIL

Acesso à Informação Barra GovBr



Departamento de Química
U F J F



Plano de Ensino

Disciplina: EADQUI018 - QUÍMICA ORGÂNICA I

Créditos: 4

Departamento: DEPTO DE QUIMICA /ICE

Ementa	Introdução à Química Orgânica e suas principais funções. Compostos de carbono e ligações químicas. Compostos de carbono representativos: Grupos funcionais, Forças intermoleculares. Introdução às reações orgânicas: Ácidos e Bases. Estereoquímica. Hidrocarbonetos alifáticos e haletos de alquila: Propriedades, sínteses e reações.
Conteúdo	Introdução à Química Orgânica e suas principais funções. Compostos de carbono e ligações químicas. Compostos de carbono representativos: Grupos funcionais, Forças intermoleculares. Introdução às reações orgânicas: Ácidos e Bases. Estereoquímica. Hidrocarbonetos alifáticos e haletos de alquila: Propriedades, sínteses e reações.
Bibliografia	Solomons, T.W.G. Química Orgânica. LTC <i>z</i> Livros Técnicos e Científicos, Editora S. A. 8ª Edição, Rio de Janeiro, 2005. Ferreira, Vitor F.; Esteves, Pierre; Vasconcelos, Mário; Costa, Paulo, Ácidos e Bases em Química Orgânica - Editora Bookman
Bibliografia (continuação)	
Bibliografia complementar	Guia IUPAC para Nomenclatura de Compostos Orgânicos, Ano: 2002, editora LIDEL. Fernandes, Morrison/Boyd, Química Orgânica, Vol. 1, 8ª Edição, Ano: 2005, editora LTC



ANEXO B - CRONOGRAMA DA DISCIPLINA

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES – Química Orgânica I

A seguir está o cronograma da disciplina de Química Orgânica para o segundo semestre do ano letivo de 2016.

Aulas às segundas-feiras 8:00 às 10:00 h e quintas-feiras das 10:00 às 12:00 h na sala S 304.

DATA	CONTEÚDO
29/08	- Ligação de caráter iônico: Distribuição eletrônica, Conceitos de diferença de eletronegatividade; potencial de ionização; regra do octeto. - Ligação de caráter covalente; - Estrutura de Lewis; - Exceção à regra do octeto; - Cálculo da carga formal; - Fórmulas: Fórmula molecular, fórmula de traço, fórmula condensada, fórmula de linha, fórmula tridimensional.
05/09	- Estrutura molecular. - Polaridade da Ligação. - Estruturas de ressonância. - Grupos funcionais.
08/09	- Isomerismo: definição isômeros. Forças intermoleculares.
12/09	- Propriedades físicas – ponto de fusão, ponto de ebulição solubilidade.
15/09	- Reações ácido-base – ácidos de bases de Arrhenius e Bronsted-Lorry. - Relação entre estrutura e acidez. - Força relativa de ácidos e bases.
19/09	- Relação estrutura e acidez, Efeitos indutivos, efeitos de ressonância. - Ácidos e bases de Lewis. - Prevendo o resultado de reações ácido- base.
22/09	Análise conformacional de alcanos e diagramas de energia.
26/09	Análise conformacional de alcanos e diagramas de energia.
29/09	Ciclo alcanos e estabilidade relativa.
03/10	Análise conformacional de cicloalcanos e cicloalcanos substituídos.
06/10	Análise conformacional de cicloalcanos e cicloalcanos substituídos.
10/10	Primeira avaliação
13/10	Estereoquímica: Definição de estereoisômeros, aspectos históricos, planos de simetria.
17/10- 29/10	SEMANA DO ICE
24/10	Definição de enantiômeros, sistema de nomenclatura R,S, racematos.
27/10	Definição de diastereoisômeros, projeção de Fisher, nomenclatura, composto meso.
31/10	Configuração relativa e absoluta. Resolução de enantiômeros.
03/11	Definição de atropoisômeros.
07/11	Segunda avaliação
17/11	Reações de alcanos e cicloalcanos: Reações radiculares.
11/02	Preparação de alcanos e cicloalcanos.
21/11	Reações de adição de alcenos: água em meio ácido.

24/11	Reações de alcenos: adição eletrofílica de cloro e bromo halodrinhas.
28/11	Reações de alcenos: oximercuração-desmercuração e dihidroxilação.
30/11	Reações de alcenos: Clivagem oxidativa (ozonólise).
01/12	Reações de alcenos: hidroboração e Epoxidação.
05/12	Reações de alcinos: adição eletrofílica.
08/12	Reações de alcinos: clivagem oxidativa.
15/12	Terceira avaliação
19/12	Segunda chamada/ SUBSTITUTIVA

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Três provas individuais escritas. A nota final será dada pela soma da nota das avaliações parciais. Serão aprovados na disciplina os alunos que obtiver nota maior ou igual a 60%.

AP1 – 30 pts

AP2 – 30 pts

AP3 – 40 pts

SÓ TERÁ DIREITO A FAZER A PROVA SUBSTITUTIVA O ALUNO QUE FIZER TODAS AS AVALIAÇÕES. A NOTA DA PROVA SUBSTITUTIVA, SUBSTITUIRÁ A MENOR NOTA TIRADA EM UMA DAS TRÊS AVALIAÇÕES.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:

1. Solomons e Fryhle, Química Orgânica, Vol. 1 e 2, 8ª Edição, Ano: 2005, editora LTC
2. Vollhardt, K. Peter; Schore, Neil E., Química Orgânica - Estrutura e Função - Editora Bookman. ALLINGER, N.L. e Colaboradores, Química Orgânica. 2ª. ed. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 1978.
3. McMURRY, J.; Química Orgânica. 6ª. ed. Vol. I,II. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. - LTC; Rio de Janeiro, 2005.
4. BRUICE, Paula Yurkanes. Química Orgânica, 4a ed., Vol I e II, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2006