



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Campus Universitário Prof. José Aluizio de Campos

Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**Movimentos de contextualização e descontextualização
entre as dimensões empírica e abstrata no ensino de
propriedades coligativas e suas relações com as
representações semióticas de Peirce.**

Joeliton Chagas Silva

São Cristóvão, SE.

2014

Joeliton Chagas Silva

**Movimentos de contextualização e descontextualização
entre as dimensões empírica e abstrata no ensino de
propriedades coligativas e suas relações com as
representações semióticas de Peirce.**

Dissertação apresentada à banca
examinadora do programa de pós-graduação
em Ensino de Ciências e Matemática da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito para a obtenção do título de mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Adjane da Costa
Tourinho e Silva

São Cristóvão-SE.

2014

Ficha Catalográfica Elaborada pelo
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Sergipe

S586m

Silva, Joeliton Chagas.

Movimentos de contextualização e descontextualização entre as dimensões empírica e abstrata no ensino de propriedades coligativas e suas relações com as representações semióticas de Peirce/ Joeliton Chagas Silva ; orientadora Adjane da Costa Tourinho e Silva. -- São Cristóvão, 2014.

131 f.; Il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, 2014.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Pedagogia crítica. 3. Semiótica. I. Silva, Adjane da Costa Tourinho e, orient. II. Título.

CDU 54:37.013

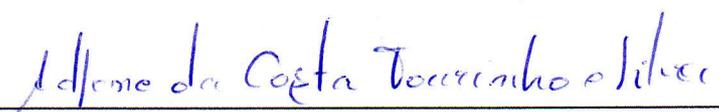


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
E MATEMÁTICA - NPGEICIMA

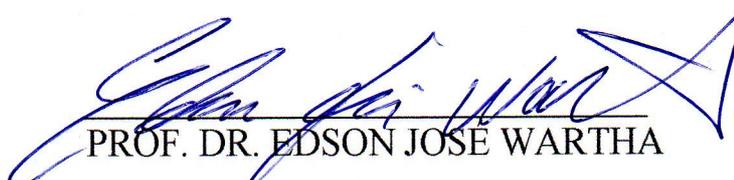


**“MOVIMENTOS DE CONTEXTUALIZAÇÃO E
DESCONTEXTUALIZAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES EMPÍRICA E
ABSTRATA NO ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS E SUAS
RELAÇÕES COM AS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS DE PEIRCE.”**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
29 DE AGOSTO DE 2014


PROFA. DRA. ADJANE DA COSTA TOURINHO E SILVA


PROFA. DRA. LÚCIA HELENA SASSERON


PROF. DR. EDSON JOSÉ WARTHA

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por Sua imensa bondade, por me alimentar a cada de amor e perseverança, no sentido de lutar por meus ideais.

À minha orientadora Adjane da Costa Tourinho e Silva pela paciência, serenidade, ensinamentos, discussões e por aqueles velhos “puxões de orelhas”. Muito provavelmente, sem eles essa caminhada não teria tanta graça. Sou muito grato em ter conhecido alguém do seu gabarito. Sua inteligência inspira.

Ao professor Edson Wartha, ao qual eu reintero meus votos de estima e consideração. Obrigado por me fazer acreditar que eu era capaz e pela contribuição na qualificação! Em seu nome, agradeço a todos os meus professores e amigos do campus Professor Alberto Carvalho – ITABAIANA, SE.

À professora Marlene Rios Melo pela disponibilidade, gentileza e sobriedade nas discussões apresentadas na qualificação. Muito obrigado mesmo!

Aos meus amigos professores do Colégio Estadual Emeliano Ribeiro. Vocês não imaginam o quanto foi motivador o carinho recebido. Aos meus alunos do referido colégio, essa vitória também representa o respeito que tenho por vocês, na busca incessante de aperfeiçoar o meu ensino.

À equipe do colégio Roque José de Souza, por me abrir os portões da escola sem fazer cerimônia. Muito obrigado por tudo!

Aos colegas de NPGECIMA, com os quais passei momentos de aprendizagem, troca de informações, mas também momentos de descontração e amizade. Um beijo especial a Taty, a Carla e a Cris, vocês representam muito.

Agradeço aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado. Vocês sabem quem são e aquilo que verdadeiramente representam pra mim. Gostaria de agradecer em especial a Dimas e Jonathan por terem me concedido moradia em um período de extrema dificuldade. Aos amigos do “Sede Zero”, “Amizade é tudo”, Teachers’ team, Forrozeiros e todos que torceram pela minha vitória.

Enfim, gostaria de agradecer à minha mãe Gildete, minha fortaleza. Todos os adjetivos qualitativos existentes seriam insuficientes para qualificá-la. Ao meu pai Gilberto (*in memoriam*), certamente quem nesse momento mais se orgulha desse título de mestre. Aos meus irmãos Gelmsom e Gidelma, a qual me deu o meu tesouro Ian, pela compreensão e paciência. Aos meus avós (Leonor, Judite e Mecino), primos, primas, tios e tias. À família Rodrigues pela atenção e zelo. Enfim, essa conquista é de todos nós!

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem, ou que seus planos nunca vão dar certo, ou que você nunca vai ser alguém. Quem acredita sempre alcança”. (Renato Russo)

RESUMO

Esta pesquisa teve como principal objetivo analisar os movimentos de contextualização e descontextualização, por entre as dimensões empírica e abstrata do conhecimento químico, no discurso de um professor em uma sala de aula do nível médio, verificando as relações de tais movimentos com o uso de representações semióticas e as características dessas representações. Tendo em vista que a relação dialética entre empiria e teoria, assim como o uso de representações são constitutivas do conhecimento químico, consideramos relevante verificar como tais aspectos são articulados na introdução e desenvolvimento dos conteúdos por um professor junto aos seus alunos. A fim de alcançarmos esse objetivo, lançamo-nos mão de uma pesquisa do tipo estudo de caso, referente à análise da atuação de um professor conceituado em uma turma do 2º ano do ensino médio, durante o desenvolvimento da sequência temática “Propriedades Coligativas das Soluções”, em uma escola do agreste sergipano. A opção pela referida escola se deu como forma de descentralizar as pesquisas em educação do estado voltadas para a discussão das relações de ensino e aprendizagem de Química, em que na maioria dos casos estão destinadas a investigar o contexto da capital.

Como principal método de coleta de dados, utilizamos a gravação das aulas em vídeo. Estas foram categorizadas utilizando o software Videograph®, o qual possibilita, na medida em que a aula progride na tela do computador, que sejam selecionadas as categorias analíticas desejadas, as quais ficam registradas nas respectivas linhas de tempo disponíveis. Por meio deste software, obtivemos percentuais de tempo relativos ao emprego das categorias, constituindo assim a dimensão quantitativa da pesquisa. A dimensão qualitativa se deu por meio da análise dos mapas de episódio, sequências discursivas e segmentos epistêmicos e de transcrições de episódios representativos do movimento discursivo do professor.

A ferramenta analítica usada para a análise dos dados se baseou nas categorias epistêmicas apresentadas em Silva (2008) e Silva e Mortimer (2009), as quais se organizam em três conjuntos: modelagem, níveis de referencialidade e operações epistêmicas. Tais categorias deram visibilidade ao modo pelo qual o professor organizou de forma gradual a construção dos conhecimentos com os alunos. Nesse sentido, nos interessamos em caracterizar os movimentos de contextualização e descontextualização, focalizando a dinâmica entre as categorias epistêmicas, de modo a mostrar como aconteceu a passagem de uma à outra ao longo do desenvolvimento das ideias construídas em sala de aula. A visualização desse movimento foi facilitada através do mapa de segmentos epistêmicos. Além das categorias epistêmicas, adotamos concomitantemente em nosso trabalho as categorias triádicas estabelecidas por Peirce para caracterizar as representações semióticas usadas pelo professor na relação signo-objeto (ícone, índice e símbolo) dentro de cada segmento epistêmico.

Os resultados apresentados evidenciam a habilidade do professor em articular o discurso que se volta para referentes específicos, envolvendo descrições e explicações, com aquele voltado para referentes abstratos e classes referentes, envolvendo generalizações. Desse modo, ao tempo em que apresenta generalizações, o professor busca dar sentido a estas por meio de descrições e explicações de fenômenos e eventos específicos. Consideramos que isto é um aspecto que favorece a aprendizagem e, possivelmente, ele é um dos responsáveis pela boa reputação que este professor goza diante de seus alunos. Por outro lado, o limitado uso de modelos icônicos certamente compromete uma percepção mais elaborada dos fenômenos discutidos.

Palavras chaves: Movimentos epistêmicos; representações semióticas; propriedades coligativas.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the movements of contextualization and decontextualization, through the empirical and abstract dimensions of chemical knowledge in the discourse of a teacher in a classroom of high school, verifying the relations of such movements with the use of representations semiotic and the characteristics of these representations. Considering that the dialectical relationship between empiricism and theory, as well as the use of representations are constitutive of chemical knowledge, we consider relevant to see how these aspects are articulated in the introduction and development of content for a teacher with his students. In order to achieve this goal, we employed a research case study, concerning the analysis of the performance of a distinguished teacher in a class of 2nd year of high school, during the development of the thematic sequence "Properties Colligative Solutions" in a school sergipano harsh. The choice of this school was given as a way to decentralize research on state education focused on discussion of the relationship of teaching and learning chemistry in which in most cases are designed to investigate the context of capital.

As the main method of data collection, we used the recording of video lessons. These are categorized using the Videograph ® software, which enables, in that the class progresses on the computer screen, which are selected the desired analytic categories that are recorded in the respective lines available time. Through this software, we obtained percentages of time for employment of categories, constituting the quantitative dimension of research. The qualitative dimension is given by the analysis of maps episode, discursive and epistemic segments and sequences of transcripts of representative episodes of discursive movement teacher.

The analytical tool used for data analysis was based on epistemic categories presented in Silva (2008) and Silva and Mortimer (2009), which are organized into three sets: modeling, levels of referentiality and epistemic operations. Such categories gave visibility to how the teacher organized gradually constructing knowledge with students. In this sense, we care to characterize the movements of contextualization and decontextualization, focusing on the dynamics between the epistemic categories in order to show how happened to pass each other along the development of ideas constructed in the classroom. The visualization of this movement was facilitated through the epistemic map segments. In addition to the epistemic categories, we adopt in our work concurrently triadic categories established by Peirce to characterize the semiotic representations used by the teacher in the sign-object relation (icon, index and symbol) within each segment epistemic.

The results presented show the teacher's ability to articulate the discourse turns to specific referents, involving descriptions and explanations, with one facing referents and abstract classes related, involving generalizations. Thus, the time that presents generalizations, the teacher seeks to make sense of these through descriptions and explanations of phenomena and specific events. We believe that this is an aspect that promotes learning and, possibly, he is the one responsible for the good reputation it enjoys this professor before his students. Moreover, the limited use of iconic models certainly compromises a more elaborate perception of the phenomena discussed.

Keywords: epistemic movements; semiotic representations; properties colligative.

LISTA DE QUDROS E FIGURAS

Quadro 1	Categorias epistêmicas.	23
Quadro 2	Bases fenomenológicas da semiótica de Peirce.	35
Quadro 3	Tempos absolutos e percentuais de tempo de cada categoria para a sequência de aulas.	74
Quadro 4	Tempos absolutos e percentuais de tempo de cada categoria para a cada aula individualmente.	83
Quadro 5	Transcrição referente aos episódios 8, 9 e 10 – Aula 1: construindo a ideia de propriedades físicas.	95
Quadro 6	Fragmento do mapa de segmentos epistêmicos relativos aos episódios 8, 9 e 10.	109
Figura 1	Modelo para a água e para o álcool	38
Figura 2	Pressão de vapor específica para cada substância	39
Figura 3	Modelo de partículas para o equilíbrio dinâmico da pressão de vapor	40
Figura 4	Tempos percentuais da categoria “TIPO DE CONTEÚDO DO DISCURSO” na sequência de aulas.	76
Figura 5	Tempos percentuais da categoria “MODELAGEM” na sequência de aulas.	77
Figura 6	Tempos percentuais da categoria “NÍVEIS DE REFERENCIALIDADE” na sequência de aulas.	78
Figura 7	Tempos percentuais da categoria “OPERAÇÕES EPISTÊMICAS” na sequência de aulas.	79
Figura 8	Tempos percentuais da categoria “REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS – SIGNO/OBJETO” na sequência de aulas.	80
Figura 9	Percentuais de tempo para a aula 1 referente à categoria “TIPO DE CONTEÚDO DO DISCURSO”.	85
Figura 10	Percentuais de tempo para a aula 1 referente à categoria “MODELAGEM”.	86
Figura 11	Percentuais de tempo para a aula 1 referente à categoria “NÍVEIS DE REFERENCIALIDADE”.	87
Figura 12	Percentuais de tempo para a aula 1 referente à categoria “OPERAÇÕES EPISTÊMICAS”.	87
Figura 13	Percentuais de tempo para a aula 1 referente à categoria “REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS – SIGNO/OBJETO”.	88
Figura 14	Percentuais de tempo para a aula 2 referente à categoria “TIPO DE CONTEÚDO DO DISCURSO”.	89
Figura 15	Percentuais de tempo para a aula 2 referente à categoria “MODELAGEM”.	89
Figura 16	Percentuais de tempo para a aula 2 referente à categoria “NÍVEIS DE REFERENCIALIDADE”.	90
Figura 17	Percentuais de tempo para a aula 2 referente à categoria “OPERAÇÕES EPISTÊMICAS”.	91
Figura 18	Percentuais de tempo para a aula 2 referente à categoria “REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS – SIGNO/OBJETO”.	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS	18
	2.1- Categorias epistêmicas	18
	2.2- Semiótica: teoria geral dos signos	24
	2.1.1 - Elementos da Teoria Semiótica Peirceana.....	25
	2.1.2 - Categorias Universais da Semiótica Peirceana.....	29
	2.1.3 – Tricotomias.....	31
	2.3 –Categorias analíticas e as propriedades coligativas	36
3	REVISÃO DE LITERATURA	43
	3.1 – Trabalhos com foco nas categorias epistêmicas	43
	3.2 – Trabalhos com foco na semiótica de Peirce	49
4	METODOLOGIA	61
	4.1 – O professor, a escola e a turma: o contexto da pesquisa	62
	4.2 – Os procedimentos de coleta e o tratamento dos dados	65
5	ANÁLISE QUANTITATIVA	73
6	ANÁLISE QUALITATIVA	93
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
9	APÊNDICES	121

1 - INTRODUÇÃO

O nosso interesse em estudar os aspectos da semiótica no âmbito do conhecimento químico começou ainda na graduação, quando o professor da disciplina Estágio IV nos propôs esse tema para a construção do meu trabalho de conclusão de curso, o TCC. Naquela oportunidade, discutimos sobre o uso das imagens em livros didáticos para o Ensino Médio, tendo como objetivo analisar e explorar os diferentes aspectos considerados pelos autores desses livros ao usarem determinadas imagens como forma de representação de fenômenos ou entes químicos. Ao longo da análise, fizemos apontamentos sobre como algumas imagens eram utilizadas no estudo do tema químico “Estrutura da matéria”, justificando a necessidade de uma reflexão crítica sobre a sua aplicação no ensino de Química.

A partir daí, pudemos perceber, através da leitura crítica dos referências teóricos, como a teoria semiótica das representações, em específico, a semiótica peirciana, poderia ser útil para a compreensão do processo de construção de sentidos e significados, não apenas no que diz respeito aqueles relacionados às representações visuais utilizadas nos livros didáticos de Química, mas também podendo estendê-los para a dinâmica de sua aplicação nas salas de aula dessa disciplina.

Agora no mestrado, o desafio é relacionar as categorias semióticas de Peirce às categorias epistêmicas apresentadas em Silva (2008) e Silva e Mortimer (2009), as quais possibilitam tornar visíveis os movimentos de contextualização e descontextualização articulados por entre as dimensões empírica e teórica da Química, ao longo das interações desenvolvidas no plano social da sala de aula. Nesse sentido, poderemos compreender como as ideias requeridas pelo professor vão gradativamente se configurando em claros enunciados, ao final de determinados segmentos do discurso desenvolvido, e quais tipos de representações semióticas são adotadas por ele nesse processo.

Inicialmente, podemos afirmar que as representações são mecanismos de promoção de significados, pois são signos, representantes de objetos, e como tal configuram uma linguagem que possibilita a compreensão de fenômenos e a discussão sobre eles. Isto se torna particularmente importante na Química, a qual se constitui por meio da relação dialética entre o mundo dos objetos e eventos, empírico e real, e o das teorias e dos modelos, o qual corresponde a um real construído, constituído por várias entidades tais como átomos, moléculas e ligações, dentre outras, que são criadas por meio do discurso teórico desta ciência. Compreender os fenômenos de interesse da

Química implica a capacidade de representá-los e, portanto, reconstruí-los por variadas formas de representações semióticas¹.

Dessa forma, as representações devem ser estudadas e pesquisadas no contexto do ensino para que possam ser utilizadas (ou melhor utilizadas) em favor de uma aprendizagem mais significativa, sobretudo porque, as Ciências Naturais, e a Química em particular, fazem uso extensivo de modelos próprios, ou seja, de representações simplificadas e idealizadas de um mundo real para mobilizar e divulgar o conhecimento científico sobre ele.

Consideramos relevante, portanto, compreender como o professor articula as ideias que introduz em sala de aula e como fomenta a elaboração de tais ideias por seus alunos numa dinâmica interativa, de modo que estes façam uso de modelos explicativos adequados e possam compreender como os significados construídos em torno de um fenômeno particular podem ser estendidos a uma classe de fenômenos. Esse movimento de transição entre aspectos particulares e generalizáveis de um fenômeno, bem como entre as dimensões empírica e teórica é percebido como algo constitutivo das Ciências da Natureza e, portanto, deve estar presente nas salas de aula de suas disciplinas.

No processo de ensino-aprendizagem dos conhecimentos químicos, ainda que a discussão gire em torno de fenômenos particulares, é requerido que as generalizações sejam alcançadas de modo que os conhecimentos produzidos sejam aplicáveis a outros fenômenos e objetos específicos. Nesse sentido, a transição entre essas duas instâncias pode ser percebida como um movimento de contextualização e descontextualização do conhecimento, a qual pode envolver a dimensão empírica ou teórica da química.

Procuraremos, nessa dissertação, levantar alguns questionamentos e discussões a respeito do papel e da importância das representações dos conteúdos químicos como forma de linguagem que é, relacionando-os aos movimentos de contextualização e descontextualização articulados pelo professor por entre as dimensões empírica e teórica desta ciência, ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Tais representações, características, natureza e diversidade, aliadas as suas formas de construção, à maneira com que são interpretadas e transformadas devem ser consideradas como parte

¹ A semiótica pode ser entendida como a ciência geral de todo e qualquer tipo de linguagem, a qual se utiliza dos signos para representar os objetos, sejam estes reais ou abstratos. No capítulo de referências teóricas sobre a teoria semiótica de Peirce, esse tema será explorado com maiores detalhes.

integrante dos conteúdos a aprender nas aulas de ciências (NÚÑEZ; UEHARA; PEREIRA, 2000).

Para isso, nos cabe compreender que o nosso modo de se relacionar com o mundo, bem como a produção de conhecimento é mediado por variadas linguagens, o que envolve variadas formas de representações. O próprio conhecimento é uma linguagem e para compreender tal linguagem, ou seja, compreender um conceito ou um conteúdo, torna-se necessário compreendê-lo com as suas representações. Portanto, para aprender Química tem-se que aprender primordialmente a linguagem que a constitui. As dificuldades apresentadas na aprendizagem da linguagem da Química estão diretamente associadas a sua distinção em relação à linguagem comum, com sua especificidade quase hermética e provavelmente, às dificuldades em se estabelecer as relações de mediação entre os entes químicos do mundo concreto (macroscópico) e abstrato (submicroscópico).

Embora a Química se ocupe do estudo dos fenômenos que são observados na natureza ou no laboratório, direta ou indiretamente, a explicação para a maioria deles exige construções em nível abstrato, teórico, conhecidas por meio de suas representações. Em tese, isso significa supor que nos processos de ensino e aprendizagem da Química é necessário levar em conta o binômio fenômeno/objeto-representação, visto que a compreensão dos fenômenos e objetos em estudo presume levar em consideração as suas representações como forma de linguagem. Dessa forma, o uso destas mostra como o conhecimento químico está sendo produzido.

Nesse sentido, a linguagem química é caracterizada por fazer uso de uma variedade de representações para o mundo submicroscópico (fórmulas, estruturas moleculares, diagramas, modelos em geral, por exemplo) e, portanto, pela sua complexidade, o que repercute na apropriação do sistema de signos próprios dessa ciência. Nesse caso, as representações acabam sendo o conjunto de formas constituintes de uma linguagem que permitem representar simbolicamente o conceito, considerando suas propriedades, seu comportamento e suas características. Portanto, a linguagem química envolve inúmeras representações utilizadas para comunicar conceitos, as quais podem interferir diretamente no processo de aprendizagem pelos estudantes. Segundo Habraken (2004), a representação tornou-se mais do que um simples desenho, tornou-se um modo de pensar.

Para construir e comunicar conceitos e teorias, a Química se utiliza das representações, inseridas em sistemas semióticos, tais como diagramas, gráficos,

equações, ilustrações e enunciados, dentre outros. Assim, aprender Química é também aprender a linguagem dessa ciência. Para a formação de uma representação, se recorre à língua materna, às analogias, aos modelos, a figuras ou a fórmulas. No entanto, a formação desta representação não acontece independente do conteúdo a representar. Diz-se que uma representação é identificável quando é possível reconhecer nessa representação o que ela de fato representa. Para tal, o sistema de signos deve ser estabelecido socialmente.

Ao considerar as representações como habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos alunos, os PCN⁺ (BRASIL, 2002) para as áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, citam o seguinte:

(...) ler e interpretar informações de dados com diferentes linguagens ou formas de representação, como símbolos, fórmulas e equações químicas, tabelas, gráficos, esquemas, equações; selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráfico, traduzindo umas nas outras (BRASIL, 2002, p. 89).

Para Wartha (2013), durante uma aula se apresentam vários processos de conversão ligados a situações de comunicação entre professor e aluno. Galagovsky (2004) afirma que os professores têm uma grande mobilidade representacional, isto é, podem expressar seus conhecimentos através de diferentes sistemas de representação ou linguagens. Por outro lado, os estudantes devem reconstruir o discurso do professor e se apropriar desses sistemas de representação, partindo de suas próprias representações, o que pode originar dificuldades na aprendizagem de conceitos científicos. O modo como o aluno gera e lida com uma representação poderá revelar de alguma forma como ele representa e interpreta essa informação. Saber analisar a representação produzida pelo aluno pode ajudar o professor a realizar intervenções mais adequadas no seu processo de elaboração conceitual.

É bastante discutido entre autores de Educação em Ciências a função da escola como canal viabilizador do acesso do aluno à linguagem química cientificamente convencionada e adotada para a promoção de significado. Viabilizar, nesse sentido, significa gerar e possibilitar a esse aluno a capacidade de ler o mundo químico, que é na verdade o mundo ao qual ele está inserido, gerando uma alfabetização científica. Essa aprendizagem será útil para promover a inserção desse aluno na realidade química e, conseqüentemente promover a discussão da própria ciência química, que nunca foi e nunca será algo pronto, acabado e indiscutível.

Assim, Chassot caracteriza, o que segundo ele é um ser alfabetizado cientificamente.

[] ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo. [...] Entender ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam uma melhor qualidade de vida. (CHASSOT, 2003, p. 91)

Em síntese, uma boa aprendizagem de Química depende, em grau elevado, da riqueza das representações dos conceitos químicos elaborados pelos estudantes, o que implica em trabalho de ensino em que múltiplas representações estejam envolvidas, facilitando a aprendizagem, uma vez que as representações, além de comunicar ideias e conceitos, contribuem para sua reorganização e construção. Segundo Palácios e Garcia (2005), uma representação é utilizada para substituir um ente químico ou um fenômeno sem a presença física do mesmo. Porém, precisa-se levar em conta a natureza social dos sujeitos e como se constroem essas representações, pois cada representação construída pelo sujeito entra em interação com os fenômenos que elas representam e com as representações construídas por outros sujeitos sobre os mesmos fenômenos, transformando-se e evoluindo. De acordo com a semiótica Peirceana, a representação pode ser interpretada como processos dinâmicos de semiose e que semiose se revela como um processo interpretativo na geração de novos signos interpretantes.

Considerando a importante relação entre pensamento e linguagem, entendemos que o desenvolvimento de conceitos está centrado na semântica, em que um conceito científico se relaciona com seu objeto apenas de modo mediado por signos, através de conceitos estabelecidos previamente. Dentro da semiótica Peirceana, ao binômio pensamento-linguagem deve ser acrescida a percepção, visto que para Peirce (2000), pensamento, signos e percepção são inseparáveis. Para a existência de uma ligação entre o pensamento e a linguagem é preciso considerar que os signos podem ser internos ou externos, ou seja, pode se manifestar sob a forma de pensamentos interiores ou se alojar em suporte quase externos. Segundo Santaella (2001), os desenhos, pinturas, diagramas, fotografias, são meios externos nos quais diferentes tipos de signos ganham corpo.

A autora (1999) argumenta também que, sendo a Semiótica uma ciência que investiga as linguagens existentes, examinando os fenômenos em seus significados e sentidos, infiltra-se nos estudos e pesquisas sobre as diversas ciências, porém não com o objetivo de se apoderar do saber e da investigação específicas das outras ciências, mas de desvendar sua existência enquanto linguagem, isto é, sua ação de signo.

Podemos concluir que cada linguagem, tanto em termos léxicos como de sua estrutura, representa uma maneira singular de perceber a realidade. Praticamente tudo

que se chama de conhecimento é linguagem e isso implica que a chave da compreensão de um conhecimento ou de um conceito seja conhecer sua linguagem. Nesse sentido, uma disciplina pode ser uma maneira de ver o mundo, um modo de conhecer, e tudo que é conhecido nessa disciplina é inseparável dos símbolos (palavras, imagens, figuras, diagramas e equações, por exemplo) em que é codificado o conhecimento nela produzido. Portanto, ensinar Química ou qualquer outra disciplina é, em última análise, ensinar uma linguagem e, conseqüentemente, um modo de ver o mundo. Sendo assim, professores de Química são também professores de linguagem, e nesse contexto, a representação é concebida como um sistema de significação, uma forma de atribuição de sentido e significado. Como tal, a representação é um sistema linguístico e cultural. Sendo assim, para pensar o “real” de forma química, ou seja, a partir do código visível para o invisível, é necessária uma linguagem adequada. E, no caso da linguagem química, a mesma só se concretiza por meio de sucessivos movimentos epistêmicos. Estes podem ser compreendidos como a forma pela qual ocorre a dinâmica entre contextualização e descontextualização, bem como pela relação entre o mundo macro e submicroscópico, que se efetiva no discurso do professor, dos alunos ou de ambos em interação (SILVA; MORTIMER, 2009).

De acordo com o exposto, emerge como relevante compreender como o professor articula diferentes representações semióticas por entre as dimensões empírica e teórica da Química, considerando as suas potenciais contribuições para o ensino de química. Nesse sentido, evidenciamos que poucos trabalhos são encontrados na literatura que fazem esse tipo de abordagem, ou seja, associam semiótica de Peirce e movimentos epistêmicos na tentativa de entender a construção de enunciados em aulas de Química.

Sob essa perspectiva, esta pesquisa pretende analisar o uso de representações semióticas por um professor de Química em uma sala de aula de nível médio, considerando as características das representações utilizadas e suas relações com as dimensões empírica e abstrata do conhecimento químico, bem como com a articulação entre os aspectos particulares e generalizáveis dos fenômenos. Tal articulação é aqui percebida como os movimentos de contextualização e descontextualização verificados no discurso do professor quando introduz e desenvolve os conteúdos junto aos alunos.

No que se refere à estrutura do texto, além desse primeiro capítulo, em que descrevemos a origem da pesquisa e apresentamos algumas considerações a respeito dos referenciais teóricos adotados, esse trabalho apresenta mais seis capítulos.

O capítulo 2, dividido em três partes, se refere aos pressupostos teóricos que norteiam a dimensão epistêmica da pesquisa com base nas categorias definidas por Silva (2008) e Silva e Mortimer (2009), primeiro, seguido pelos referências teóricos de Peirce e por fim, traz uma abordagem dos conceitos relativos às propriedades coligativas, relacionando-as as categorias analíticas adotadas.

No capítulo 3, dividido em duas partes, trataremos da revisão de literatura de trabalhos que dialogam com a nossa pesquisa em algum aspecto. Nesse sentido, primeiro tratamos dos trabalhos que se utilizam das categorias epistêmicas, e depois, daqueles relacionados às categorias semióticas de Peirce.

O capítulo 4 é empregado para descrever a metodologia e tratamento dos dados adotados, o professor e a escola pesquisados e as categorias analíticas subjacentes.

No capítulo 5, realizamos uma análise quantitativa dos percentuais de cada categoria para a sequência de aulas pesquisada.

No capítulo 6, foi feita uma análise qualitativa das aulas, com a aplicação prática do mapa de segmentos epistêmicos, onde visualizamos o movimento epistêmico adotado pelo professor e os tipos de representações usadas em cada segmento de aula.

Por fim, no capítulo 7, fizemos alguns apontamentos e conclusões deste trabalho.

2 – REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste capítulo, apresentamos os pressupostos teóricos que darão sustentação à nossa pesquisa. Inicialmente, serão discutidas as categorias epistêmicas as quais nos possibilitam evidenciar os movimentos de contextualização e descontextualização do conhecimento científico, os quais são constitutivos das aulas de ciências. Posteriormente, discutiremos o objeto de estudo da teoria semiótica de Peirce enquanto teoria científica de linguagem, a ideia de signo, seu poder de comunicação e sua relação consigo mesmo, com o objeto (foco de nossa pesquisa) e com o interpretante. Além disso, faremos uma abordagem geral das tricotomias subjacentes às categorias gerais relacionadas a essa ciência da representação. A partir da apresentação dessas definições, cremos estar fornecendo alguns encaminhamentos para o entendimento dos princípios e fundamentos que constituem as bases da semiótica de Peirce e, assim, fornecer alguns apontamentos para a observação dos complexos processos de linguagem e de mediação. Por fim, apresentaremos alguns conceitos e aspectos inerentes à abordagem de ensino do conteúdo propriedades coligativas, associando-os às categorias epistêmicas e semióticas.

2.1 - Categorias epistêmicas

Conforme informamos, além das categorias semióticas apresentadas por Peirce, as quais serão discutidas na seção seguinte, adotaremos, de forma associativa, como instrumento de análise, as categorias apresentadas por Silva (2008) e Silva e Mortimer (2009) que correspondem a uma expansão da ferramenta analítica anteriormente elaborada por Mortimer e Scott (2003). Como discutido em Silva e Mortimer (2009), a ferramenta analítica pode ser percebida como composta por duas principais dimensões: uma que focaliza os padrões de interação em relação com as diferentes funções do discurso; e outra que considera como o conteúdo é trabalhado ao longo dessas interações – a dimensão epistêmica. Para essa segunda dimensão, consideram-se três conjuntos de categorias: modelagem, níveis de referencialidade e operações epistêmicas. Nesse sentido, os autores discutem que as estratégias enunciativas articuladas pelos professores incluem aspectos interativos e epistêmicos. Por exemplo: o professor pode produzir enunciados sozinho ou em interação com os alunos ou, ainda,

pode produzir enunciados explicativos depois de descrever determinado sistema ou de enunciar certas generalizações.

Nesta pesquisa, adotaremos, entretanto, apenas a segunda dimensão da ferramenta analítica, como discutido por Silva (2008), ao nos voltarmos para o modo pelo qual o professor coordena gradativamente a construção dos conhecimentos com os alunos. Dessa forma, interessa-nos caracterizar os movimentos de contextualização e descontextualização, focalizando a dinâmica entre as categorias epistêmicas, de modo a mostrar como acontece a passagem de uma à outra ao longo do desenvolvimento das ideias construídas em sala de aula. Ao priorizarmos a dimensão epistêmica, pretendemos correlacioná-la ao emprego das representações semióticas pelo professor, buscando verificar como ele articula seu discurso em interação com os alunos, até construir as ideias que almeja, no plano social da sala de aula. O uso das categorias epistêmicas nos dará condições de verificar como as ideias vão sendo configuradas no fluxo das interações. Associar as representações semióticas às categorias epistêmicas será bastante frutífero, pois poderemos perceber como o professor faz uso de representações características da química para introduzir e desenvolver conceitos junto aos alunos. As aulas analisadas nesta pesquisa fazem parte de uma sequência da unidade temática Propriedades Coligativas das Soluções.

De acordo com a metodologia adotada, apenas os episódios referentes ao conteúdo científico serão analisados. No entanto, numa primeira análise, todas as aulas são categorizadas considerando as categorias relacionadas ao tipo de conteúdo do discurso. Mortimer e Scott (2003) discutem que um número muito vasto de discursos está relacionando às múltiplas interações entre professor e estudantes, cujos conteúdos podem incluir: a estória científica que está sendo ensinada, abrangendo-se aí questões conceituais, tecnológicas ou ambientais; os aspectos procedimentais do fazer Ciência, como montagem de aparatos experimentais, e, ainda, questões de manejo e gestão de classe, o que pode envolver intervenções do professor dando instruções sobre as atividades desenvolvidas, solicitando atenção da turma, sugerindo aos alunos diferentes modos de organização em sala de aula, dentre outras ações que não contemplam diretamente o conteúdo científico. Considerando as categorias de discurso propostas por Mortimer et al. (2007), adaptadas por Silva (2008), fizemos uso de 5 categorias para caracterizar o tipo de conteúdo do discurso:

- a) discurso de conteúdo: relacionado ao conteúdo científico das aulas;

b) discurso de gestão e manejo de classe: relacionado às intervenções do professor que visam apenas manter o desenvolvimento adequado das atividades propostas, sem intenção de desenvolver conteúdo científico;

c) discurso de conteúdo escrito: relacionado à ação do professor ou aluno em escrever no quadro de giz sem nada dizer;

d) discurso de agenda: relacionado às ações do professor, no sentido de conduzir o olhar dos alunos para a ordenação do fluxo das ideias a serem discutidas ao longo da aula, bem como chamar atenção para o que vai ser discutido imediatamente depois da sua fala. A intenção subjacente a esse discurso é manter a narrativa;

e) outros: relacionado a discursos externos a aula, como a presença da diretora em um recado à classe.

Nessa perspectiva, os conjuntos de categorias que passamos a discutir nesse momento encontram-se intimamente relacionados entre si, sendo referentes ao conteúdo de cunho científico. Eles dizem respeito ao movimento pelo qual o conhecimento é trabalhado ao longo das interações até adquirir um acabamento final e constituir um enunciado, o qual pode caracterizar um episódio, uma sequência discursiva ou outro segmento qualquer de uma aula. As categorias desses conjuntos são denominadas de epistêmicas uma vez que representam as diferentes abordagens aos fenômenos para que estes adquiram sentido ao longo do processo de produção do conhecimento na Ciência. Tais abordagens podem também ser percebidas no contexto escolar.

Como discutido em Mortimer et al (2007), do ponto de vista epistemológico uma atividade central da Química, Física ou Biologia é a modelagem, ou seja, a construção de modelos do mundo físico por meio dos quais as pessoas pensam sobre os fenômenos, elaborando previsões e explicações sobre eles. Mortimer et al (2005) propõem como categorias-base, relacionadas à construção do conhecimento nas Ciências, as seguintes: mundo dos objetos e eventos e mundo das teorias e modelos. Tais categorias expressam o fato de que os significados atribuídos aos fenômenos físicos e químicos são construídos na relação dialética entre esses dois mundos, um empírico e outro teórico, os quais podem ser reconhecidos no discurso da Ciência escolar. Quando as discussões envolvem aspectos observáveis ou mensuráveis de um determinado sistema em análise, situam-se no mundo dos objetos e eventos. Por outro lado, quando as discussões fazem referência a entidades tais como átomos, moléculas, partículas ou outras que são criadas por meio do discurso teórico das Ciências, encontram-se no mundo das teorias e dos modelos.

Além dos mundos dos objetos e eventos e das teorias e dos modelos, há ainda uma terceira categoria que indica a relação entre esses dois mundos. Essa relação nem sempre ocorre de forma explícita, pontual, se dando antes no movimento de uma aula como um todo, quando esta envolve a passagem de um mundo a outro. Entretanto, em várias situações, é possível verificar explicitamente essa relação na fala do professor quando, por exemplo, ele faz uso de analogias, ou descreve empiricamente um processo ao tempo em que representa esse processo por meio de símbolos próprios da Química, dentre outras representações, explicitando as diferenças entre os dois mundos presentes em seu discurso (SILVA, 2008; SILVA; MORTIMER, 2009).

Considerada a possibilidade de falar sobre o conteúdo científico, seja em termos de objetos e eventos, seja em termos de teorias e modelos, considera-se ainda que isso pode ser feito em pelo menos três níveis referenciais distintos: por meio de um referente específico, de uma classe de referentes ou de um referente abstrato. Um referente específico corresponde a um fenômeno em particular, tal como a pressão de vapor da água ou a evaporação do álcool. Uma classe de referentes, por sua vez, corresponde a um conjunto de fenômenos ou objetos que apresentam características em comum, como, por exemplo, as pressões de vapor dos líquidos ou as propriedades coligativas das soluções, as quais dependem da quantidade de partículas dos solutos adicionados a elas.

Tendo em vista o conteúdo das sequências de aulas que analisamos nessa pesquisa, podemos considerar que, quando o professor se refere ao aquecimento da água que recebe calor até evaporar-se, está lidando com um referente específico, qual seja: a água em evaporação. Ao se referir ao processo de evaporação em geral, que ocorre com qualquer líquido, ele passa a lidar com uma classe de referentes. Essa abordagem a um referente específico ou a uma classe de referentes pode ocorrer tanto no mundo dos objetos e eventos quanto no mundo das teorias e dos modelos. Quando, por exemplo, o professor lida com o processo de evaporação da água (referente específico), ou discute a evaporação de líquidos (classe de referentes) considerando as condições indispensáveis para que tal mudança de fase aconteça, referindo-se aí a condições de aquecimento, como os valores numéricos da temperatura e da pressão, por exemplo, o discurso encontra-se no mundo dos objetos e eventos. De outro modo, quando trata da evaporação da água ou dos líquidos referindo-se ao afastamento das partículas nessa mudança de estado físico, em função da absorção de calor, o discurso se encontra no mundo das teorias e dos modelos. Quando se discute a velocidade de evaporação dos líquidos (mundo dos objetos e eventos) e a relaciona à pressão máxima de vapor

(mundo da teoria e dos modelos) desses líquidos, o discurso faz menção a uma relação entre os dois mundos.

Por fim, consideramos os referentes abstratos. Esses correspondem a princípios ou conceitos mais gerais que se constituem em elementos que possibilitam pensar sobre fenômenos em particular ou classe de fenômenos. Exemplos de referentes abstratos considerados nessa pesquisa são: pressão máxima de vapor, força de ligação, modelos de constituição da matéria, dentre outros. Os referentes abstratos encontram-se geralmente no mundo das teorias e modelos. Todavia, é possível encontrá-los também no mundo dos objetos e eventos. Silva (2008) apresenta como exemplos, a noção de calor do senso comum ou a sensação de quente e frio. Considerando os conteúdos de nossa pesquisa, não visualizamos tais referentes no mundo dos objetos e eventos.

No trabalho analítico com tais categorias, torna-se importante delimitar cuidadosamente o foco das atenções do professor para que se possa considerar quando o seu discurso envolve um referente específico, uma classe de referentes ou um referente abstrato. Quando o professor define pressão máxima de vapor para os alunos, ele está lidando com um referente abstrato. Ainda, quando o professor define força de ligação, está também discutindo sobre um referente abstrato, uma vez que não há uma situação específica para a aplicação desse conceito. Todavia, quando o professor discute e relaciona a alta pressão de vapor como condição para uma maior velocidade de evaporação dos líquidos, ele está aplicando esse conceito a uma situação geral, evaporação dos líquidos, portanto, ele lida nesse caso com uma classe de referentes. Caso o professor discuta sobre a capacidade de evaporação da água fazendo uso do conceito de pressão de vapor, ele está abordando um referente específico.

Outro conjunto de categorias relacionado às atividades cognitivas de construção do conhecimento são as operações epistêmicas. As categorias aí inseridas representam uma expansão da proposta inicial de Mortimer e Scott (2002; 2003) para categorizar o conteúdo do discurso, em que é feita uma distinção entre descrição, explicação e generalização.

Podemos entender a descrição como a abordagem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de características de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço/temporais desses constituintes. Um exemplo de descrição visto em nossa pesquisa acontece quando o professor caracteriza o éter, visando à compreensão dos alunos para a velocidade de evaporação. Seria desse modo, a caracterização do estado do sistema. A explicação, por sua vez, vai além da descrição ao estabelecer relações

entre fenômenos e conceitos, importando algum modelo ou mecanismo causal para dar sentido a esses fenômenos, como no caso de explicar a menor velocidade de evaporação da água em relação à do álcool ou éter, por esta apresentar uma pequena pressão de vapor. Por fim, a generalização envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico, a exemplo, quando o professor, em seu discurso, afirma que quanto maior a pressão de vapor, maior a velocidade de evaporação dos líquidos. Neste trabalho, consideraremos as definições como generalizações, uma vez que na ciência, aquelas são consideradas como tal.

Descrição, explicação, generalização podem acontecer tanto no mundo dos objetos e eventos, quanto no mundo das teorias e dos modelos. Vale ressaltar, no entanto, que descrições e explicações dizem respeito a um referente específico, ou seja, essas operações epistêmicas abordam um fenômeno em particular. Por sua vez, a generalização, de acordo com os critérios estabelecidos em nossa análise, dizem respeito a uma classe de referentes ou referentes abstratos. Portanto, é possível verificar um progressivo movimento de descontextualização ou recontextualização no discurso da ciência escolar, enquanto se avança da descrição para a explicação e, enfim, para a generalização e vice-versa. Sendo assim, para evitar a sobreposição entre essas categorias, consideramos nesta pesquisa que descrições e explicações relacionam-se a referentes específicos, enquanto que generalizações correspondem a classes de referentes ou referentes abstratos.

No Quadro 1, apresentamos as categorias dos conjuntos operações epistêmicas, níveis de referencialidade e modelagem.

Quadro 1: Categorias epistêmicas

Modelagem	Níveis de Referencialidade	Operações Epistêmicas
<ul style="list-style-type: none"> - Mundo dos objetos e eventos. - Mundo da teoria e dos modelos. - Relação entre os dois mundos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Referente específico. - Classe de referentes. - Referente abstrato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação. - Descrição. - Generalização.

2.2 – Teoria semiótica de Peirce

Semiótica é a ciência que estuda os signos. Para Peirce (2000) um signo ou *representamen* é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Ele cria na mente de alguém um segundo signo equivalente a si mesmo, isto é, um signo mais desenvolvido, denominado de interpretante. Tanto o *representamen* como seu interpretante referem-se, implicando em igualdade de condições, a um terceiro elemento, chamado de seu objeto, ocorrendo a partir daí, assim, , uma relação triádica envolvendo o signo, o objeto e o interpretante, chamada de semiose

Nesse contexto, a semiótica pode ser considerada, de forma geral, como a ciência que estuda todas as formas de linguagem, ou seja, todo e qualquer fenômeno de produção de significação e sentido, que possibilita a comunicação entre indivíduos, e que, portanto, se utiliza de signos para representar os objetos. A semiótica é diferente da linguística, já que esta estuda apenas a linguagem verbal, oral ou escrita, tendo, portanto, abrangência menor que a primeira. As argumentações mais contemporâneas relacionadas à ciência semiótica são definidas pelo norte-americano Charles Sanders Peirce, por meio da chamada Semiótica Peirceana.

Segundo Nöth e Santaella,

a semiótica é a ciência geral dos signos. O seu objeto de investigação são os sistemas e processos sógnicos na natureza e cultura. Trata-se, portanto, de um campo de estudo que tem por objeto todos os tipos de signos, verbais, não verbais e naturais, visando compreender que natureza, propriedades e poderes de referência os signos têm, como eles se estruturam em sistemas e processos, como funcionam, como são emitidos, produzidos, utilizados, e que tipos de efeitos estão aptos a gerar nos receptores. Ora, antes de tudo, os signos produzem mensagens, transmitem informações de um ponto a outro no espaço e no tempo, sem o que os processos de cognição, de comunicação, de significação e de cultura não seriam possíveis. Isso parece suficiente para nos dar uma ideia de abrangência do campo da semiótica. No entanto, quando se leva o entendimento da expressão, sistemas de signos tão longe quanto ela permite, o campo semiótico se alarga de uma forma tal que chega a abraçar territórios à primeira vista insuspeitados (NÖTH; SANTAELLA, 1996, p. 77).

No entendimento de Santaella (1983) o campo de indagação da semiótica é tão vasto que chega a cobrir o que chamamos de vida, visto que, desde a descoberta da estrutura química do código genético, nos anos 50, aquilo que chamamos de vida não é senão uma espécie de linguagem, isto é, a própria noção de vida depende da existência de informação no sistema biológico. Dessa maneira, sem informação não há mensagem, não há planejamento, não há reprodução, não há processo e mecanismo de controle e comando. No caso da vida, todos estes processos são necessariamente ligados a uma

linguagem. Portanto, sem a linguagem a vida seria impossível, pelo menos como a conceituamos agora: algo que se reproduz, que tem um comportamento esperado e certas propensões.

Mesmo vasto, o campo de atuação da semiótica não é indefinido. Na verdade, o que se busca descrever e analisar nos fenômenos é sua constituição como linguagem (SANTAELLA; 1983). Segundo a autora, nos fenômenos, sejam eles quais forem — uma nesga de luz ou um teorema matemático, um lamento de dor ou uma ideia abstrata da ciência —, a Semiótica busca divisar e deslindar seu ser de linguagem, isto é, sua ação de signo.

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

2.2.1 - Elementos da Teoria Semiótica Peirceana

Fundamental na semiótica é o conceito de signo. Peirce concebe a semiótica como a teoria geral dos signos que pode ser aplicável a diferentes tipos de fenômenos, que envolvem a produção de significação e sentido. Tais fenômenos funcionam de forma triádica, compreendendo relações com três coisas: o signo ou *representamen*, o objeto e o interpretante, conforme definimos inicialmente.

A Semiótica peirceana é uma teoria que busca classificar e descrever todos os diferentes tipos de signos possíveis. Peirce fundamenta-se na relação triádica do signo, relação essa denominada por ele de semiose, como a forma básica dos processos dialéticos de continuidade e crescimento onipresente que ocorrem no mundo real (SUÁREZ, 2000). Conforme Santaella (1983), Peirce parte da concepção de que a experiência do fenômeno pode ser sempre reduzida de forma a apresentar três tipos de propriedades, as categorias definidas por ele como primeiridade, secundidade e

terceiridade, as quais serão discutidas oportunamente. Por outro lado, Peirce ainda utiliza outra característica: a expressão de uma visão da experiência dependente do signo, dada a impossibilidade de construção de conhecimento sem experiência. Dessa maneira, a conceituação de signo torna-se fundamental.

O signo pode ser entendido como uma coisa que representa outra, o seu objeto, que pode existir concretamente ou não. Gois e Giordan (2007) exemplificam da seguinte maneira: a palavra “béquer” pode ser caracterizada como um signo que tem existência concreta; quando essa palavra (signo) é lida, a mente do leitor é levada a imaginar um artefato vítreo de forma quase cilíndrica, aberto na parte superior e fechado na inferior. Na teoria semiótica, esse artefato em si é denominado de objeto. Por outro lado, a palavra “saudade” pode ser citada como exemplo de signo que tem existência abstrata, pois ela leva a mente do leitor a um sentimento relacionado à ausência de alguém ou algo.

Para Bonini (2011), na medida em que recebemos esse algo que substitui um componente da realidade, criamos em nossa mente imagens e explicações para o signo que poderão ser mais ou menos desenvolvidas, dependendo do grau de familiaridade que mantivermos com ele. Por exemplo; se usamos a palavra água, ela sozinha pode conter muitas das nossas experiências em relações a esse componente líquido, inodoro, insípido e incolor que existe na realidade. Uma das nossas experiências pode ser o banho, o mar, a sede, a piscina ou até mesmo a sua molécula, H₂O. Sendo assim, esse signo água contém muitos objetos. Um signo pode conter muitos objetos, mas sua única função é representar esses objetos, referir-se a eles. A palavra água não pode permitir nenhuma experiência direta com a água mesma, nem me fazê-la reconhecer, porque ao usar a palavra não sofro o mesmo efeito que ao abrir a torneira. A água que pode estar no mar, nos seus olhos, no copo e matar sua sede é a representada pela palavra água.

O objeto é considerado, em certo sentido, a causa determinante do signo. Essa função de signo só é possível, portanto, se ele carrega esse poder de representar, de substituir algo que seja diferente dele mesmo. Em suma, o signo simplesmente está no lugar do objeto, ele não é o objeto. Assim, o signo só pode representar um objeto de certa forma e numa certa capacidade.

O fato de o signo possuir vários tipos de objeto manifesta o que Peirce denominou de secundidade. O objeto representativo do signo pode ser um objeto perceptível ou, ainda, um objeto imaginável num certo sentido. O signo não precisa representar esse objeto em todos os seus aspectos, mas esse objeto, apesar de ser

diferente do signo, deve guardar alguma relação com esse signo. É essa relação que o autoriza a representá-lo. Os objetos podem existir em duas formas: genuínos (imediatos) e degenerados (dinâmicos).

Os objetos imediatos consistem naquilo que o signo está apto a produzir numa mente qualquer. Conforme Santaella (1995) objeto imediato está dentro do próprio signo. É uma sugestão ou referência que indica o objeto dinâmico; é o objeto tal como está representado no próprio signo ou tal como o signo o representa; e, é o objeto tal como o signo permite que o conheçamos (a aparência de um desenho, por exemplo). Os objetos dinâmicos são os objetos reais, ou seja, os fenômenos ontológicos do mundo real que se deseja serem representados pelo signo, ou melhor, aquilo que o signo substituiu. Tal distinção ocorre ao levarmos em consideração que o signo é capaz de captar apenas aspectos parciais do objeto e não sua totalidade (caso contrário, o signo seria o próprio objeto) isso implica dizer que um objeto pode ser denotado por mais de um signo, da mesma forma que um signo pode possuir mais de um objeto. Por exemplo, o béquer visto por um intérprete por meio de um desenho caracterizaria um objeto imediato. Já o béquer visto de forma concreta, real, se configuraria como um objeto dinâmico, aquele que poderia ser representado pelo signo (desenho) dele mesmo.

Para que haja representação é necessário que haja um intérprete. De acordo com a Semiótica Peirceana, ao representar um objeto, o signo produz na mente do intérprete algo que pode ser um novo signo ou um quase signo, denominado interpretante, que se relaciona com o objeto não de maneira direta, mas através da medição do signo anterior. A mediação é, portanto, a característica principal dos signos, pois eles se situam entre o sujeito e o mundo, tanto para organizar atividades de produção material e simbólica, quanto para estruturar o pensamento.

Segundo Santaella,

A ligação do signo ao objeto se dá sob algum aspecto ou qualidade. Quer dizer: o signo está ligado ao objeto não em virtude de todos os aspectos do objeto, porque se assim fosse, o signo seria o próprio objeto. Pois bem, ele é signo justamente porque não pode ser o objeto. Haverá, desse modo, muitos aspectos do objeto que o signo não tem poder de recobrir. O signo estará, nessa medida, sempre em falta com o objeto. Daí sua incompletude e conseqüente impotência. Daí sua tendência a se desenvolver num interpretante onde busca se completar (SANTAELLA, 1995, pg. 44).

Vale ressaltar que, de acordo com Pierce, é o signo que desencadeia a representação, uma vez que ele é percebido como sendo algo que representa alguma coisa para alguém e cria, no espírito dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um

signo mais desenvolvido, designado por Peirce como interpretante (WARTHA; REZENDE, 2011).

O interpretante é, portanto, o terceiro termo da tríade e é o responsável pela dinâmica da significação dentro da relação de representação. Na composição triádica do signo, o interpretante é um efeito causado na mente de alguém pela interpretação do signo, e por conseguinte, é mediador entre a relação do signo com seu objeto. O interpretante possui três facetas: interpretante imediato, interpretante dinâmico e interpretante em si ou final.

O interpretante imediato é o potencial de interpretações, ou seja, uma possibilidade de interpretação em abstrato, ainda não acontecida ou, ainda, uma possibilidade de sentido ainda não atualizada. Aquilo que o signo, numa ideia geral, pode produzir em qualquer mente interpretadora; interpretante potencial que o signo carrega em si, ainda não interpretado em nenhuma mente (primeiridade).

O interpretante dinâmico é o que o signo produz numa mente em particular. É considerado como o efeito produzido pelo signo num ato de interpretação concreto e singular, ou seja, a singularização do interpretante considerando um efeito real produzido sobre um dado intérprete; interpretante real, efetivamente causado na mente do intérprete. Ideia de secundidade.

Finalmente, o interpretante em si ou interpretante final consiste não apenas no modo como sua mente reage ao signo, mas no modo como qualquer mente reagiria, dadas certas condições. É aquele para o qual os interpretantes dinâmicos tendem. É a apoteose para onde caminham os interpretantes dinâmicos configurando um novo signo (*representamen*) na mente. Trata-se do interpretante genérico, reunindo todos os interpretantes possíveis em uma semiose ilimitada (terceiridade).

Cumpr-se destacar que interpretante não se refere ao intérprete do signo, mas ao processo relacional que se cria na mente do intérprete. Dessa relação de representação mantida entre signo e objeto, irá produzir na mente interpretadora outro signo que traduz o significado do primeiro. Portanto, segundo Santaella (1983), o significado de um signo é outro signo — seja este uma imagem mental ou palpável, uma ação ou mera reação gestual, uma palavra ou um mero sentimento de alegria, raiva, uma ideia, ou seja lá o que for — porque esse seja lá o que for, que é criado na mente pelo signo, é um outro signo (tradução do primeiro).

Para Correia (2007) se o *representamen*, ou fundamento do signo, abarcasse a totalidade das qualidades e aspectos que o objeto possui, em termos “lógicos”, ele se

constituiria no próprio objeto, e dessa forma, não reclamaria a geração da cognição que é produzida na mente do intérprete, ou seja, o interpretante. O interpretante, como terceiro elemento da tríade semiótica, completa o processo lógico de geração do significado com as influências sociais e psicológicas da mente interpretadora. Mesmo os aspectos do objeto que o *representamen* possui a capacidade de abarcar, vale ressaltar, que essa capacidade sempre será incompleta quando comparada com a totalidade dos aspectos que o objeto possui, e é esta “incompletude” lógica que, nos termos de Santaella, reclama a geração do signo-interpretante, que instaura o desenvolvimento gradativo dos signos-interpretantes no processo de semiose.

A semiose, ou seja, os processos de significação, resulta assim, de uma série de interpretantes sucessivos. Nesse sentido, não haveria nenhum primeiro nem um último signo em um processo de semiose ilimitada. (PIERCE, 2005, apud GIORDAN; GOIS, 2007).

Dessa maneira, segundo Gois e Giordan (2007) o signo, seu objeto e o interpretante, criado na mente das pessoas, formam uma tríade, a partir da qual podem ser mais bem compreendidos os processos de significação de qualquer forma de conhecimento.

2.2.2 - Categorias Universais da Semiótica Peirceana

De acordo com Santaella, citada em Almeida, Silva e Vertuan (2007), o signo é entendido como um primeiro (algo que se apresenta à mente), ligando um segundo (aquilo que o signo indica, se refere ou representa) a um terceiro (o efeito que o signo irá provocar em um possível intérprete). Conforme discutimos, a ação do signo no sujeito foi definida por Peirce como semiose.

Essa ideia de semiose está em conformidade com a construção das categorias fenomenológicas universais apresentadas por Peirce: primeiridade, secundidade e terceiridade. De acordo com Constantino (2003), essas três categorias podem ser consideradas como as três modalidades possíveis para a apreensão de todo e qualquer fenômeno. Elas são conceitos no domínio do conhecimento, que funcionam como leis gerais onipotentes e constituem o fundamento básico da semiótica, indispensáveis para compreensão desta ciência. Essa característica é que concede à semiótica a universalidade atribuída por Peirce.

A primeiridade é algo primeiro, imediato, novo, de modo a não ser uma segunda para uma representação. É vista como uma qualidade ainda não distinguida, como algo não concreto e esta relacionada com o acaso. Segundo Santaella (1983), primeiridade é a categoria que dá à experiência sua qualidade distintiva, seu frescor, originalidade irrepetível e liberdade.

A secundidade começa quando um fenômeno primeiro (signo em si mesmo qualquer) é relacionado a um segundo qualquer (objeto). Refere-se à experiência, às ideias de dependência entre dois termos (qualidade e existência), atos de ação e reação, surpresa, dúvida da realidade e da experiência. Gerou sensação, já é secundidade. Conforme Santaella (1983), quando a experiência primeira é convertida em um caráter existencial, de luta e confronto, sem o entendimento da camada mediadora da intencionalidade, razão ou lei, caracteriza-se a secundidade.

A terceiridade é a categoria da mediação, da continuidade, da síntese, da memória. Refere-se à generalidade, crescimento, continuidade, inteligência. De acordo com Santaella (1983), a terceiridade é quem aproxima um primeiro e um segundo, signo e objeto, numa síntese intelectual. Corresponde à camada de inteligibilidade, ou pensamento em signos, através da qual representamos e interpretamos o mundo. Mas a mais simples ideia de terceiridade é aquela de um signo ou representação. E esta diz respeito ao modo, o mais relevante, com que nós, seres simbólicos, estamos postos no mundo.

Em suma, fazendo referência a uma aula sobre o estudo da pressão de vapor de vários líquidos, o professor apresenta aos alunos um gráfico contendo as curvas para vários líquidos referentes aos valores de pressão de vapor destes, em função da temperatura, no contexto dessa aula. Nesse momento, considera-se que os alunos tiveram o primeiro contato (primeiridade) com essa representação do fenômeno químico sob análise, sem fazer nenhum tipo de referência a ela. A partir do momento que os estudantes relacionam essa representação a um objeto de estudo, no caso a pressão de vapor dos líquidos, e que esta apresenta uma dependência associada a um determinado valor de temperatura, essa relação de associação encaminha-se para a secundidade. No momento em que os estudantes interpretam o traçado gráfico e alcançam a compreensão de que essa relação entre pressão de vapor e temperatura assumem características de proporcionalidade, ou seja, concluem que quanto maior a temperatura, maior a pressão de vapor e atribuem explicações plausíveis para isso, a terceiridade acontece, considerando-se aí uma lei geral.

2.2.3 - Tricotomias

Ainda em conformidade com a característica triádica adotada fortemente por Peirce, ele sugere que o conhecimento humano pode ser representado por uma tríade: signo, objeto, interpretante; estabelecendo três níveis de relações fundamentais entre os signos: a) significação – onde o signo se relaciona consigo mesmo, no seu modo de ser, ou seja, na maneira como aparece; b) objetivação – na relação do signo com o objeto, faz referencia àquilo que representa, se refere ou indica; c) interpretação – quando se relacionam signo e interpretante, nos tipos de interpretação que vão emergir nas pessoas que os utilizam.

Neste trabalho escolhemos relacionar as dimensões do conhecimento químico com as possíveis relações dos signos com seus objetos. Concordamos com Gois e Giordan (2007) quando argumentam que o estudo do signo em si mesmo é de base ontológica e sua contribuição se dá no âmbito do conhecimento da natureza do signo, o que não traz contribuições diretas ao estudo sobre o desenvolvimento de ambientes de ensino de química nos quais estamos interessados. Já o estudo do signo em relação ao seu objeto, por sua vez, descreve de que forma o signo promove seu significado. Consideramos, dessa maneira que o conhecimento químico, de forma específica, dispõe de formas gráficas e fonéticas próprias que são usadas toda vez que lidamos com a interpretação de fenômenos químicos. Nesse sentido, a forma como estas representações promovem seus significados e o modo como esses são compreendidos têm lugar durante o desenvolvimento das atividades de ensino de química, em especial quando a natureza destas representações está relacionada às suas funções de mediação e de constituição do conhecimento. Sendo assim, a relação signo-objeto é a que mais se aproxima da tradição de pesquisa na qual a nossa se insere, que focaliza o plano social na sala de aula, numa relação de mediação.

Além disso, ainda em conformidade com Gois e Giordan (2007), a parte que se destina tanto ao professor quanto ao aluno, considerando uma situação conjunta de ensino e aprendizagem, também está no domínio das relações entre os signos e seus objetos, pois a interpretação, que se caracteriza pela relação do signo com seu interpretante, está na mente de cada participante da situação de sala de aula, ou seja, pertence apenas aos indivíduos particularmente. Sendo assim, a atuação do professor na situação de ensino, que pode ser vista como um processo de objetivação numa relação dos signos com seus objetos, deve ser entendida como um campo comum a dois lados,

de onde se podem extrair e compreender importantes relações nos processos de ensino e da aprendizagem.

Apesar de nosso foco recair na relação do signo com o seu objeto, a objetivação, a título de informação, discutiremos os três níveis de relações fundamentais propostos por Peirce: a significação, a objetivação e a interpretação.

A primeira dessas três tricotomias é a que organiza os signos segundo suas próprias características, o signo primeiro em relação a si mesmo, isto é do *representamen*. Ela refere-se ao modo de apresentação, apreensão e natureza do próprio signo. Baseado na possibilidade de relação do signo consigo mesmo, Peirce expõe uma classificação de três espécies de signos: quali-signo, sin-signo e leg-signo.

O quali-signo é perceptível através das sensações, sejam elas visuais, olfativas, gustativas ou tácitas ligadas a um canal perceptivo. Diz respeito à qualidade pura do signo, imediata, tal como a impressão causada por uma cor. Isso porque, uma simples cor, como o azul claro, nos conduz a várias associações, fazendo-nos lembrar, por exemplo, o céu, o mar etc; isso, no entanto, não passa de sugestão, haja vista que a mera cor não é o céu, tão pouco o mar, apenas os sugere. Desta forma, é a qualidade em si que funciona como signo, e assim o faz porque se dirige para alguém e certamente produzirá na mente desse alguém, alguma coisa como um sentimento vago e indivisível.

O sin-signo, é algo que se apresenta diante de nós como um existente individual, singular, material, aqui e agora. Trata-se de algo ou evento que existe concretamente como sinal, como função assinalante espaço-temporal. Uma qualidade apresentada num concreto qualquer, de forma singular ou individual passa a ser um sin-signo. Um exemplo de um sin-signo, é um sinal do tráfego vermelho, numa esquina, que nos faz parar um carro. Este é prioritariamente um sin-signo, embora a qualidade da luz como vermelha seja um quali-signo (SANTAELLA, 1995). Coisa ou evento existente, real, que só é visto através de suas qualidades, denomina-se quali-signo.

O legi-signo, por fim, diz respeito à inscrição do signo num contexto, daí nascendo normas de emprego, como convenções. O signo, nessa perspectiva está associado a uma “lei”, daí o termo legi-signo. Constituem-se exemplos, o léxico de uma língua, os signos matemáticos, químicos, físicos, os gestos, as cores, sons, sinais, etc., em agregações e desagregações, em combinatórias às quais o signo deve estar sempre aberto.

A segunda tricotomia, a qual considera as relações do signo com seu objeto, são classificadas como ícone, índice e símbolo.

Os ícones são aqueles signos que têm o poder de significação por ostentar alguma semelhança com o seu objeto, semelhança esta visual ou de propriedades. Se concebermos um signo que se assemelha ao seu objeto e faz com que uma ideia venha à mente, então teremos um hipoícone. Vale-nos aqui distinguir ícone de hipoícone. Ao primeiro signo, cabe a função de gerar possibilidades que, ao se relacionarem signo e objeto, conferem corporalidade àquilo que representa. Um ilustrador de livros de química, diante de sua palheta de cores, o que vê são ícones, elementos que de modo potencial estruturarão um novo signo: a imagem de um aparato de laboratório. Quando o trabalho estiver pronto, o que teremos será um hipoícone.

Como exemplo de ícone dentro do conhecimento químico, podemos sugerir a utilização de um ‘objeto molecular’ concreto do tipo bola-vareta de uma espécie química qualquer, como por exemplo, a água, no contexto de uma aula sobre a pressão de vapor dos líquidos. No mesmo instante em que o professor utilizar este tipo de recurso em sua aula, a atenção do estudante será dirigida para as esferas distintas, talvez com colorações diferentes, e ligadas entre si. Este tipo de representação tem a intenção explícita de enfatizar duas propriedades: a descontinuidade da matéria nas unidades discretas da molécula, bem como a tridimensionalidade do ente molecular. Desta forma, por semelhança com o modelo atômico proposto por Dalton e levando em conta a ideia de descontinuidade da matéria, as bolas simbolizam os átomos de hidrogênio e oxigênio e as varetas as ligações químicas. Temos aí, portanto, a função de promover significação por semelhança de propriedades entre o ícone (modelo molecular) e seu objeto (ente molecular).

Os signos que promovem significação em virtude de uma ligação física direta com o objeto, indicando sua existência, são chamados de índices. Essa indicação ocorra não por semelhança, mas por proximidade. Como por exemplo, pegadas na areia, indicando passagem de pessoas; nuvens carregadas indicando chuva. Dentro do conhecimento químico, podemos citar a utilização do símbolo do elemento químico carbono (C) no contexto de uma aula sobre elementos químicos. Tão logo o professor utilize esta simbologia, a atenção do estudante será dirigida para o elemento químico carbono, que nesta situação, geralmente tem apenas o nome como principal propriedade. Os índices promovem significação pelo fato de indicarem o objeto e de serem automaticamente afetados por ele, de forma que a indefinição do objeto acarreta a perda do significado pretendido. No caso da aula de elementos químicos, se o professor não explicar com antecedência que a letra ‘C’ representa o elemento químico carbono

(objeto), a escrita da mesma não será de nenhuma utilidade para a significação pretendida. Os índices não dependem do interpretante, uma vez que apenas apontam para outro signo, obtendo assim seu significado. No caso de uma aula sobre elementos químicos, se estivesse presente um estudante que não conhecesse o idioma local, ele poderia mesmo assim compreender plenamente que a letra ‘C’ maiúscula estaria indicando um objeto utilizado na aula (carbono).

Finalmente, os signos que são associados aos seus objetos em virtude de uma lei ou convenção são chamados de símbolos. Todas as palavras são símbolos porque não denotam coisas em particular, mas espécies de coisas, próprios a sua língua de origem. Como exemplo de símbolo, podemos citar a palavra ‘fósforo’ numa aula sobre elementos químicos. Antes mesmo de o professor explicar a existência de um elemento químico com este nome, ao se pronunciar esta palavra vem à mente do estudante a ideia cotidiana do fósforo de acender fogo. Não é necessário que se apresente algum objeto que mostre o significado desta palavra na língua portuguesa, pois o mesmo já existe na mente do estudante. A palavra sozinha não denota um palito de fósforos em particular ou o elemento químico fósforo, mas um tipo ou algumas possibilidades de tipo de objeto de conhecimento. Os símbolos dependem do interpretante porque é nele que reside a lei de associação ao objeto. Não dependem de si mesmos, como no caso dos ícones, para promover o significado porque não têm qualquer semelhança com o objeto. E não dependem de estar indicando fisicamente o objeto no instante em que são proferidas (como no caso dos índices), porque já existe uma associação da palavra com a ideia em questão.

Fora de seus contextos, toda forma de referência verbal na sala de aula, tomando cada palavra separadamente, é simbólica. Isto porque são utilizadas palavras como meio de referência aos objetos de conhecimento, a menos que o professor tenha diante de si o laboratório químico ou o quadro negro, pois desta forma poderá apontar para objetos ou utilizar diferentes formas de grafia para promover significação de qualidade indicial. Idealmente, se considerarmos apenas o âmbito de significados da língua portuguesa, toda forma de referência falada, fora de seus contextos, é simbólica, uma vez que os estudantes certamente compreenderão isoladamente quase todas as palavras que forem faladas. Dentro dos significados do contexto da sala de aula de química, no entanto, estas formas de referência podem ser simbólicas, indiciais ou icônicas, conforme descrito acima.

Ainda de acordo com Peirce, é difícil, senão impossível, encontrar algum signo desprovido da qualidade indicial. Semelhantemente, dentro do conhecimento químico, os mesmos signos poderão assumir qualidades indiciais, icônicas e simbólicas, dependendo do contexto em que são aplicados. O desejo dos educadores é que o ensino promova a migração das relações de qualidades indicial e icônica dos signos próprios do conhecimento químico, para uma relação de qualidade simbólica, ou seja, que os signos alcancem seus significados por se relacionarem com construtos teóricos presentes nas mentes dos estudantes.

Na interpretação, terceira tricotomia da semiótica Peirceana, o signo se relaciona com interpretante, onde este corresponde àquilo que o signo produz na mente do intérprete. Essa relação pode gerar característica de rema, dicente e argumento.

Quando o signo em relação ao seu interpretante for um signo que designa qualidade (primeiridade), trata-se de uma rema. Ele é um signo de possibilidade qualitativa que representa este ou aquele tipo de objeto. O dicente é caracterizado quando o signo em relação ao seu interpretante se referir à existência (secundidade). Ele determina um juízo ou uma ação do intérprete. Por fim, quando o signo se refere ao seu interpretante uma lei (terceiridade), é caracterizado um argumento. Representa uma conexão completa, transformando um conjunto de conhecimentos em um novo conhecimento chamado de conclusão.

Aí estão enraizadas as bases fenomenológicas para a Semiótica, pois é justamente na terceira categoria fenomenológica que nos deparamos com a noção de signo genuíno ou triádico – que relaciona signo, objeto e interpretante, assim como é nas segunda e primeira categorias que surgem as formas de signos não genuínos, isto é, as formas quase-sígnicas da consciência ou linguagem, como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2: bases fenomenológicas da semiótica de Peirce

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

3.3 – Categorias analíticas e as propriedades coligativas

Dos mais simples aos mais sofisticados, todos que algum dia foram à cozinha e prepararam um café, certamente já se depararam com a seguinte situação: ao se adicionar açúcar à água em ebulição, esta para de ferver. No entanto, ao passo que vivenciam essa constatação empírica, no mundo dos objetos e dos eventos, a explicação para esse fenômeno particular não é compreendida pela maioria dos estudantes.

Ainda no contexto de uma cozinha, Mortimer e Machado (2011) trazem algumas discussões e questionamentos sobre, por exemplo, a utilidade da panela de pressão para cozinhar os alimentos e o porquê de sua utilização ser interessante no aspecto da diminuição do tempo de cozimento. Os autores se referem também à carne seca, famosa por proporcionar a produção de vários pratos típicos na região nordeste e apresentam questionamentos sobre a função do sal de cozinha em sua prolongada conservação. Nesse sentido, a exemplo do que acontece em alguns outros livros didáticos, eles buscam exemplos de situações cotidianas para favorecer o engajamento dos alunos na estória científica que será desenvolvida em sala de aula.

A explicação para esses fenômenos do mundo real, voltada às propriedades das substâncias e das soluções está ancorada em construtos teóricos da química, sendo necessária a utilização de representações icônicas de forma mais proeminente para que seja possível compreendê-los e, a partir de casos particulares, se alcance o entendimento de uma classe de fenômenos, numa clara ideia de contextualização/descontextualização. É esse movimento que se espera que os alunos desenvolvam, por meio de uma negociação de significados que acontece no plano social da sala de aula.

Os fenômenos acima referidos relacionam-se a propriedades dos líquidos quando formam soluções, ou seja, quando se introduz em um solvente puro, um soluto. Essas propriedades são chamadas de propriedades coligativas e a discussão sobre estas por um professor nas aulas de química de uma turma de ensino médio foi acompanhada nesta pesquisa.

Nesse contexto, é importante informar que as propriedades coligativas são aquelas que dependem da quantidade de partículas do soluto dissolvidas na solução, e não da natureza dessas partículas, ou seja, qualquer soluto que se adicione a um solvente específico poderá levar o sistema formado às mesmas propriedades devido a sua quantidade em solução, e não devido às interações entre soluto-solvente ou soluto-soluto. Dessa forma, fica evidente que no desenvolvimento desse conteúdo torna-se

necessária a utilização de representações semióticas no mundo das teorias e dos modelos, mais especificamente, de representações icônicas em nível atômico-molecular, das substâncias em questão.

Nessa perspectiva há uma questão central para o entendimento das propriedades coligativas: como é possível que partículas tão distintas levem aos mesmos desvios das propriedades físicas do solvente puro? Inicialmente, é necessário delimitar a concentração do soluto, pois as partículas devem estar dispersas de maneira que uma partícula (soluto) não possa “sentir” a outra dentro da solução. Para ajudar a responder a esta pergunta, precisaremos utilizar o conceito de entropia (ΔS), propriedade termodinâmica que mede a desordem das partículas em um sistema físico, a qual explica o comportamento dos líquidos e suas propriedades coligativas, uma vez que a estabilidade dos sistemas relaciona-se a sua desordem.

Sabemos que a energia livre de Gibbs (ΔG) mede a espontaneidade de um sistema, a pressão e temperatura constantes. Quanto menor ΔG , maior a estabilidade no sistema (SANTOS e cols., 2013). Ao adicionar-se qualquer soluto a um determinado solvente puro, aumenta-se a entropia total do sistema (ΔS) e, conseqüentemente, a sua desordem. Tendo como base a equação que determina os valores da energia livre de Gibbs ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$), que além da temperatura (T) e da variação de entropia (ΔS), engloba a variação de entalpia (ΔH), que é equivalente ao calor fornecido para o sistema e cedido por ele, podemos concluir que, com o aumento da entropia (ΔS), haverá uma diminuição da energia de Gibbs (ΔG) e, por conseguinte, uma maior estabilidade do sistema. A explicação para o fato de que a adição de um soluto a um líquido diminui sua pressão de vapor (efeito tonoscópico), aumenta sua temperatura de ebulição (efeito ebulioscópico), diminui sua temperatura de congelamento (efeito crioscópico) e aumenta a sua pressão osmótica (Π), é que o em todas as situações se chega a um sistema com uma energia livre menor que a do sistema inicial devido ao maior nível de desordem das suas partículas. Como as propriedades coligativas estão relacionadas a soluções, emerge como importante a necessidade de conhecer bem as propriedades dos solventes em questão. Nesse caso, duas propriedades dos líquidos em geral que auxiliam na compreensão dessas propriedades coligativas são: pressão de vapor e temperatura de ebulição.

Em nossa vida diária, muitas vezes não temos consciência de que muitas substâncias evaporam. Nossas roupas são lavadas e secam. Se abrimos um frasco de perfume, logo o cheiro se espelha. Ao utilizar removedor de esmalte de unhas à base de

acetona, uma manicure rapidamente fecha o frasco, pois ela sabe que o removedor evapora e se espalha pelo ambiente muito rapidamente. Entretanto, não nos preocupamos em fechar os recipientes que contém óleo ou azeite quando temperamos uma salada.

A facilidade que um líquido tem para evaporar é chamada de volatilidade. Sendo assim, se um líquido evapora mais rapidamente que outro ele é considerado mais volátil. A constatação empírica da velocidade de evaporação de líquidos diferentes pode ser observada em sala de aula utilizando-se chumaços de algodão embebidos com diferentes líquidos (água, álcool, acetona, éter, por exemplo). De posse desses materiais, umedecendo pedaços de algodão com cada um dos líquidos e apertando contra o quadro de giz de modo a fazer um traço vertical, marcando o tempo decorrido para que cada um dos líquidos seque totalmente, é possível verificar que eles apresentam diferentes velocidades de evaporação.

Para explicar a diferença na velocidade de evaporação destes líquidos, é preciso incluir uma análise das estruturas das moléculas que os compõem e, principalmente, a análise das interações intermoleculares em cada um deles. Na água e no álcool, existe a possibilidade de formação de ligações de hidrogênio, construto teórico que dá conta de explicar as propriedades apresentadas por essas duas substâncias específicas, bem como das demais que apresentarem estruturas semelhantes. Para tal, parece compreensível que nos valhamos de representações icônicas para a estrutura da matéria em nível atômico-molecular, como mostra a figura 1 abaixo.

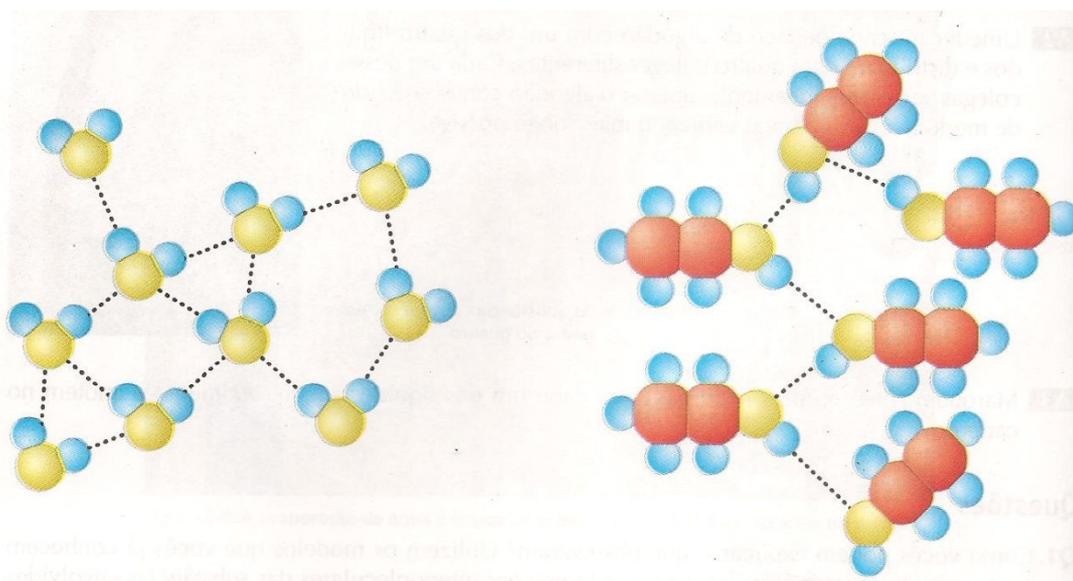


Figura 1: Modelo para água e para o álcool (Fonte: MORTIMER; MACHADO, 2011).

Nesse sentido, um conceito que emerge como fundamental é o de pressão de vapor, considerado em nossa pesquisa como um referente abstrato, por se tratar de um conceito mais geral que nos permite pensar sobre fenômenos particulares ou classe de fenômenos. Sendo assim, se realizássemos outro experimento semelhante a esse, utilizando para isso recipientes fechados conectados a um manômetro para medir a pressão interna sobre o líquido, iríamos constatar que a pressão indicada no frasco contendo o éter seria maior que a do recipiente que continha a água, como mostra a figura 2.

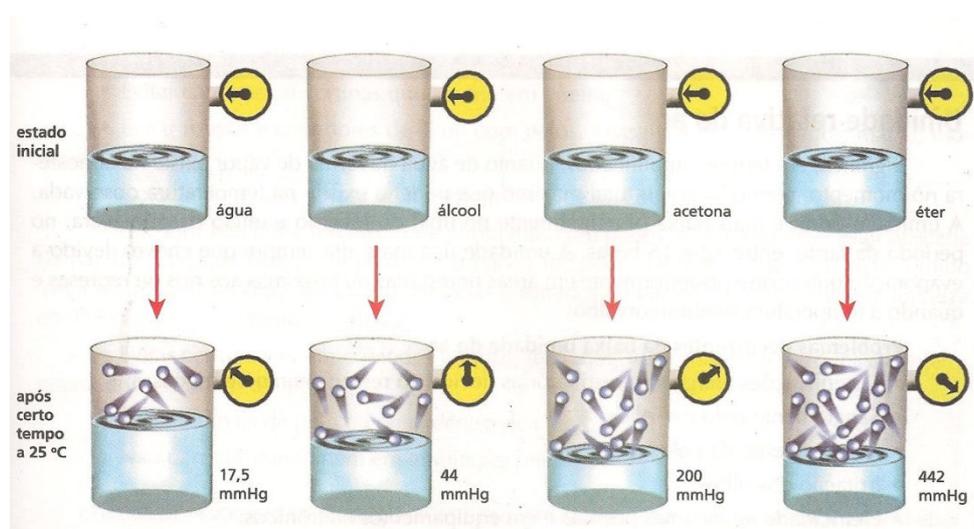


Figura 2: Pressão de vapor específica para cada substância (Fonte: MORTIMER; MACHADO, 2011).

As pressões indicadas no manômetro são exercidas por partículas das substâncias que se transformam em vapor. À medida que as substâncias evaporam, o ponteiro do manômetro sobe, indicando um aumento da pressão de vapor. Quando o ponteiro para, diz-se que foi atingida a pressão máxima de vapor do líquido. Macroscopicamente, é como se o líquido parasse de evaporar; todavia, a explicação para o processo é a de que em paralelo à evaporação, ocorre a condensação e que tais mudanças de fase encontram-se em velocidades iguais.

No início, há apenas evaporação, em velocidade muito alta; porém, logo em seguida passa a haver, em paralelo à evaporação, a condensação. Esta última se inicia com velocidade muito baixa e vai tendo a sua velocidade aumentada gradativamente, devido ao aumento de moléculas que passam para a fase vapor e que, ao se chocarem retornam à fase líquida. Com efeito, como passa a haver menos líquido, o número de moléculas nessa fase diminui, havendo menos choque e, conseqüentemente diminui a velocidade de evaporação. Como a velocidade de evaporação diminui à medida que a

velocidade de condensação aumenta, haverá um momento em que as velocidades de evaporação e condensação se igualam e o sistema atinge uma situação denominada equilíbrio dinâmico, pois as moléculas da fase vapor estão em equilíbrio com as moléculas na fase líquida (ver figura 3). Ou seja, quando na superfície do líquido as fases gasosa e líquida permanecem constantes, dizemos que o sistema está em equilíbrio dinâmico, pois nele há passagem de modo constante de moléculas de uma fase para outra. Nesse equilíbrio, a pressão no sistema permanece constante. Vemos desse modo, a necessidade de abordar o conceito de pressão máxima de vapor recorrendo-se ao uso de representações icônicas para as moléculas, haja vista que a percepção de equilíbrio dinâmico é teoricamente construída. Nessa perspectiva, entendemos que a ideia de pressão máxima de vapor envolve uma elaboração conceitual que se dá no mundo teórico da química, ao passo que sua simples mensuração por meio de um manômetro se dá no mundo empírico.

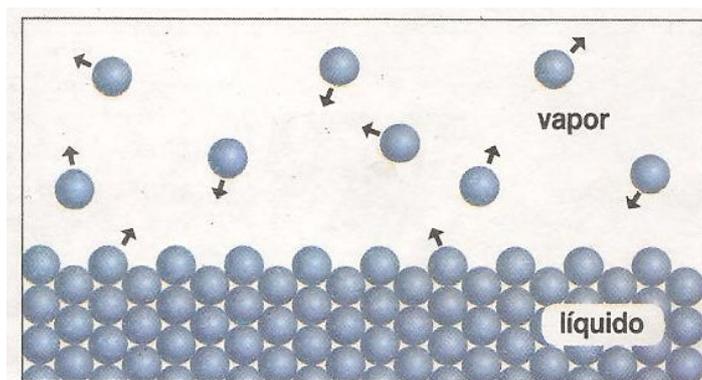


Figura 3: Modelo de partículas para o equilíbrio dinâmico da pressão de vapor (Fonte: SANTOS; MÓL e cols., 2010).

Quando aquecemos água, observamos a formação de bolhas, e isso por dois motivos, distintamente. Inicialmente, essas bolhas são formadas devido à liberação de gases nela dissolvidos. São essas bolhas que percebemos quando retiramos um copo com água ou refrigerante da geladeira e o colocamos sobre a mesa. Finalmente, durante o aquecimento de um líquido qualquer, quando a temperatura se aproxima da temperatura de ebulição, se inicia a formação de bolhas por causa da passagem da fase líquida para a gasosa.

Ao atingir a temperatura de ebulição, a pressão de vapor no interior do líquido torna-se igual à pressão sobre a superfície do líquido. O aquecimento prolongado faz com que mais moléculas passem da fase líquida para a fase gasosa. No entanto, se o sistema sob aquecimento estiver aberto, a pressão sobre o líquido é constante, e a

temperatura do líquido não varia, porque a energia fornecida ao sistema é utilizada para a realização do processo de vaporização, ou seja, para o rompimento das ligações entre as partículas e não para aumentar a sua energia cinética o que resultaria em um aumento de temperatura. Essa ideia é generalizável para todo líquido. Além do mais, sabemos que a ebulição do líquido varia conforme a pressão externa exercida sobre sua superfície. Sendo assim, quando menor for a pressão externa, menor será a temperatura de ebulição do líquido.

Voltando a discussão inicial, focalizando as propriedades coligativas em si, em torno da adição do açúcar no preparo do café, causando o interrompimento da ebulição da água: por que será que isso acontece? Esse fenômeno, chamado de tonoscopia, é observado sempre que se adiciona um soluto não volátil a um solvente. A explicação para esse fenômeno é que a adição de um soluto não volátil à solução diminui a pressão de vapor de um solvente puro. Sabemos, no entanto, que a temperatura de ebulição está relacionada à pressão de vapor. Na temperatura de ebulição, a pressão de vapor do líquido se iguala à pressão atmosférica. Se a adição de um soluto não volátil diminui a pressão de vapor do líquido (tonoscopia), será necessário que se forneça mais calor ao sistema até que a pressão de vapor se iguale a pressão atmosférica. Assim, a temperatura de ebulição da solução será aumentada, se comparada ao solvente puro. Essa propriedade constatada é chamada de ebulioscopia.

Para entendermos por que a pressão de vapor do solvente diminui com a adição do soluto não volátil, consideraremos o conceito de entropia, abordado anteriormente. Quando o solvente líquido puro passa para o estado gasoso, há um aumento de entropia, pois a entropia do vapor (desordem) é maior do que a entropia do líquido. Essa diferença de entropia entre o líquido e o vapor é diminuída quando se adiciona um soluto não volátil, pois a solução formada passa a ter uma entropia maior do que a do solvente líquido puro. Consequentemente, se o sistema (solução) apresenta uma entropia mais alta, sua energia livre será mais baixa e, portanto, ele se torna mais estável que o líquido puro. Nesse sentido, para fazer com que ele saia dessa situação mais estável, perdendo moléculas para a fase vapor e alterando a sua concentração, é necessário que se forneça a ele mais energia na forma de calor e, desse modo, a sua temperatura de ebulição (requerida para passagem do líquido ao vapor) é aumentada. Dessa forma, a diminuição da pressão de vapor de um líquido necessariamente acarreta o aumento de sua temperatura de ebulição. Não detalharemos as propriedades

crioscopia e osmoscopia porque estas não foram acompanhadas na sequência pesquisada.

Sendo assim, diante do exposto, evidenciamos que a abordagem do conceito químico de propriedades coligativas apresenta elementos potenciais para uma análise da qual nos propomos nesta pesquisa. Ela nos possibilita analisar o movimento adotado pelo professor no que se refere à dinâmica de contextualização/descontextualização do conteúdo científico, uma vez que é possível se valer tanto de fenômenos específicos, quanto de uma classe de fenômenos, através das quais se alcançam as generalizações. Além do mais, se configura como extremamente importante para uma aprendizagem a utilização de representações icônicas no mundo das teorias e modelos, haja vista que essas dão sustentação aos fenômenos observáveis, e isso é constitutivo da Química e demais Ciências da Natureza.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresentamos uma breve revisão de pesquisas que, inseridas em uma tradição sociocultural de educação, voltam-se para a inserção de uma perspectiva epistêmica, bem como da semiótica peirceana e suas categorias fenomenológicas como recurso teórico-metodológico para a compreensão do complexo processo de aquisição de significados e sentidos envolvidos na aprendizagem de Ciências. Consideramos pesquisas que levam em conta estes referenciais teóricos, na área de Educação em Ciências e, em alguns momentos, na área de Educação Química em particular. Pretendemos mapear um campo no qual se insere a nossa pesquisa e, ainda, apontar outros, com os quais ela estabelece um diálogo, compartilhando, com tais campos, interesses mais gerais ou aspectos teóricos ou metodológicos mais específicos. Ao mesmo tempo em que discutimos as pesquisas de nosso interesse, pontuamos alguns conceitos ou fundamentos teóricos discutidos no capítulo em que tratamos das categorias que compõem o nosso sistema analítico.

O capítulo foi dividido em duas partes. Na primeira, consideraremos os trabalhos que se referem de alguma maneira à utilização de categorização epistêmicas na análise do discurso, relacionado às aulas de Ciências. Na segunda, faremos uma abordagem aos trabalhos que fazem menção às categorias da semiótica peircena nas aulas de Ciências.

3.1 – Trabalhos com foco nas Categorias Epistêmicas

A seguir, apresentamos uma breve discussão acerca de trabalhos que consideram as categorias epistêmicas na análise de salas de aulas de Ciências.

Em Silva e Mortimer (2008), é apresentado um estudo, parte de uma pesquisa mais ampla (Silva, 2008) que buscou caracterizar as estratégias enunciativas verificadas em duas salas de aula de Química do Ensino Médio. No estudo foi focalizado o movimento epistêmico articulado por uma professora da disciplina, considerando duas diferentes situações do processo de ensino-aprendizagem: quando ela conduzia as atividades investigativas desenvolvidas pelos alunos em laboratório de Química e quando introduzia novos conceitos em aulas na sala de aula regular. As aulas analisadas faziam parte de uma sequência de 18 aulas da unidade temática Termoquímica. Além disso, considerou-se ainda como esse movimento epistêmico, conduzido pela professora, poderia favorecer o compartilhamento do discurso pelos alunos.

O foco do estudo esteve direcionado à segunda dimensão da ferramenta analítica, proposta por Mortimer e cols. (2007), voltada para o modo pelo qual a professora coordenava gradativamente a construção dos conhecimentos com os alunos. Dessa forma, os pesquisadores se interessaram em caracterizar os movimentos de contextualização e descontextualização, focalizando a dinâmica entre as categorias epistêmicas, de modo a mostrar como acontece a passagem de uma à outra ao longo do desenvolvimento das ideias construídas em sala de aula. Para os autores, ao priorizar a dimensão epistêmica, pretendeu-se dar ênfase a um aspecto que tem sido pouco discutido na literatura voltada para a caracterização dos gêneros de discurso das salas de aula de ciências. O nosso trabalho, portanto, dialoga com a proposta de Silva e Mortimer (2008), acrescentando aí, quais e como as representações semióticas são abordadas nessa dinâmica.

A abordagem metodológica de coleta de dados adotada por Silva e Mortimer (2008) se baseou na realização de gravações em vídeo como principal recurso para possibilitar a análise dos aspectos discursivos e interacionais. As aulas registradas em vídeo foram mapeadas. Trabalhou-se com três tipos de mapa: o de episódio, o de sequências discursivas e o de categorias epistêmicas. Tais mapas apresentam como característica básica priorizar diferentes unidades analíticas que se constituem em diferentes segmentos do discurso da sala de aula: o episódio, as sequências discursivas e os segmentos epistêmicos.

No estudo apresentado, os autores consideram uma sequência discursiva, a qual era parte de uma aula de laboratório, e sequências discursivas de um episódio que é parte de uma aula de sala de aula regular, em que a professora introduz novos conceitos.

A discussão apresentada no artigo nos permite compreender como as aulas de laboratório, em que os alunos desenvolvem atividades investigativas, e as aulas de sala de aula regular, ambas realizadas de diferentes formas, em diferentes espaços físicos, comunicam-se entre si. Nas aulas de laboratório, localizadas no início da sequência temática, a professora constrói conceitos fundamentais para o desenvolvimento do conteúdo pretendido. Nessas aulas, a inicial descrição de um fenômeno em análise, em dado momento, cede lugar a uma explicação. Como parte do movimento explicativo, generalizações são retomadas ou elaboradas pelos alunos. Em paralelo a esse movimento com as operações epistêmicas, tem-se que, com relação ao nível de referencialidade, a discussão parte de referentes específicos para posteriormente considerar referentes abstratos ou mesmo classes de referentes. Quando a professora

trabalha com a intenção de explorar os pontos de vista dos alunos, não há um investimento no sentido de trabalhar tais concepções de modo a conduzi-las àquelas cientificamente corretas. Nas aulas de sala de aula regular, em que a professora trabalha prioritariamente com a intenção de introduzir e desenvolver a história científica, é possível observar no discurso, em grande parte por ela desenvolvido, um movimento epistêmico semelhante àquele verificado nas aulas de laboratório, em que os alunos investigam os fenômenos. Nessa perspectiva, os autores consideram que, enquanto no laboratório os alunos desenvolvem um movimento com as categorias epistêmicas no decorrer de uma atividade investigativa, nas aulas de sala de aula regular, esse movimento é resgatado na discussão, em grande parte articulada pela professora, em prol da construção de novos conceitos.

Essa relação de fundo epistêmico, que as aulas de laboratório guardam com as aulas de sala de aula regular, pode ser percebida como um aspecto que favorece a participação dos alunos no discurso que é conduzido em grande parte pela professora nessas últimas aulas, uma vez que tal relação implica o compartilhamento de uma base fenomenológica e de uma lógica discursiva comum entre a professora e os alunos. Ao retomar procedimentos e resultados experimentais que os alunos vivenciaram nas aulas de laboratório, a professora considera, em seu discurso, referentes que são familiares aos alunos. Além disso, articulando as ideias por meio de um movimento epistêmico semelhante àquele vivenciado pelos alunos ao longo de suas atividades investigativas, ela desenvolve uma lógica discursiva para construir novos conceitos, a qual é familiar aos alunos, favorecendo desse modo a sua participação nesse discurso.

Nesse sentido, os autores argumentam que a forma pela qual uma professora trabalha na dimensão epistêmica pode favorecer o compartilhamento de significados pelos alunos nas discussões que se desenvolvem em sala de aula. Dessa maneira, parece oportuno observar que, assim como as diferentes formas pelas quais o professor interage com os alunos podem tanto constranger quanto favorecê-los no acesso às ideias que emergem no plano social da sala de aula, a forma como ele trabalha na dimensão epistêmica também pode contribuir ou não para esse acesso.

Em um artigo intitulado “Práticas e Movimentos Epistêmicos em Atividades Investigativas de Química”, Silva (2011) apresenta como problema central da análise estabelecer relações entre as práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos em atividades investigativas estruturadas de Química e as ações do professor, de modo a perceber aspectos dessas ações que favorecem o desenvolvimento de tais práticas,

considerando-se sequências de ensino elaboradas nesta direção. Em um contexto amplo, Kelly e Duschl (2002) definem que práticas epistêmicas como formas específicas com que membros de uma comunidade científica, inferem, justificam, avaliam e legitimam asserções do conhecimento. Nessa perspectiva, posteriormente, Kelly (2005) define práticas epistêmicas como sendo atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. Numa abordagem para o ensino de Ciências, Sandoval et al (2000) definem práticas epistêmicas como as atividades cognitivas e discursivas nas quais os alunos se engajam para desenvolver sua compreensão epistemológica. Nesse sentido, entendemos que as práticas epistêmicas são aquelas ações desempenhadas pelos alunos com ênfase na realização de atividades investigativas, enquanto que as ações dos professores na condução dessas atividades são denominadas de movimentos epistêmicos.

Os dados da análise apresentada em Silva (2011) são de um estudo-piloto de uma pesquisa mais ampla. Eles foram coletados em uma turma formada por 23 estudantes de oitavos e nonos anos do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFS. Foi considerado na análise um encontro com duração de, aproximadamente, 2 h e 11 min, em que os alunos desenvolveram uma atividade investigativa sobre o tema reações químicas. Os dados, registrados em vídeo, foram submetidos também à análise por meio do software Videograph®, para obtenção de percentuais de tempo das categorias empregadas. A aula foi, ainda, mapeada, sendo segmentada em episódios e sequências discursivas. Ao tempo em que houve preocupação com uma análise qualitativa, em que foram descritas e analisadas as ações da professora e dos alunos em interação, lançou-se mão, também, de dados quantitativos, os quais permitiriam verificar o peso de cada categoria ao longo da atividade investigativa. Considerou-se que a associação dessas duas dimensões favoreceria a análise pretendida.

A análise focalizou as intervenções da professora em um grupo de 5 alunos. Eles analisaram diferentes fenômenos, alguns envolvendo formação de novas substâncias e outros não. As questões propostas no roteiro solicitavam que eles descrevessem os fenômenos investigados e, posteriormente, explicassem as suas descrições. Eles também tiveram que responder se os fenômenos envolviam, ou não, formação de novas substâncias, justificando tal resposta. Por fim, eles tiveram que planejar, para cada fenômeno investigado, um roteiro a fim de “constatar” a sua hipótese e executá-lo, se possível. Durante os dois encontros que constituíram o estudo-piloto, ao tempo em que

o conceito de reação química foi elaborado, outros foram retomados, tais como o conceito de substância química e as propriedades dos materiais.

As categorias analíticas utilizadas para a análise das ações da professora, denominadas de movimentos epistêmicos, foram inspiradas no trabalho de Lidar, Lundquist e Ostman (2005), em que esses autores apresentam categorias que se voltaram para a análise do discurso/ações de professores, relacionando-os com a epistemologia prática dos estudantes, ou seja, as formas como estes consideram, em suas práticas, o que conta como conhecimento relevante e como meios relevantes de se obter conhecimentos. Dessa forma, enquanto as ações dos alunos voltadas para a execução de atividades investigativas são chamadas de práticas epistêmicas, como consagrado na literatura da área, as ações dos professores, ao conduzir as atividades investigativas, foram chamadas de movimentos epistêmicos.

Os movimentos epistêmicos foram os seguintes:

a) elaboração: corresponde às ações do professor no sentido de possibilitar aos alunos, em geral através de questionamentos, construir um olhar inicial sobre o fenômeno. São os questionamentos expressos nos roteiros de atividade ou mesmo proferidos oralmente pelo professor, os quais geram espaço para que os alunos reflitam de uma determinada perspectiva e exponham seus pontos de vista sobre os objetos e eventos investigados.

b) reelaboração: corresponde às ações do professor no sentido de instigar os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos desconsiderados ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação, problematização ou evolução do pensamento inicial apresentado.

c) instrução: corresponde à ação de apresentar explicitamente novas informações para os alunos.

d) confirmação: corresponde à ação de concordar com as ideias apresentadas pelos alunos e/ou permitir que eles executem determinados procedimentos planejados;

e) correção: corresponde à ação de corrigir explicitamente as afirmações e procedimentos dos alunos.

f) síntese: corresponde à ação de explicitar as principais ideias alcançadas pelos alunos.

Silva (idem) utilizou ainda dois conjuntos de categorias propostos por Mortimer e Scott (2003): a abordagem comunicativa e as intenções do professor.

Ao analisar essas intervenções, a autora verificou um certo ritmo com o qual a professora orientou o trabalho dos alunos. Inicialmente, ela desenvolveu o movimento de elaboração. Considera-se assim, que as ideias apresentadas pelos alunos ao início do processo de ensino- suas ideias prévias – guardam em si a dimensão da construção que se dá na interação com o professor, envolvendo o tipo de pergunta que é proposta, a sua forma, o fenômeno analisado, enfim o contexto geral que envolve a emergência das suas respostas. Desse modo, as ações da professora que fazem emergir as concepções iniciais dos alunos correspondem a um movimento epistêmico de elaboração. Em seguida, a professora desenvolve um movimento de re-elaboração, chamando a atenção dos alunos para aspectos desconsiderados, promovendo uma problematização do pensamento inicial e uma conseqüente reformulação deste pensamento. Tal movimento se dá de forma sutil. Percebeu-se então que os alunos não identificam de pronto que a professora insiste, muitas vezes, em uma mudança considerável no seu pensamento inicial.

Na relação dos movimentos epistêmicos com as classes de abordagem comunicativa, Silva (2011) concluiu que o movimento de elaboração alia-se a uma abordagem essencialmente dialógica, em que grande espaço é dado para os alunos exporem seus pontos de vista. O movimento de re-elaboração alia-se a uma abordagem dialógica, porém marcada por nuances de autoridade que, gradativamente, podem tornar-se mais fortes. Ao tempo em que a professora permite aos alunos refletirem sobre os fenômenos, acaba por atuar de forma mais diretiva, chamando atenção para determinados aspectos, de modo a conduzir a reflexão numa dada direção. Os movimentos de instrução, confirmação e correção, por sua vez, aliam-se a abordagens de autoridade. Tais movimentos, precedem, sucedem e, em alguns momentos, interpõem-se por entre os movimentos de elaboração e re-elaboração. O movimento de síntese, por fim, pode estar associado a uma abordagem dialógica ou de autoridade. Com a síntese, a professora busca legitimar o que foi discutido até então, favorecendo a percepção do fluxo da discussão pelos alunos.

Em França, Nunes e Freire (2012), trabalho que tinha como principal objetivo analisar, numa perspectiva contrastiva, as práticas epistêmicas desenvolvidas por dois grupos de alunos de duas turmas de 9º ano do ensino fundamental, ao longo de uma atividade investigativa em torno do tema “Densidade”, associando-as às ações dos professores ao conduzir as atividades. Para os autores, como proposto por Silva (2011), tais ações foram denominadas de movimentos epistêmicos.

Na análise das aulas, utilizou-se a filmagem como método de coleta de dados, sendo que esta foi feita por duas câmeras: uma fixa, direcionada ao professor e outra em movimento, voltada para o grupo-pesquisa. Com o vídeo das aulas, foram realizadas algumas divisões no tempo para se caracterizar cada espaço da aula, caracterizando os chamados de episódios. Com a segmentação da aula em episódios pôde-se construir o mapa de episódios, que consiste no registro de todas as ações, seja do professor ou dos alunos, ao decorrer da aula.

Nesse sentido, esses autores conseguiram relacionar as práticas epistêmicas dos alunos com os movimentos epistêmicos dos professores ao longo de uma atividade investigativa, considerando como tais professores favoreceram a adoção de determinadas práticas. Foi perceptível que os movimentos epistêmicos dos professores estavam aliados às práticas epistêmicas explícita e também implicitamente requeridas no roteiro de atividade seguido pelos alunos. Os autores observam que isso responde em grande parte pelo fato de que as práticas desenvolvidas pelos alunos de ambas as turmas analisadas não se diferenciaram significativamente, apesar dos grupos investigados apresentarem perfis diferentes de comportamento. Enquanto os alunos do grupo da turma A se envolviam mais no debate, argumentando em favor de suas ideias, os alunos do grupo da turma B, mostraram-se menos calorosos em suas argumentações.

Apesar dos alunos do grupo da turma A mostrarem-se mais envolvidos nos momentos em que a discussão era desenvolvida, apresentaram também mais momentos de dispersão que os alunos do grupo da turma B; contudo, conforme afirmam os autores, ambos os grupos apresentaram praticamente as mesmas práticas epistêmicas. O movimento epistêmico dos professores em cada turma também não variou substancialmente, tendo em ambos os casos contribuído favoravelmente para o desenvolvimento das práticas verificadas.

3.2 – Trabalhos com foco na semiótica de Peirce

A seguir, apresentamos uma breve discussão acerca de trabalhos que consideram a semiótica de Peirce na análise de salas de aulas de Ciências em geral e em alguns momentos, o contexto do ensino de química em particular.

Caldeira e Silveira (1998) no trabalho intitulado “*o processo evolutivo: uma análise semiótica*” buscam responder o seguinte questionamento: como se poderia entender o processo evolucionário por meio de uma cadeia de signos? Dessa forma,

tiveram como objetivo estabelecer relações entre as variáveis que compõem o processo evolucionário, segundo a maioria dos biólogos, utilizando as categorias fenomenológicas peirceanas, ou seja, os autores apoiaram-se no referencial de Peirce para ampliar e aprofundar a análise dos fenômenos que envolvem as teorias evolucionistas e a organização dos ambientes naturais.

Para iniciar uma análise na tentativa de buscar subsídios para a pergunta acima, os autores traçaram um diagrama com base nas três categorias de Peirce - primeiridade, secundidade e terceiridade, distribuindo no seu interior elementos que compõem a teoria sintética da evolução (potencialidade, diversidade, expressão gênica, mutação, continuidade, evolução, seleção natural, por exemplo). Sendo assim, a aplicação da definição de signo dentro dos fenômenos biológicos foi percebida como extremamente pertinente, pois segundo Peirce o universo inteiro está permeado de signos, se é que ele não é composto apenas de signos.

Considerando o diagrama formulado, os autores inferiram que a potencialidade genética ou “*pool gênico*”, ou seja, o conjunto completo de alelos únicos que podem ser encontrados no material genético de cada um dos indivíduos vivos desta espécie ou população, colocado como primeiridade, expressa a potencialidade de vida que a natureza dispõe, ou seja, um quali-sigo. A expressão gênica representaria a secundidade, sob a forma de existência concreta, na ocorrência e interação no *continuum* espaço/tempo, que nessa relação didática pode ser identificada como um sin-signo. A semiose se completaria com o elemento da terceiridade, no caso a continuidade genética, caracterizada como um legi-signo, presente em cada indivíduo de uma espécie, tomado o caráter de lei ou regra geral que esse tipo de signo exige.

Através da observação do diagrama apresentado pelos autores, podemos ler que um cursor imaginário se mova no sentido da potencialidade (primeiridade) ao da continuidade (terceiridade) passando pela existência (secundidade). Dessa maneira, tem-se a produção do processo evolutivo que se instaura no decorrer das gerações em conjunto com espaço e tempo.

Dentro das semiose formada, os autores identificaram, portanto, o papel de primeiridade, da secundidade e da terceiridade. A primeiridade é entendida como o potencial genético que é influenciado pelo acaso e talvez outras variáveis. A secundidade está representada pela existência de qualquer ser vivo em conjunto com a ação do espaço e tempo. E a terceiridade, por fim, com a continuidade de vida.

Caldeira e Manechine (2007), com o objetivo de investigar como alunos de uma terceira série do ensino fundamental constroem e representam conceitos de Ciências e Matemática a partir de um contexto experiencial – um canteiro de plantas- relacionaram o papel da experiência nos contextos de aprendizagem, da mediação simbólica das diferentes linguagens e do eixo interdisciplinar que permeia essa construção.

Para viabilizar essa investigação, foi selecionada uma escola estadual que oferece Educação Básica para as séries iniciais. A turma escolhida era composta de trinta e dois alunos de terceira série/quarto ano. A proposta era oferecer atividades didáticas de Ciências e Matemática que não interferissem no planejamento docente. Dessa maneira, foram trabalhados os conceitos de medidas e de relações entre os seres vivos através de um canteiro triangular e repleto de plantas, presente na escola. Como instrumento de coleta de dados, foram utilizadas as produções dos alunos nas atividades didáticas planejadas, como por exemplo, a identificação das plantas presentes no canteiro.

Para subsidiar essa investigação, utilizaram o referencial teórico de Peirce. Nesse sentido, foi elaborado para cada aluno um diagrama, representando o conjunto das relações fenomênicas a serem observadas. Esse diagrama foi constituído de três correlatos que definem o signo genuíno, designados por relações de *representamen* (signo), objeto e interpretante.

Nas relações de *representamen*, no domínio da primeiridade, localiza-se a percepção, como representante da potencialidade de tudo que é possível de ser realizado, que é indiferenciado, um *continuum* de potencialidades. O objeto corresponde às relações de secundidade, em nível de significação, em que as relações dos alunos com os fenômenos naturais se confrontam. As relações de interpretante apresentam-se através da formalização possível das ideias que os alunos geram no confronto com as relações obtidas, possibilitando ressignificá-las, no domínio da terceiridade.

Pode-se considerar a primeiridade como a categoria da primeira interação, das sensações, do olhar investigativo, da dúvida. As relações que começam a se estabelecer a partir do objeto pretendido constituem a secundidade. A compreensão dos conceitos científicos, responsável pela cadeia de semioses (perceber, relacionar, conhecer) inicialmente proposta, em correlato com as relações sígnicas estabelecidas pelos alunos constituem formalmente a terceiridade. A estrutura do diagrama permitiu indicar a primeira categoria que se apresenta: a percepção. É ela que se faz presente primeiramente na visualização, na escuta, na apreensão de cores, formas, movimento, na

sensação tátil e na expressão das emoções que acompanham o atentar para os fenômenos naturais. Em nível de secundidade, a categoria verificada é a de significação, pois esta mantém em seu interior as possíveis relações a serem estabelecidas pelos alunos no decorrer do estudo dos fenômenos naturais observáveis. Em nível de terceiridade, a categoria ressignificação foi entendida como o processo de construção do raciocínio. A atividade proposta tinha como finalidade proporcionar aos alunos a percepção, o estabelecimento de relações e a construção de significados dos fenômenos naturais em um canteiro de plantas da escola. Para tanto, buscava-se compreender como os alunos percebiam o canteiro de obras, quais foram as relações estabelecidas ao longo do processo e como se deu a formalização dessas relações. Na análise dos resultados, pode-se entender a formação dos conceitos como sínteses de significação que sustentam a compreensão dos fenômenos naturais. Essas sínteses de significação se estabelecem no confronto com a experiência, gerando, através das formas de raciocínio, interpretantes lógicos, emocionais e energéticos. Em outro trabalho, Senicinato, Cavassan e Caldeira (2009) analisam, na perspectiva dos professores de ecologia do nível superior, a formação de valores estéticos em relação às florestas tropicais pluviais, suas implicações nas motivações do agir e do pensar, além dos significados construídos por tais professores sobre as florestas que podem advir da formação desses valores.

Para tal, iniciaram pela compreensão sobre o que configura a experiência estética na natureza e o que se entende por valores estéticos. Esses caminhos conduziram ao pragmatismo de Peirce, particularmente às suas disciplinas filosóficas que correspondem à estética e à semiótica. Os autores consideraram que, como a estética peirceana detém uma relação íntima com a ética e com a lógica, ela pode auxiliar no esclarecimento da conduta humana e de suas implicações para a realidade prática. Por sua vez, a semiótica foi percebida como uma ferramenta para extrair dos dados as relações de significação dos fenômenos observados.

Como recurso metodológico, foi utilizado o proposto por Caldeira (2005) que considera as categorias primeiridade, secundidade e terceiridade e afirma que nelas estão os elementos que tornam possível o aprofundamento da investigação.

Como a primeiridade em si não pode ser investigada, somente inferida a partir das outras duas categorias, o olhar para o processo pode se dirigir ao objeto de investigação e às impossibilidades que se apresentam à mente ao conceber o próprio objeto que investiga. Dessa maneira, as etapas desse percurso gerativo de interpretantes foram assim descritas: o pesquisador, observador, parte de percepções sincréticas

sensoriais que lhe despertam o objeto de análise sem estabelecer vínculos com os possíveis conflitos com o real. A seguir, em contato com o real e com os conflitos gerados por ele, busca, nas percepções iniciais, elementos que lhes permitam relacionar os dados difusos obtidos na etapa anterior aos elementos agora engendrados, a fim de perquirir as possíveis alternativas para resolvê-los. Por fim, elabora hipóteses abertas para desvelar o objeto pesquisado tendo em mente alcançar um interpretante formal que lhe garanta uma possível explicação. Dessa maneira, os caminhos de análise foram ancorados por um diagrama que representa as relações sógnicas, ou o processo de semiose, no modo com elas são dadas pelo pesquisador.

A pesquisa foi realizada no ano de 2004 com cinco professores de ecologia. O critério para a escolha desses professores foi a presença da palavra ecologia na disciplina por eles ministradas em dois cursos de Ciências Biológicas em uma mesma universidade estadual de São Paulo. Como o objeto de pesquisa estava voltado especificamente às florestas tropicais naturais, entendeu-se que as disciplinas de ecologia são as que melhor abordam o assunto em sua complexidade.

Com ênfase no caminho de investigação orientado pela semiótica peirceana, foram utilizadas entrevistas como instrumento de coleta de dados, inferidos os valores implícitos no conhecimento em relação à floresta tropical pluvial. Essas entrevistas consistiram na leitura e relato das impressões sobre três textos cujo tema em comum é a descrição de fragmentos desse tipo de floresta, em linguagens diferentes. O texto 1 descrevia um fragmento de mata atlântica na perspectiva de um historiador, estudioso do Brasil. Sua linguagem era rica em referências emocionais, em metáforas e em sinestésias. Era pouco objetiva, na concepção dos pesquisadores. O segundo texto descrevia um fragmento de floresta tropical pluvial genérica, na perspectiva de um cientista, em um livro de ecologia tradicionalmente utilizados nos cursos de Ciências Biológicas. Sua linguagem é objetiva por excelência. O texto 3 descrevia um fragmento de floresta amazônica na perspectiva de um cientista que enfatizava os aspectos evolutivos do ecossistema. Tradicionalmente não é utilizado nas licenciaturas em Ciências Biológicas. Sua linguagem é objetiva, simples, com algumas metáforas e muito rica em detalhes. Ao final, o que se queria responder eram quais sentimentos em relação aos ambientes naturais têm guiado os ideais dos professores dessa disciplina e o que eles priorizam.

A qualidade de sentimento do signo estético impossibilita sua pesquisa direta, porque, uma vez representado na forma verbal, como é o caso das entrevistas, o signo já

perdeu sua pureza, sua espontaneidade, sua característica exclusiva de primeiridade, já gerou interpretantes. Dessa forma, os signos estéticos em si não puderam ser investigados, mas inferidos dos interpretantes gerados do confronto com o objeto.

Na análise semiótica das relações entre os professores e a floresta tropical, os textos que a descrevem são considerados signos, os quais, para fins de análise, foram denominados signos-texto, tendo a floresta como objeto dos signos texto. Nesse sentido, as impressões ou efeitos causados pelos objetos do signo nos entrevistados, da mesma forma, configuram os interpretantes dos signos analisados. Sendo assim, o foco da análise era a interpretação com um aprofundamento maior nos vários tipos de interpretante.

Dessa forma, ao revelar suas impressões sobre os textos, o entrevistado indiretamente revela suas impressões sobre a floresta. Trata-se de relações sgnicas distintas. Referente ao texto propriamente dito, sua linguagem, seu modo de apresentar o assunto, se trata de objeto imediato do signo. Já o objeto dinâmico do signo é referente ao modo como o entrevistado concebeu esse tipo de ecossistema.

A análise semiótica aponta que há um certo constrangimento em se considerar a dimensão estéticas das florestas tropicais na prática docente dos entrevistados, ao mesmo tempo em que prevalece a abordagem científica, embora todos os professores conheçam a importância da dimensão estética e sua consequente implicação ética no ensino e conservação dos ambientes naturais.

Em outra pesquisa, Trevisan e Carneiro (2009) tiveram como objetivo analisar semioticamente as metáforas e figuras representativas de uma célula animal apresentada em uma apostila de primeiro ano do ensino médio. Metáfora é uma figura de linguagem que envolve o ver e, portanto, o compreender de uma coisa em termos de uma outra que é previamente conhecida, sendo um fenômeno conceitual ao invés de um fenômeno exclusivamente linguístico.

Na análise semiótica da célula animal, os autores consideram o que se pensa (ao se analisar a figura) apenas nas cores, linhas, texturas, volumes da imagem, entregando-se à primeiridade sensorial, retornando à iconicidade pura, geratriz de quali-signos, embora o fato de simplesmente refletirmos sobre tal já os faça desaparecer. Sabe-se que parte desse cenário fenomenológico, pré-signico, as múltiplas corporificações, os sin-signos icônicos, e mais precisamente os hipoícones – imagem, diagrama, metáfora. É, sobretudo, importante essa tríade, em qualquer análise semiótica de composição pictórica.

Por exemplo, os centríolos, tais quais o são, como se jamais tivéssemos visto algo parecido, uma figura virgem em nossa percepção, são denominadas imagens (primeiridade). Quando, por inferência lógica, abandonamos aquela impressão e a relacionamos com outro signo, tal qual a ideia de duto condutor, o hipoícone passou a ser diagnosticado (secundidade); finalmente, ao associarmos este a feixes de canudinhos, temos a ocorrência de metáfora (terceiridade).

Embora este seja um aspecto enriquecedor das cadeias de interpretantes acerca de objetos imediatos do signo “a célula animal”, a metáfora apresenta degeneração sígnica, sobretudo pela ausência de aspectos indiciais, configurando apenas um modo de primeiridade, na relação representamen/objeto. Não há garantia de que se trate realmente do objeto que se quer representar para que isso ocorra. São necessários índices, signos advindos do plano do objeto. A metáfora é apenas um hipoícone deste. Para os autores, isto inevitavelmente nos faz pensar que muitas linguagens inerentes ao ensino de Ciências estão ancoradas em signos degenerados, e eles não vêm nisso desabono algum, pois um dos desafios da pesquisa científica e pedagógica e a depuração do signo rumo ao hábito.

Na análise da figura “A célula animal” foi possível verificar o evento metafórico ocorrendo na relação entre os seguintes elementos: figura geral da célula/ ícones mentais tais como a laranja; mitocôndria/ amendoim; complexo de Golgi/ saquinhos de leite etc. Sendo um signo, a metáfora é sempre uma relação triádica. O primeiro elemento desta poderia ser, conforme ilustração da célula, o objeto imediato “Complexo de Golgi”; o segundo seria fenomenologicamente o signo “saquinhos de leite”, iconizador do primeiro, um ente real, conhecido pelo receptor; o terceiro constitui-se elo de significação comum entre os dois signos, realização típica da tereceiridade.

Dessa forma, os autores consideram que a metáfora como ferramenta didática é um promissor veículo de pesquisa em ensino de Ciências que se potencializa quando ancorado no referencial teórico semiótico. Para eles, a própria dinâmica da semiose, descrita por Peirce – processamento de signos triádicos, gerando a cada instante novos interpretantes que sinalizam para novos signos que apresentam outros objetos e assim *ad infinitum* - nos garante quanto essas pesquisas podem contribuir aos estudos sobre linguagem científica e pedagógica.

No campo da ciência física, Paula e Alves (2009) procuraram saber que práticas são necessárias à leitura e a compreensão das inscrições didáticas. Para tal, estudaram as características das inscrições didáticas e dos processos por meio dos quais ocorre sua

interpretação. Nessa perspectiva, utilizaram um modelo semiótico inspirado em Roth (2005) para análise de uma inscrição didática retirada de uma sequência de ensino sobre Física de semicondutores. Nela, havia a descrição do efeito produzido sobre as bandas de energia de um cristal de silício submetido ao aquecimento. A versão original da inscrição foi modificada através do aperfeiçoamento que emergiu da análise do processo de interpretação a partir do modelo semiótico descrito acima, o qual identifica os processos envolvidos na leitura e interpretação de uma inscrição.

O modelo apresentado previa a existência de três processos mediante os quais se dá a interpretação de uma inscrição: pré-identificação, transposição e translação. Por meio dos processos de pré-identificação, o leitor associa cada signo com um objeto que pertence ao mundo concebido e que funciona como seu referente. Na transposição, o leitor é levado a constatar a presença de réplicas de um mesmo signo na inscrição ou comparar signos semelhantes entre si. A conexão entre diferentes signos de uma mesma inscrição é realizada por meio de um processo denominado translação.

Para os autores, a incursão no estudo da semiótica tem se mostrado promissor. Uma das aprendizagens importantes obtidas por eles consiste na ampliação dos critérios que devem ser utilizados na concepção de inscrições didáticas. O aperfeiçoamento da inscrição utilizada na sequência didática é um exemplo dessa aprendizagem. Dessa maneira, na reavaliação do conjunto das inscrições didáticas foi constatada a existência de signos distintos que tinham como referentes os mesmos objetos dos mundos vivido e concebido. Embora algumas dessas variações estivessem relacionadas com a intenção de caracterizar diversos aspectos de um mesmo objeto-referente, como é o caso do elétron, e pudessem ser justificadas como ferramentas auxiliares na sofisticação do conhecimento dos estudantes sobre tais objetos, como é o caso da atribuição da dualidade onda/partícula ao elétron, os autores consideram que a proliferação de signos para um mesmo referente constitui um obstáculo em potencial para a interpretação das inscrições didáticas.

Na área da química em particular, dois trabalhos brasileiros merecem destaque. No primeiro, Gois e Giordan (2007) adotam as bases da teoria de Peirce visando levar à compreensão das relações de significação de representações próprias grafadas e faladas que têm lugar na sala de aula de Química, com cunho para os processos de significação desse ambiente de ensino. Para tal, os autores escolheram relacionar as dimensões do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico) com as possíveis relações dos signos com seus objetos.

Vale ressaltar aqui que a dimensão simbólica ou representacional da Química a que Gois e Giordan se referem, corresponde ao conjunto de representações típicas desta ciência, tais como símbolos, fórmulas, modelos, etc. Tal dimensão, como afirma Machado (1999), “inclui ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante dos processos de idas e vindas entre teoria e experimento.” (p.169). Nesse sentido, ela não pode ser confundida com a categoria proposta por Peirce quando se refere à relação do signo com o objeto no nível de terceiraidade (símbolo), pois a dimensão simbólica ou representacional da Química abrange todo o tipo de representação não se restringido apenas à categoria “símbolo” proposta por Peirce.

Considerando individualmente as dimensões simbólica, macroscópica e submicroscópica do conhecimento químico, os autores buscaram conhecer a prevalência de determinadas qualidades semióticas de significação. Como resultado, constataram que, no nível macroscópico, prevalecem as relações indiciais e simbólicas; no nível submicroscópico, são encontradas predominantemente as relações icônicas e simbólicas de significação. Por fim, no nível simbólico ou representacional do conhecimento químico, ou seja, aquele que trata das representações qualitativas, utilizando notações, terminologias e simbolismos especializados, e também trata das representações quantitativas, quando são utilizados gráficos e equações matemáticas, são encontradas todas as qualidades de significação semiótica, ou seja, indiciais, icônicas e simbólicas. Com isso, essa última dimensão certamente oferece maior dificuldade de compreensão dentro do que atualmente é proposto como conhecimento químico oficialmente aceito.

O segundo trabalho, intitulado “Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce”, (WARTHA; REZENDE, 2011), teve origem nas inquietações acadêmicas dos autores no que se diz respeito à compreensão científica dos processos de construção do conhecimento químico, mais especificamente, em relação à representação no ensino de Química.

Para os autores, a semiótica peirceana surge como forma de contrapor o modelo proposto por Alex Johnstone (1982), tido como o principal modelo que discute a questão das representações no Ensino de Química, não encontrando divergências. Dessa forma, a semiótica contribui na construção de outro modelo explicativo sobre os níveis de representação.

Para Wartha e Rezende (2011), o campo de estudo e de aplicações da Semiótica no âmbito do ensino de Química pode ser percebido, ou no fato da importância dos signos na compreensão dos entes químicos, ou pelo fato de que os conceitos químicos

não se encontram independentes das representações. Por exemplo, na qualificação dos signos caracterizados por uma imagem de um gráfico de solubilidade, quando um signo em relação ao seu interpretante for um signo que designa qualidade (primeiridade), trata-se de rema (conjectura ou hipótese); quando o signo se referir à existência (secundidade), trata-se de dicente. O sin-signo indicial gera um interpretante dicente e quando o signo em relação com seu objeto se referir a uma lei (terceiridade), caracteriza-se um argumento. Portanto, os legi-signos simbólicos geram argumentos.

A fim de discutir algumas aplicações da semiótica peirceana ao ensino-aprendizagem de Química, os autores tomaram como exemplo a análise de uma figura feita de um gráfico que trata da solubilidade de diferentes sais em água. Os autores discutem o processo de elaboração de ideias com base nas categorias propostas por Peirce, considerando a relação do signo consigo mesmo, com o objeto e com o interpretante.

Wartha e Rezende (2011) consideram a situação em que para iniciar o estudo da solubilidade dos sais nitrato de potássio (KNO_3) e sulfato de manganês ($MnSO_4$), os estudantes levam em consideração o gráfico apresentado pelo professor no contexto de uma aula de Química. Os autores argumentam que, nesse momento os alunos têm apenas uma primeira impressão (primeiridade) do que esta representação inicial significa, enquanto um problema a ser estudado. Nesse primeiro contato com o gráfico, os estudantes não têm em mente ao qual fenômeno químico ele se refere, ou seja, os estudantes em contato com o signo, não fazem referência a nada, somente ao traçado registrado, sem fazer qualquer relação com outra propriedade ou representação desse objeto. Em relação à qualificação dos signos consideram que o gráfico informa uma qualidade da situação de estudo; portanto, na relação do signo em si mesmo (significação) trata-se de um quali-signo; na relação com o objeto (objetivação) é um ícone (figura) que apresenta um objeto que ainda será caracterizado; e na relação do signo com o interpretante (o signo que se criou na mente dos alunos) é uma rema, ou mera hipótese. Nesse caso, pode-se afirmar que houve uma compreensão por parte dos alunos apenas em relação ao tema que se pretende estudar, pois as relações de significação, objetivação e interpretação foram estabelecidas.

A partir do contato com o quali-signo icônico (o gráfico), gerou-se um interpretante remático, e com as informações apresentadas no texto que acompanham o gráfico, os estudantes decidem investigar em quais temperaturas as solubilidades dos sais são semelhantes e em quais temperaturas a solubilidade de um é maior que a

solubilidade do outro sal em água. Ou seja, aos associarem o gráfico a um fenômeno existente (sin-signo), numa indicação de causa/efeito (índice) do comportamento dos sais frente a variação de temperatura, na busca de investigar a causa desse comportamento, estabelecendo relações de significação, objetivação e interpretação, vê-se que os estudantes observaram um signo, que representa algo em lugar de outra coisa e, a partir desse signo, se propuseram a estudar o problema. A partir da situação problema (fenômeno da solubilidade) os estudantes identificaram o que iriam investigar e a existência de algo a ser investigado, estabelecendo uma relação diádica entre o estado de “quase” e uma determinação, que corresponde a uma relação de dependência entre dois termos (secundidade).

Para resolver o problema, os estudantes trataram da questão da massa dissolvida de cada sal em diferentes temperaturas e, a partir das informações apresentadas no gráfico, constroem uma tabela relacionando a temperatura com a massa correspondente de cada sal dissolvida em água. Essa construção seria uma primeira tradução das informações realizada pelos estudantes. Adentram a categoria terceiridade pois, para construírem a tabela, os estudantes seguem uma lei (o gráfico apresentado e algumas considerações estabelecidas por eles ou até mesmo a elaboração de uma função matemática que permite fazer generalizações sobre o comportamento das substâncias). Na relação do signo consigo mesmo, a tabela é um legi-signo; na relação do signo com o objeto, é um símbolo, e na relação do signo com o interpretante a tabela é um argumento, pois representa o fenômeno químico da solubilidade dos dois sais em água a diferentes temperaturas. O estudante está no caminho da terceiridade quando seu olhar para o traçado estiver carregado de interpretação, de busca de explicações, de análise e generalizações. A terceiridade permite estabelecer uma relação triádica existente entre o signo, o objeto e o interpretante. Em síntese, o processo de construção do conhecimento químico sobre o fenômeno da solubilidade se inicia com um quali-signo icônico com interpretante remático, abordam na sequência sin-signo indicial com interpretante dicente, para, na dedução da modelo, trabalhar apenas com legi-signos simbólicos, gerando argumentos como interpretantes.

Através do exposto, podemos observar que as pesquisas acima discutidas evidenciam uma variedade de olhares que a semiótica de Peirece proporciona por meio de suas relações triádicas, tanto no que se refere às categorias universais, quanto nas tricotomias por ele descritas. Essa variedade gerada sob o prisma da semiótica é

condizente com a própria noção de abrangência dessa Ciência da linguagem, como discutido no capítulo de referências teóricas.

Diante dessa diversidade, optamos por trabalhar nesta pesquisa com a objetivação (relação do signo com o objeto) por entendermos que ela é a que tem maior proximidade com a tradição que nossa pesquisa se insere, ou seja, a de verificar a capacidade de mediação das representações no plano social da sala de aula, bem como buscar entender como elas promovem significados e de que forma estes são compreendidos. O que não seria possível de ser observado se considerássemos o signo em si mesmo, pois esta relação é cunho ontológico e sua contribuição está voltada para a natureza do signo, sem implicações diretas nos espaços de ensino de química, o que é de nosso interesse, ou na relação do signo com o interpretante, já que esta é apresentada na mente de cada indivíduo de modo particular.

Além do mais, a nossa pesquisa se valeu da possibilidade de aliar dois referenciais distintos: o materialismo dialético (Bakhtin, Vygotsky), presente nas categorias epistêmicas, e o pragmatismo de Peirce. Dessa maneira, como o foco de nossas atenções são as interações que se dão no plano social da sala de aula, a relação que mais se adequa a esse olhar, levando em consideração a atuação do professor na situação de ensino, é a que envolve as categorias de objetivação de Peirce, como discutido em Gois e Giordan (2007).

4 – METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentamos uma discussão sobre a metodologia empregada na pesquisa. Os procedimentos de coleta e análise dos dados foram tomados considerando-se proposta metodológica apresentada em Silva (2008) para caracterização das dinâmicas discursivas de salas de aula de Ciências. No nosso trabalho não adotaremos a dimensão que focaliza os padrões de interação em relação com as diferentes funções do discurso. Nos atentaremos apenas em caracterizar como o conteúdo é trabalhado ao longo das interações – a dimensão epistêmica, focalizando ainda na análise, as representações semióticas propostas por Peirce, no que tange à compreensão das representações na relação signo-objeto, categoria que mais se aproxima da tradição de nossa pesquisa, voltada para o plano social da sala de aula e as relações de mediação presentes nela.

Neste capítulo ainda, retomaremos as questões e os objetivos da pesquisa e discutiremos o processo de seleção e caracterização do professor, sujeito da pesquisa. Por fim, apresentaremos os procedimentos de coleta dos dados em sala de aula, além do tratamento e análise desses dados.

Conforme informamos, esta pesquisa pretende analisar os movimentos de contextualização e descontextualização, por entre as dimensões empírica e abstrata do conhecimento químico, no discurso de um professor em uma sala de aula do nível médio, verificando as relações de tais movimentos com o uso de representações semióticas e as características dessas representações. Tendo-se em vista as categorias analíticas que discutimos no capítulo 2, configuram-se como objetivos específicos da pesquisa:

- Identificar os níveis de referencialidade utilizados pelo professor.
- Identificar os níveis de modelagem – mundo dos objetos e eventos e mundo das teorias e dos modelos – utilizados pelo professor.
- Identificar as operações epistêmicas utilizadas pelo professor
- Caracterizar as representações semióticas utilizadas pelo professor considerando a relação dos signos com os seus objetos.
- Relacionar as representações semióticas com os níveis de referencialidade, modelagem e operações epistêmicas empregadas.

- Caracterizar o ritmo com que o professor utiliza as diferentes representações semióticas em relação às categorias epistêmicas empregadas.
- Identificar que representações e dimensões do conhecimento químico prevalecem na abordagem do conteúdo considerado.
- Discutir possíveis contribuições da prática do professor para o processo de aprendizagem.

Com a finalidade de alcançar esses objetivos, lançamos mão de um estudo de caso, e como método de coleta de dados a serem analisados e discutidos nessa pesquisa, adotamos a gravação em vídeo, anotações de campo e diálogos informais com o professor. Levamos em conta ainda, dados de uma entrevista semiestruturada com o professor, realizada por uma colega do grupo de pesquisa, que também teve tal professor como sujeito de sua dissertação de mestrado, ainda em andamento. Nesse aspecto, as gravações em vídeo se configuraram como sendo o principal recurso para possibilitar uma análise das categorias epistêmicas e as consequentes representações semióticas adotadas pelo professor no transcorrer das aulas.

4.1 – O professor, a escola e a turma: o contexto da pesquisa

Quando decidimos realizar uma pesquisa científica, tínhamos em mente dar um retorno à comunidade na qual estamos inseridos. Formamo-nos no Campus Universitário Professor Alberto Carvalho, localizado na cidade de Itabaiana, agreste de Sergipe, cidade vizinha e que faz parte da mesma região de São Domingos, cidade onde moramos e lecionamos. O referido campus faz parte do projeto de expansão da Universidade Federal de Sergipe, que oferece sete cursos superiores de licenciatura (Química, Física, Matemática, Português, Pedagogia, Geografia e Biologia) e três de bacharelado (Administração, Ciências Contábeis e Sistemas de Informação). Tal campus foi fundado apenas há oito anos, sendo portanto recente, se comparado ao de São Cristóvão, primeiro campus da UFS, fundado no início da década de 80, anos depois da implantação da própria universidade que, até então, funcionava com faculdades em distintos locais da cidade.

Nesse contexto, tendo em vista que a maioria das pesquisas na área de educação, desenvolvidas pela Universidade Federal de Sergipe, por muito tempo se voltaram à capital do estado, resolvemos construir o nosso objeto de estudo considerando outra

realidade cultural e educacional que, apesar de poder apresentar, em vários aspectos, semelhanças com a realidade da capital, certamente merece obter alguma visibilidade no campo da pesquisa, haja vista que se trata de uma região ainda pouco pesquisada e compreendida também em suas especificidades. Nossa pesquisa visa, portanto, contribuir também para a compreensão da realidade educacional do interior do estado, em particular da região agreste.

Para seleção do professor de Química, sujeito de nossa pesquisa, recorreremos à cidade de Campo de Brito, localidade do Colégio Estadual Roque José de Souza, situado no centro da cidade e tido como referência na região. Atualmente, a unidade de ensino oferece os níveis fundamental maior e médio, nos três turnos, atendendo a uma clientela de aproximadamente 700 alunos, residentes das zonas urbana e rural do município.

O professor selecionado é bem conceituado em toda região agreste de Sergipe. Para manter o anonimato, referiremos a ele pelas letras ECC. Ele possui em sua formação inicial duas graduações: Licenciatura em Química e Bacharelado em Farmácia, ambas cursadas na Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão. É um professor com experiência considerável, são vinte anos de atuação na Educação Básica. Um dado que nos chamou atenção foi à quantidade de escolas em que ele leciona, somando um total de cinco, entre públicas (caso do Colégio Estadual Roque José de Souza, escola onde aconteceu a nossa pesquisa) e particulares. De uma delas, ele é sócio-proprietário.

Quanto a sua formação continuada, o professor afirma ter participado de um grupo de estudos de educação em Química, do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão. Todavia, no momento da entrevista, não participava de nenhum curso que contemplasse a formação continuada de professores em exercício. Isto foi justificado por ele, considerando sua pouca disponibilidade de tempo, devido à excessiva carga horária de trabalho.

Eu estava em um grupo lá da universidade. A escola de verão em Química com Djalma. Só que eu saí. Por que a gente trabalha demais. Mas já participei. Mas no momento não. (ECC, em entrevista realizada em 04/13, por Crislaine Barreto de Gois)

Quando questionado sobre o planejamento de suas aulas, o professor informou fazer renovação de seus planos de aula anualmente. Por conta da mudança do critério de seleção das universidades, as quais passaram em grande parte, a considerar o

desempenho dos alunos no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM para ingresso. Atualmente o professor utiliza como base para o planejamento de suas aulas um material de apoio específico para tal exame.

Em relação à estrutura física da escola selecionada, o professor informou que esta não possui material e nem estrutura para um laboratório de Ciências. É perceptível que ele tem como parâmetro para elaboração de seus planos de ensino, o ingresso dos alunos em universidades, considerando os conteúdos contemplados nos respectivos exames.

Embora a escola não possua laboratório de Ciências para realização de atividades práticas envolvendo experimento, o professor acredita na possibilidade de desenvolvimento de tais atividades e afirmou fazer o uso das mesmas em suas aulas, com uma frequência de uma atividade por unidade didática. Sendo esta aplicada depois da exposição do conteúdo e antes da avaliação, fato que não foi confirmado no decorrer de nossa pesquisa.

Sim. Eu faço aqui sempre. Trago material que pode ser substituído por uma vidraria qualquer e a gente faz. A gente sempre tá fazendo experimentos. Uma vez por prova. Eu dou o conteúdo, aí geralmente eu paro uma aula pra fazer um experimento relativo ao assunto e em seguida aplico a prova. (ECC, em entrevista realizada em 04/13, por Crislaine Barreto de Gois)

O professor considera importante o uso de atividades práticas envolvendo experimentos nas aulas de química, ressaltando o caráter motivador que tal atividade proporciona aos alunos, pois o comportamento destes durante o desenvolvimento da atividade é de grande engajamento. O professor resalta também que, apesar de ser possível o desenvolvimento destas atividades mesmo que a escola não possua laboratório, a presença de uma estrutura adequada seria o ideal.

Eles gostam muito de experiências. Mas é bem interessante. É uma pena que não tem como. É improvisado e não é ideal. O ideal seria um laboratório. Se pudesse substituir só por experimentos a aula seria outra. Por que eles se empolgam mesmo. (ECC, em entrevista realizada em 04/13, por Crislaine Barreto de Gois)

É relevante observar que, a opção por realizar experimentos após o desenvolvimento dos conteúdos é indicativo de que o professor aborda a experimentação como forma de comprovar as teorias e não como forma de possibilitar a construção de conceitos. Tal abordagem, como largamente discutido na literatura da

área, compromete também a percepção dos alunos acerca da natureza da Ciência e dos saberes científicos.

O livro didático adotado na escola foi “Química”, da autoria de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado. Questionado sobre o uso do livro didático, o professor afirma utiliza-lo com bastante frequência e ressalta ser um livro muito bom e que aborda a relação com o cotidiano. Afirma também que é um livro que traz os experimentos sempre antes dos conteúdos e de forma bem articulada. Embora o professor exalte a qualidade do livro adotado na escola, ele não fez uso do material didático mencionado no desenvolvimento da sequência de aulas investigadas. No período em que permanecemos na escola, ele fez utilização do livro na situação de resolução de alguns exercícios presentes nele, na finalização do conteúdo “Soluções”.

A sequência de aulas tomada para análise da unidade temática “Propriedades Coligativas das Soluções” compôs-se de 4 aulas, geminadas duas a duas, em que o professor abordou inicialmente as propriedades físicas dos materiais (pressão de vapor, temperatura de ebulição, volatilidade e força de ligação), em seguida as propriedades coligativas propriamente ditas (tonoscopia, ebulioscopia). Tais aulas foram ministradas em uma turma de 2ª ano médio do turno vespertino. A turma escolhida para esta pesquisa foi sugerida pelo próprio professor, pois segundo ele, era uma turma boa, fácil de se trabalhar, porque os alunos são disciplinados. Todas as aulas foram realizadas em sala de aula regular, com exposição dos conteúdos, seguindo uma linha metodológica mais próxima da tradicional. Essas aulas eram ministradas nas segundas-feiras, duas aulas por semana, de 13:00 às 14:40, em que cada aula compreendia um tempo de 50 minutos. No entanto, observamos que nem todo tempo destinado para a realização das aulas foi utilizado na íntegra para o desenvolvimento dos conteúdos, como mostrado na análise quantitativa.

4.2 – Os procedimentos de coleta e o tratamento dos dados

Nessa pesquisa, o método utilizado para a coleta de dados se valeu da gravação em vídeo, através de uma câmera digital. Para tal, introduzimo-nos com a câmera de vídeo na sala de aula com duas semanas de antecedência. Esse procedimento de antecipação teve como objetivo básico fazer com que o professor e os alunos se adaptassem às presenças do pesquisador e do aparato de filmagem, propiciando um ambiente de pesquisa mais próximo possível da naturalidade comum dos dias normais de aula. Além disso, tal antecedência nos possibilitou fazer os ajustes necessários na

câmera, verificando a qualidade de vídeo e de áudio, bem como o posicionamento mais adequado na configuração da sala para que tivéssemos uma melhor visão das ações do professor, sujeito de nossa pesquisa. Nesse sentido, para compreender as ações do professor no gerenciamento da sequência temática houve a observação das aulas e análise destas por meio dos dados coletados em vídeo.

Após a realização da filmagem, os dados registrados na câmera foram transferidos para o computador e então, gravados em *pen drives* e por segurança, na unidade D do disco rígido do próprio computador. Isso se fez necessário devido à metodologia que empregaremos envolver o uso de um software desenvolvido pelo IPN-Kiel, o Videograph®, sendo que este fora instalado previamente no PC. Tal software possibilita a realização da categorização sobre o próprio vídeo em tela, como será melhor discutido posteriormente. Nesse aspecto, tivemos para cada dia de aula filmada, portanto, um arquivo gerado, que corresponde logicamente à captura feita pela câmera.

A nossa escolha pela utilização do Videograph® reside no fato de ele permitir ao pesquisador que a tarefa de categorização seja feita diretamente sobre a imagem em vídeo das aulas. Nesse sentido, a utilização desse *software* possibilita uma análise da atuação do professor de forma abrangente ao considerar suas ações em cunho verbal e gestual. Desse modo, segundo Silva (2008) é evidenciada a superação de uma limitação apresentada pelas análises que se baseiam no discurso puramente transcrito que, por mais modernas que sejam, a perda de elementos do discurso não verbal é inevitável. Além disso, a categorização utilizando o Videograph® permite gerar os totais de tempo correspondentes às categorias do sistema analítico proposto, os quais foram considerados tanto para a sequência de aulas, como para cada aula dessa sequência individualmente. A partir de uma análise inicial feita no Videograph®, por exemplo, desenvolvemos uma caracterização de forma panorâmica dos tipos de discursos empregados, visando a uma identificação do conteúdo científico, sendo que é com base nele que trabalharemos para que possamos ter uma compreensão mais ampla e detalhada dos aspectos epistêmicos e das representações semióticas utilizados em sala de aula.

Sendo assim, o Videograph® merece grande destaque, uma vez que esse software possibilita que apareçam na tela do computador vários elementos representativos da análise de forma concomitante: o registro audiovisual da aula, as categorias informadas pelo pesquisador e uma linha do tempo. Por meio dele, à medida que a aula gravada avança na tela do computador, o pesquisador seleciona a categoria

que ele considera correspondente àquele momento da aula e o tempo equivalente a tal categoria vai sendo registrado. Quando uma nova categoria é identificada, esta é selecionada e passa a ser registrada no lugar da anterior. Além disso, o programa registra os tempos relacionados aos diferentes segmentos em que cada categoria foi empregada ao longo da aula. Esses dados de tempo foram então transportados para o programa Excel e, utilizando as fórmulas adequadas, foi possível somar, para cada categoria, os tempos correspondentes aos diferentes segmentos em que ela apareceu durante a aula, para que no final tivéssemos o seu tempo total relativo a cada categoria nessa aula. A partir desses tempos absolutos, foi possível obter os percentuais de tempo de cada categoria para cada aula em particular e somando-os, obtivemos também para a sequência de aulas no geral e assim, para melhorar a visualização desses valores percentuais, a posterior confecção dos gráficos.

Nesse momento, passamos a discutir cada etapa pela qual as categorias foram aplicadas na análise das aulas por meio do Videograph®. Nesta pesquisa, consideraremos como proposta metodológica a análise do tipo do conteúdo do discurso, além das categorias epistêmicas e semióticas subjacentes ao conteúdo científico.

Na primeira etapa de trabalho com todos os vídeos de cada aula, foram codificados os tipos de conteúdo do discurso, os quais foram caracterizados na seção de referencial teórico das categorias epistêmicas. As categorias desse conjunto, que podem ser determinadas de modo direto e objetivo, sem ser necessária muita reflexão para tal, foram codificadas em primeiro lugar. Outro aspecto de interesse é que a codificação das demais categorias dependeria da identificação do tipo discurso característico em cada parte das aulas. Como o foco das atenções em nossa análise estariam centradas no discurso do professor relacionado ao conteúdo científico, tornou-se fundamental codificar os tipos de discurso antes de prosseguir com a análise das demais categorias analíticas propostas, pois não seriam analisados os segmentos das aulas que envolvessem discursos de conteúdo escrito, puramente de gestão e manejo de classe, de agenda ou de outros aspectos observados na realização de tarefas da Ciência escolar, como por exemplo, a interferência da coordenadora na aula para avisos. Nesse sentido, o tipo de discurso foi a única categoria considerada para a aula em toda sua extensão, diferente das demais, que foram aplicadas apenas para os segmentos em que se estabeleceu um discurso de conteúdo científico.

Nessa etapa de categorização, à medida que íamos identificando os tipos de conteúdo do discurso e determinando as linhas de tempo referentes a cada um deles,

elaborávamos um esboço inicial dos mapas de episódio. A ideia de episódio, apresentada por Mortimer et al (2007), é uma adaptação da definição de evento na tradição da etnografia interacional. Esses autores destacam que:

[...] um episódio é definido como um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, que tem um início e um fim claros e que pode ser facilmente discernido dos eventos precedente e subsequente. Normalmente, esse conjunto distinto é também caracterizado por uma função específica no fluxo do discurso. (MORTIMER et al, 2005, p. 03).

Para a delimitação das fronteiras dos episódios, conforme Mortimer et al. (2007), além do conteúdo abordado, foram adotadas as pistas contextuais verbais e não verbais, as quais incluem mudanças relacionadas à orientação dos participantes (no nosso caso, o professor), proxêmicas, ou aos gestos e movimentos corporais, de entonação, de ênfase, de tópico ou tema etc.. Todavia, ainda em conformidade com esses autores, é importante atentar-se para o fato de que um episódio é definido por uma série de características que incluem: o conteúdo abordado, a fase da atividade, as ações dos participantes, as formas como os participantes se posicionam no espaço físico e as formas pelas quais os participantes interagem entre si e com os recursos materiais utilizados; e não apenas pelas pistas contextuais que delimitam suas fronteiras. Nesse trabalho, como forma de segmentação do conteúdo científico em episódios, em especial, foi considerado de forma proeminente um grupo de ideias referentes a um mesmo tema conceitual. Desse modo, o nosso mapa é identificado pela data e pelo tema geral da aula. Ele é constituído de: número do episódio, tema do episódio e tempos final e inicial (O mapa de episódios referente à primeira parte da sequência de aulas pesquisada se encontra no Apêndice A).

Essa segmentação da aula em episódios tem como propósito básico identificar, dentro da sequência de aulas, os discursos de caráter científico e possibilitar a posterior caracterização da dimensão epistêmica relacionada à forma como o conteúdo foi sendo trabalhado ao longo da sequência. Nesse sentido, evidenciamos a dinâmica do movimento epistêmico adotado pelo professor em sala de aula e o tipo de representação semiótica relacionado a ele, possibilitando uma visão mais ampla do contexto estudado. Além disso, o mapeamento se configurou como a primeira aproximação global dos dados e permitiu perceber como o tempo foi administrado na distribuição dos tipos de discurso e dos conceitos referentes ao conteúdo científico do tema químico em estudo.

Mortimer et al explicam que:

“Ao mapear os dados em episódios, trabalhamos com um conjunto de unidades de análise, que são determinadas considerando tanto a perspectiva dos participantes quanto o fato de que o ensino é uma prática social e institucional com uma série de regras sobre como gerenciar a sala de aula e de como administrar o tempo e dividi-lo em sequências de ensino, aulas, atividades e fases de atividade. Esse contexto institucional determina como o tempo é segmentado e utilizado na prática escolar e, dessa forma, define algumas unidades de análise. Normalmente, essas unidades são previstas pela professora em seu planejamento. Quando essas unidades predeterminadas são colocadas em prática, elas dão origem àquilo que chamamos de episódios da vida de sala de aula.” (MORTIMER et al, pg. 60-61, 2007).

Os mapas de episódios se mostraram como uma ferramenta potencial em contextualizar as ações e o discurso produzidos em sala de aula. Eles representam de que maneira se deram as interações entre os alunos e o professor, indicando o tempo gasto em diferentes atividades e possibilitam que se compreenda de uma forma mais panorâmica a dinâmica das aulas. Além do mais, o mapeamento das aulas, com a segmentação destas em episódios, nos garantiu uma primeira aproximação dos dados analíticos, e isso favoreceu uma visão geral sobre como os episódios que compõem cada sequência de aulas se organizavam temporalmente. Assim, por meio dos mapas, é possível identificar no contexto mais geral da sequência de aulas cada episódio e de que maneira eles se relacionam entre si.

Após a codificação do primeiro conjunto de categorias, realizados na primeira etapa de análise com a utilização do Videograph®, procedemos a uma segunda etapa de análise, onde os episódios que se destinavam ao discurso de conteúdo científico foram decompostos em unidades menores, as sequências discursivas. Elas podem ajudar a verificar como as ideias mais simples se conectam, formando as ideias mais gerais, as quais caracterizam os episódios. Além do mais, a segmentação dos episódios em sequências discursivas nos dará uma noção de que maneira o conteúdo científico foi sendo articulado ao longo da aula. Esse mecanismo foi necessário, antecedendo a segmentação em segmentos epistêmicos (próxima etapa de trabalho), haja vista que estes não apresentam, na maioria das vezes, uma ideia clara do ponto de vista de ter um sentido completo, o que não acontece se considerarmos as sequências discursivas. Cabe compreender que cada sequência discursiva está associada a um tema ou enunciado característico, assim como os episódios, os quais produzem os enunciados correspondentes. Nesse sentido, os mapas de sequências discursivas elaborados nesse momento apresentam 4 colunas que contemplam respectivamente: o número e o tema do episódio, o número de cada sequência discursiva relacionada ao respectivo episódio,

os tempos inicial e final e o tema de cada sequência discursiva (O mapa de sequências discursivas referente à primeira parte da sequência de aulas pesquisada, se encontra no Apêndice B).

Nessa etapa de codificação é muito comum que as delimitações consideradas para os episódios sejam reajustadas, uma vez que as sequências apresentam claros acabamentos temáticos e portanto, deem nova forma aqueles estabelecidos anteriormente. Nesse caso, uma vez definidas as sequências, os episódios não devem avançar em suas delimitações estabelecidas. Nesse sentido, essa etapa de segmentação tem como potencial recursivo tornar, além de tudo, a estruturação dos episódios mais nítida e rebuscada. É nessa perspectiva que se ancora a informação de que os mapas de episódios confeccionados na etapa anterior são apenas esboçados.

Sendo assim, sabemos que considerar as sequências discursivas como etapa de codificação torna mais visível para o pesquisador como o professor articula o conteúdo, de modo a produzir o enunciado pretendido ao final de uma determinada sequência temática e, ainda, verificar o ritmo com que ele emprega as categorias epistêmicas e semióticas dentro de uma mesma sequência, observando se há ou não uma regularidade. Isso ajuda a perceber como o movimento epistêmico é articulado e como as representações semióticas são inseridas pelo professor ao longo de uma aula, na passagem de uma sequência a outra dentro de um mesmo episódio, ou de um episódio a outro. A visualização desse movimento nos permite verificar como o conhecimento científico é articulado pelo professor, até alcançar uma forma mais acabada, ao final de uma sequência discursiva ou episódio.

Na última etapa de categorização, as aulas foram assistidas novamente e nela foram elaborados os mapas referentes às categorias epistêmicas e semióticas, de forma bastante minuciosa e criteriosa, atentando-se para as delimitações entre uma e outra. Esses mapas registram de que maneira ocorre a variação das categorias epistêmicas e semióticas ao longo da aula e eles são resultado da fragmentação das sequências discursivas em segmentos menores, os quais indicam como as categorias epistêmicas e semióticas variam em seu interior. Esses segmentos menores são chamados de segmentos epistêmicos. As categorias que compõem esse conjunto aqui denominado de categorias epistêmicas e categoria de representação semiótica devem ser aplicadas ao mesmo tempo na análise das aulas devido ao interesse de saber como estas se relacionam. É relevante salientar que da mesma forma que existem episódios que se configuram eles mesmos numa única sequência discursiva, existem também as

sequências discursivas que não se dividem nos chamados segmentos epistêmicos. Tais sequências apresentam no seu interior apenas uma operação epistêmica, um nível de referencialidade, uma categoria do conjunto modelagem e uma representação semiótica, pois a variação de uma categoria de um desses conjuntos originaria um segmento epistêmico diferente.

O mapa de segmentos epistêmicos e representações semióticas constitui-se de 9 colunas, as quais apresentam respectivamente: o número do episódio; o tema do episódio; tema do segmento epistêmico no interior de cada sequência; os tempos inicial e final de cada segmento; as operações epistêmicas; os níveis de referencialidade; a modelagem; as representações semióticas e os comentários contextuais (o mapa de segmentos epistêmicos referentes a sequência de aulas pesquisada, se encontra no Apêndice C).

No entanto, é pertinente salientar que um aspecto que dificulta a codificação com as operações epistêmicas, por meio do Videograph®, corresponde ao empacotamento ou sobreposição entre tais categorias, ou seja, as categorias de maior abrangência acabam por envolver outras mais restritas. O Videograph®, por sua vez, apresenta a limitação de codificar apenas uma categoria por vez.

Um exemplo dessa sobreposição, como discutido em Silva (2008) pode ser percebido na categoria generalização, a qual compreende explicações e descrições. Toda vez que entendíamos que um segmento envolvia generalizações, ao se tratar de uma classe de referentes ou um referente abstrato, ele era codificado como generalização, embora fossem perceptíveis as descrições e explicações que o compunham. Quando descrições e explicações ganhavam certa independência do movimento epistêmico, passavam a ser categorizadas como tal.

De acordo com os critérios adotados, as descrições e explicações sempre correspondiam a um referente específico, enquanto que as generalizações sempre correspondiam a uma classe de referentes ou referente abstrato. Portanto, se o professor descrevia ou explicava algo que não se referia a um fenômeno específico, mas a uma classe de fenômenos ou um princípio geral da Química, o seu discurso era codificado como generalização. Esses procedimentos se mostraram bastante proveitosos considerando as aulas que analisamos. Todavia, não podemos afirmar que ele pode ser adequado para qualquer situação. Portanto, lidar com as categorias epistêmicas, considerando-se uma variedade de aulas com diferentes movimentos discursivos, é algo

que merece uma reflexão mais cuidadosa que a codificação com as demais categorias do sistema.

5 – ANÁLISE QUANTITATIVA

Neste capítulo, apresentaremos uma análise panorâmica quantitativa das categorias epistêmicas adotadas pelo professor na abordagem do conteúdo científico na sala de aula regular, bem como do uso sistemático de representações semióticas, considerando para isso a sequência de aulas selecionada da unidade temática “Propriedades Coligativas das Soluções”. Neste trabalho, essa sequência compreende basicamente os seguintes temas: propriedades físico-químicas dos materiais (pressão de vapor, temperatura de ebulição, força de ligação etc.) e propriedades coligativas das soluções em si (tonometria e ebulliometria). Essa análise, como já discutimos, será dirigida pelos dados obtidos pela aplicação do sistema de categorias, por meio do software Videograph®, aos registros em vídeo das aulas. A utilização desse software possibilitou a obtenção dos percentuais de tempo de cada categoria analisada, os quais indicam o peso de cada uma delas na sequência de aulas investigada. Nesse sentido, considerando-se as aulas da sequência que delimitamos, podemos verificar em que proporção de tempo cada categoria foi empregada pelo professor nessa abordagem conceitual.

Além dos percentuais de tempo e tempos absolutos correspondentes a cada categoria para a sequência de aulas como um todo, consideraremos também os respectivos valores para cada aula em particular, nos valendo da ferramenta gráfica para melhor visualizá-los. Esses dados quantitativos, referentes à sequência e a cada aula em particular, aliados a uma descrição de aspectos fundamentais dessas aulas, nos permitem uma boa visibilidade da sequência investigada, constituindo-se numa análise mais geral da dinâmica discursiva da sala de aula.

O quadro 3 abaixo resume os valores absolutos e percentuais de tempo gasto na sequência de aulas consideradas na análise, dentro cada categoria adotada.

Quadro 3 - Tempos absolutos e percentuais de tempo de cada categoria para a sequência de aulas

Categorias		Tempo (H:MM:S)	% de Tempo
Tipo de conteúdo do discurso	De Conteúdo	0:16:38	24,22%
	De Conteúdo Escrito	0:46:42	68,01%
	De Agenda	0:01:26	2,09%
	De Gestão e Manejo	0:00:25	0,61%
	Outros	0:03:29	5,07%
	Total	1:08:40	100,00%
Modelagem	Mundo das teorias e dos modelos	0:05:01	30,16%
	Mundo dos objetos e eventos	0:09:18	55,91%
	Relação entre os dois mundos	0:02:19	13,93%
	Total	0:16:38	100,00%
Níveis de Referencialidade	Referente específico	0:10:41	64,23%
	Classe de referentes	0:05:28	32,87%
	Referente abstrato	0:00:29	2,91%
	Total	0:16:38	100,00%
Operações epistêmicas	Descrição	0:06:51	41,18%
	Explicação	0:03:50	23,05%
	Generalização	0:05:57	35,77%
	Total	0:16:38	100,00%
Representações semióticas	Símbolo/Ícone	0:01:51	11,12%
	Símbolo/Índice	0:00:48	4,81%
	Símbolo apenas	0:10:40	64,13%
	Símbolo/ícone/índice	0:03:19	19,94%
	Total	0:16:38	100,00%

Do quadro 3 acima, observa-se que do tempo total destinado ao desenvolvimento das aulas (3h 20min), apenas 1h 8min 40s foram usados para tal. Isso se deu devido a fatores como atraso, entendimento do professor que para aquele dia os conteúdos bastavam e por fim, a uma falha técnica da filmagem, pela qual não conseguimos registrar a explanação dos tópicos finais da sequência: crioscopia e osmometria.

Antes de nos aprofundarmos na análise, é importante que chamemos, nesse momento, atenção para alguns detalhes referentes aos percentuais que serão apresentados, considerando-se os procedimentos metodológicos que empregamos e que foram discutidos mais detalhadamente no capítulo anterior. Como poderemos verificar

nos resultados quantitativos ao longo do capítulo, o conjunto da categoria conteúdo do discurso apresenta tempos totais maiores que os dos demais conjuntos. Isso acontece porque tal categoria foi aplicada à aula completa. Enquanto as categorias referentes ao conteúdo do discurso apresentam tempo total de 01h 08min 40s as demais categorias destinadas às representações semióticas e aos aspectos epistêmicos como modelagem, por exemplo, apresentam tempo de 16min 18s, sendo consideradas, desse modo, apenas para os momentos em que os conteúdos científicos foram abordados.

Sendo assim, é importante ressaltar que o tempo total correspondente aos demais conjuntos de categorias (desconsiderando-se o conteúdo do discurso) considera apenas os momentos em que o professor trabalhou os conteúdos científicos com a classe. Partindo do pressuposto que em nossa análise o foco está nas ações do professor na condução dos conteúdos científicos.

Vamos iniciar a nossa discussão com os dados gerais pelo conjunto de categorias que é aplicável a toda a aula: o tipo de conteúdo do discurso. Considerando a sequência como um todo, com duração de 1h 8min 40s, conforme apresentado no Quadro 3, verificamos que a maior parte da aula foi direcionada ao discurso de conteúdo escrito, com um tempo de 46min 42s, 68,01% do tempo total. Em seguida, com um percentual de 24,22%, tempo bruto de 16 min 18 s, o discurso de conteúdo científico. As demais categorias: agenda, gestão e outros, apresentaram respectivamente, 2,09%, 0,61% e 5,07%, que somados, totalizarem menos de 8% do tempo total da aula. Dessa forma, evidencia-se que a maior parte da aula foi destinada ao conteúdo científico, de fato, seja de forma escrita ou oral. No entanto, observa-se nesse aspecto, o uso de um percentual de tempo muito grande escrevendo o conteúdo na lousa. Nesse sentido, é importante ressaltar que esse tempo destinado ao conteúdo escrito está associado ao tempo que o professor levou para copiar o conteúdo no quadro, como também para esperar que todos os alunos concluíssem a transcrição desse conteúdo no caderno. Outro aspecto relevante é que menos de 1% do tempo foi gasto com gestão e manejo de classe. A Figura 4 nos ajudará na visualização desses resultados.

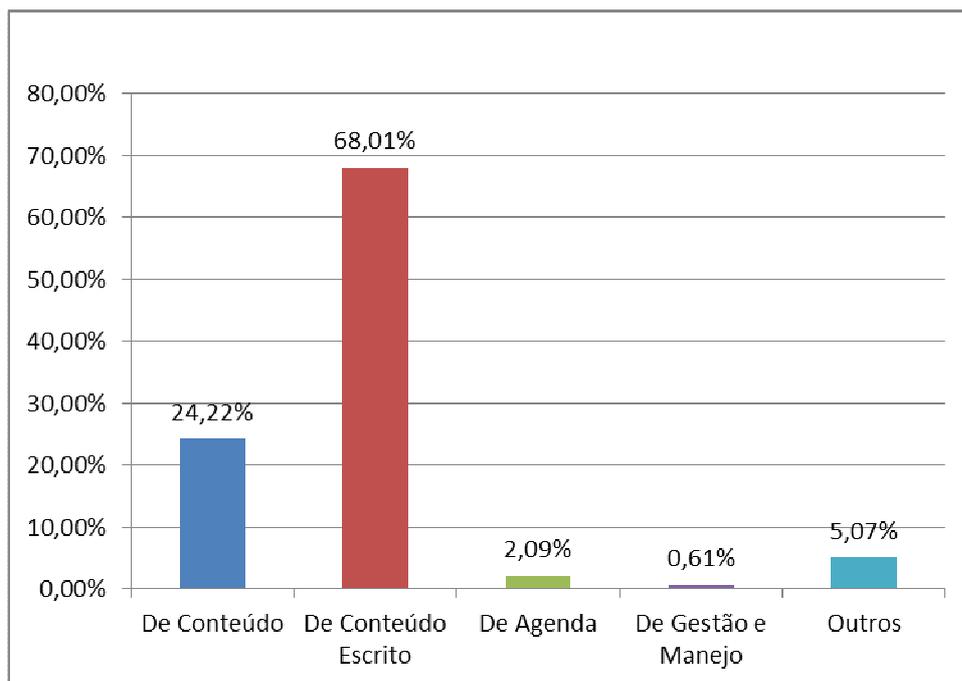


Figura 4: Tempos percentuais da categoria de “Tipo de Conteúdo do Discurso” na sequência de aulas.

Passamos a discutir nesse momento as categorias epistêmicas. Como afirmamos anteriormente, a análise de como essas categorias são desencadeadas no decorrer da aula nos informa como o conhecimento é trabalhado ao longo dela, indicando os movimentos de contextualização, descontextualização e recontextualização articulados pelo professor, numa proposta articulada de construção de enunciados e consequentemente de conhecimento científico.

Nesse sentido, tomaremos como parâmetro o tempo total da sequência relativa ao discurso de conteúdo científico e as categorias subjacentes a ele. Discutiremos inicialmente as categorias de modelagem, seguidas pelas categorias níveis de referencialidade e operações epistêmicas. Por fim, discutiremos as categorias referentes às representações semióticas peirceanas na relação signo-objeto. Para estas, ao consideraremos a linguagem verbal, oral ou escrita como de caráter semiótico simbólico, na relação signo-objeto. Entendemos que essa relação faz parte de todo o tempo destinado ao conteúdo científico e, nesse sentido, essa categoria sobrepõe às demais categorias.

Com relação à categoria epistêmica modelagem, observamos que o discurso do professor se centrou de forma mais ampla no mundo dos objetos e eventos, com um percentual de 55,91%. Esse percentual foi seguido por 30,16%, relacionado ao mundo das teorias e dos modelos. Por fim, o professor relacionou os dois mundos usando um

percentual de tempo de 13,93%. Dessa maneira, fica nítida a intenção do professor de desenvolver a estória científica em um mundo observável pelos alunos (mundo dos objetos e dos eventos), contextualizando o conteúdo científico e dando sustentação teórica a dimensão empírica do conhecimento. Na Figura 5, esses percentuais são apresentados.

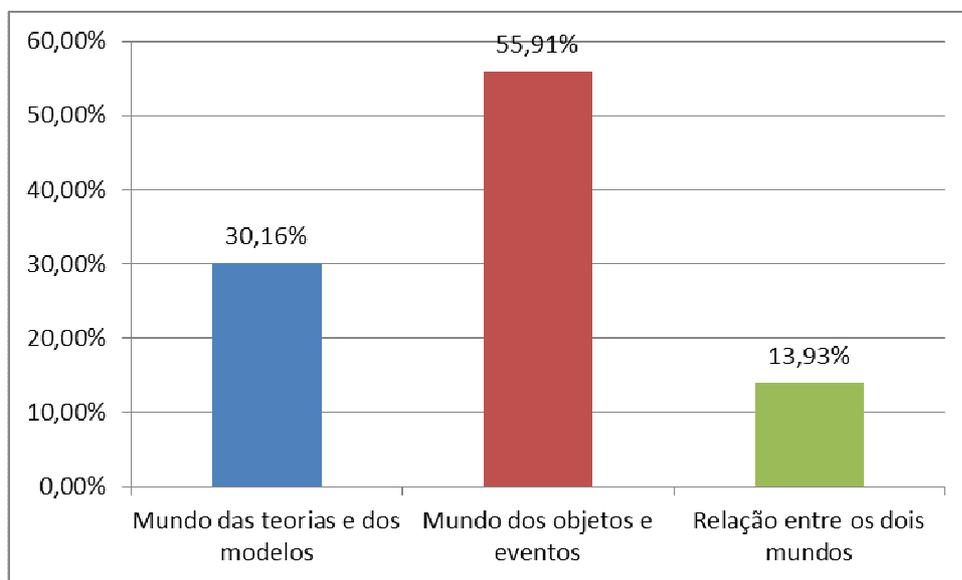


Figura 5: Tempos percentuais da categoria “Modelagem” na sequência de aulas.

Considerando agora a categoria níveis de referencialidade, a modalidade que mais se destacou foi o referente específico. Esta apresentou um percentual de 64,23%, do tempo total. A categoria classe de referentes ocupou um tempo de 32,87%, seguida pelo referente abstrato, que assume um percentual bem inferior aos demais, totalizando 2,91%. Nessa perspectiva, percebe-se que o professor se valeu na maior parte do tempo para desenvolver o conteúdo científico valorizando casos particulares. Esse dado é bastante considerável na sequência analisada, haja vista que ele reflete, sobretudo, que o professor se preocupou em adotar uma posição de contextualização do conteúdo científico, explorando em aula a observação e aplicação do conceito na análise de fenômenos específicos, ou seja, aplica o conceito a casos particulares, possíveis de observação dos alunos.

Na análise qualitativa, por meio da análise do mapa de segmentos epistêmicos, será possível inferir se essa contextualização se configurará como mecanismo potencial para que aluno alcance o enunciado pretendido, levando-se em consideração o movimento de contextualização/descontextualização adotado pelo professor dentro da sequência discursiva. Fica evidente ainda, a pouca utilização do referente abstrato pelo

professor, ou seja, ele utiliza uma maior parte do tempo na aplicação de tais referentes na análise de fenômenos específicos, reservando menor tempo para a estrita apresentação do referente. Veja na figura 6 abaixo:

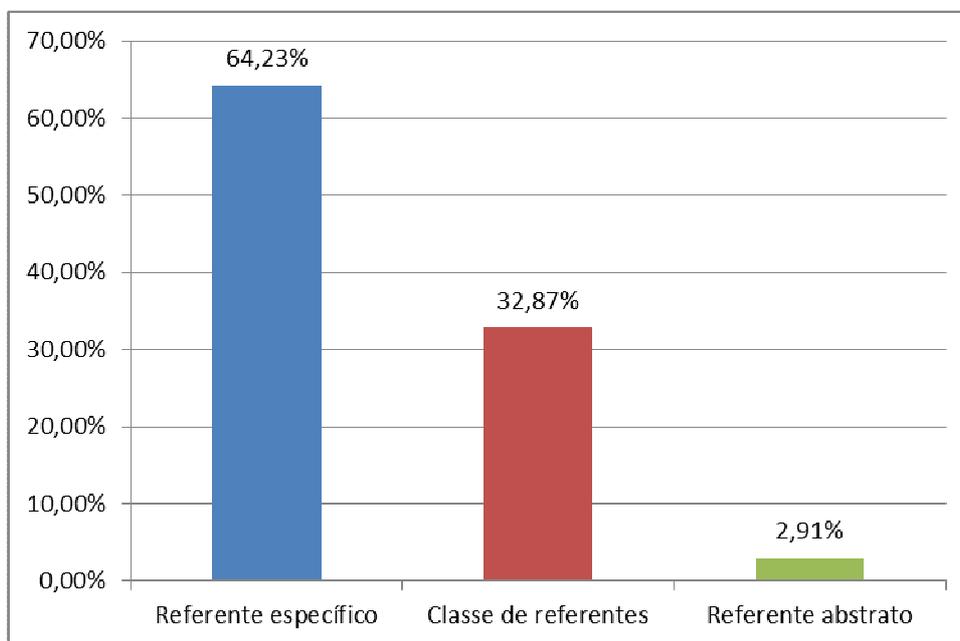


Figura 6: Tempos percentuais da categoria “Níveis de referencialidade” na sequência de aulas.

Tratando agora da última categoria epistêmica de nossa análise para a sequência de aula, observamos que, com relação às operações epistêmicas, a modalidade que apresenta um percentual maior do tempo total do conteúdo científico desenrolado na sequência é a descrição, com 41,18%. Com um percentual próximo a este, a generalização aparece com 35,77% e por fim, a explicação, com 23,05%. Esta última foi a operação que demandou um menor percentual de tempo, como mostrado na figura 7. Tais percentuais são compatíveis com aqueles relativos às categorias do conjunto níveis de referencialidade. Com base nesses percentuais, observamos uma preocupação eminente em se descrever os fenômenos químicos, o que é compatível com o maior percentual para o referente específico, haja vista que a descrição está associada a este tipo de modalidade quando se trata do nível de referencialidade.

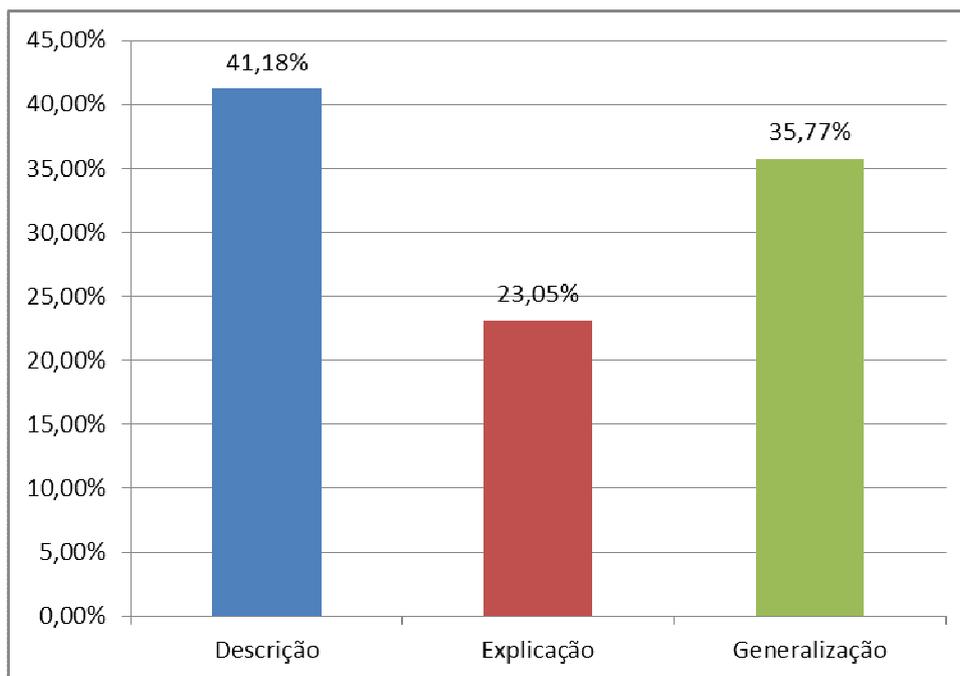


Figura 7: Tempos percentuais da categoria “Operações Epistêmicas” na sequência de aulas.

Considerando a categoria relativa às representações semióticas, mais de perto à que relaciona signo e objeto e atentando para as considerações de análise, comentadas no início do capítulo, observamos de maneira geral, que a categoria que prevaleceu com o maior percentual foi a que trata as representações de forma simbólica apenas. Esse valor foi equivalente a 64,13%. Com 19,94%, a categoria que relaciona os três tipos de signo (ícone, índice e símbolo) concomitantemente aparece como a segunda mais adotada. Apresentando um valor percentual de 11,12%, tem-se a categoria que apresenta o signo icônico paralelo com o simbólico. Por fim, a categoria que relaciona o índice com o símbolo, equivaleu a apenas 4,81% do conteúdo científico. Observando os percentuais descritos, verificamos que embora a representação simbólica individualizada seja a mais adotada, justamente pelo fato de a comunicação oral ser assim caracterizada, notamos que em um pouco mais de 35% do percentual, o professor adotou os signos icônicos e indicias, seja associado cada um individualmente ao símbolo, seja relacionando os três coletivamente. A figura 8 abaixo nos auxilia na visualização desses percentuais.

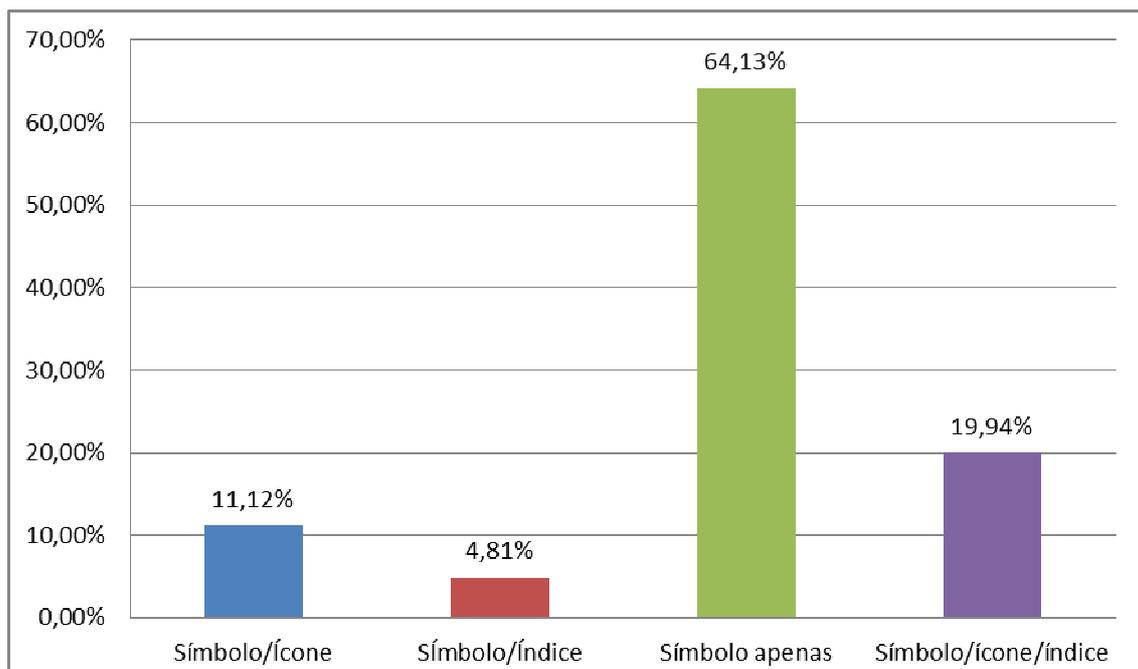


Figura 8: Tempos percentuais para a categoria “Representações semióticas – signo/objeto” para a sequência de aulas.

Considerando os mapas analisados, pudemos verificar que os registros icônicos e indiciais apareceram de forma mais pronunciada no mundo dos objetos e eventos. Com relação aos tempos absolutos, temos que: 3min4s são destinados à utilização de representação icônica, enquanto que 2min 8s são de representação indicial, totalizando, ao todo, um tempo de 5min 12s. No mundo da teoria e dos modelos, o índice é superior ao ícone, com o tempo de 1min 13s destinado aos índices, contra 1min 02s relativos aos ícones, apresentando ambos um total de 2min 15s.

Esses dados nos revelam a pouca utilização de representações semióticas, icônicas e indiciais, por parte do professor. Nos chama atenção tal fato, tendo-se em vista a natureza específica do conhecimento abordado, o qual envolve intrinsecamente a utilização de modelos, o que é comum na Química, além de gráficos e outras representações que organizam informações e dão sentido ao mundo empírico. De forma mais específica, os dados informam ainda a pouca utilização de representações icônicas no mundo das teorias e dos modelos, como forma de explicar e dar fundamentação ao fenômeno observável. Entendemos que isso pode comprometer a compreensão e o entendimento dos alunos com relação ao fenômeno em estudo. Como exemplo de uso dessas representações que poderiam ter sido consideradas pelo professor, podemos citar os modelos com bolas para representar as partículas dos líquidos e de seus vapores, ao se referir ao conceito de pressão de vapor. Ao contrário, como veremos oportunamente,

o professor se esquivou de uma análise mais detalhada nesse nível. Desta forma, embora falasse de partículas e força e rompimento de ligações, esse aspecto não foi explorado a ponto de o professor representar tais entidades.

Os ícones foram utilizados para uma representação realista do mundo. Eles representaram vidrarias de laboratório e substâncias na perspectiva empírica, mas não de modo a apresentar modelos para o mundo real. Tendo em vista que a Química se constitui na relação dialética ente o mundo empírico e o teórico, torna-se relevante a elaboração de modelos como ferramentas importantes na construção teórica sobre o real dado. Isso é constitutivo da ciência, e menosprezar tal ferramenta compromete a compreensão da própria natureza do conhecimento científico.

Se por um lado entendemos como uma contribuição potencial para a aprendizagem dos alunos o fato de o professor ter valorizado a discussão com referentes específicos, o que denota o uso de conceitos para a compreensão de casos particulares e cotidianos, nos chamou atenção o fato de não ter valorizado o uso dos modelos na perspectiva teórica da Química. No entanto, é importante ressaltar que essa constatação se aplica apenas a sequência de aulas pesquisadas, o que não nos garante que tais aspectos sejam recorrentes nas aulas do professor e que não mudem em função do conteúdo ensinado, até porque nessa pesquisa não temos a pretensão de caracterizar o perfil dele de ensinar, já que isso demandaria uma pesquisa com uma coleta de dados mais longa, de cunho etnográfico, o que não foi o caso de nosso estudo.

Analisando a sequência de aulas como um todo, constatamos ainda, de forma geral, a maneira como o professor distribui o tempo para os diferentes tipos de conteúdo do discurso. Nesse sentido, ficou evidenciado de forma mais clara uma demanda de tempo grande para o conteúdo escrito. Tratou-se de um valor elevado em relação aos demais discursos. Isso indica que o professor utiliza muito tempo na escrita no quadro de giz sem interação com os alunos. Esse dado é significativo no que se refere à condução das aulas, haja vista que todos os alunos possuem o livro didático.

Outro dado que chama atenção nas aulas do professor é a pouca incidência do tipo de discurso relacionado à gestão, levando ao apontamento de que a sala é tranquila do ponto de vista comportamental, sendo demandado um tempo irrisório para gestão e manejo de classe. Isso demonstra que o docente não precisou dispendir do tempo de aula para dar orientações para que as atividades fossem conduzidas adequadamente. Consideramos ainda que os alunos já incorporaram a dinâmica das aulas, mobilizando muito pouco do professor no sentido de investir em orientações para que se comportem

de modo a permitir o seu desenvolvimento adequado. Conforme já informamos, o professor indicou esta turma para a pesquisa considerando que esta era uma turma “boa de se trabalhar”.

Verificamos ainda, a distribuição das categorias epistêmicas dentro do conteúdo científico, por meio da qual são apontadas quais modalidades são privilegiadas. Em conjunto, esses dados nos permitem considerar que o professor dispensa, em suas aulas, a maior parte do tempo para a discussão de referentes específicos, o que é compatível com o maior percentual apresentado pela categoria descrição, no conjunto operações epistêmicas. Essa discussão envolvendo referente específico encontra-se na maior parte do tempo no mundo dos objetos e dos eventos. Embora ocorra a contextualização, verificamos que a descrição supera em termos percentuais a explicação, o que significa de alguma forma, limitar a percepção dos alunos no nível teórico e abstrato da química, já que a maior parte das explicações se dá nesse nível. Como a explicação geralmente envolve a utilização de modelos explicativos e mecanismo casuais, se esquivar das explicações implica pouco uso de modelos e portanto, de signos icônicos do mundo teórico da química, o que foi compatível com a baixa utilização dessas representações semióticas informada pelos percentuais dessas categorias. O movimento epistêmico adotado pelo professor na passagem de uma categoria para outra, na abordagem desse conteúdo pesquisado será discutido no capítulo seguinte.

Neste momento, passaremos a analisar quantitativamente cada dia de aula da sequência em separado, verificando os aspectos que se assemelham com aqueles mais gerais e os que de alguma forma apontam para caminhos diferentes desses. Lembrando que no primeiro dia, o professor trabalhou as características físicas necessárias ao entendimento das propriedades coligativas e, no segundo dia, as propriedades coligativas, de fato. O quadro 4 abaixo apresenta os valores de tempo, em termos absolutos e percentuais, dentro de cada categoria analisada, para os dois dias de aulas.

Quadro 4: Tempos absolutos e percentuais de cada categoria para cada aula analisada.

Categorias		aula 1		aula 2	
		Tempo (H:MM:S)	% de Tempo	Tempo (H:MM:S)	% de Tempo
Tipo de conteúdo do discurso	De Conteúdo	0:12:37	29,00%	0:04:01	15,96%
	De Conteúdo Escrito	0:28:17	65,02%	0:18:25	73,18%
	De Agenda	0:01:16	2,91%	0:00:10	0,66%
	De Gestão e Manejo	0:00:21	0,80%	0:00:04	0,26%
	Outros	0:00:59	2,26%	0:02:30	9,93%
	Total	0:43:30	100,00%	0:25:10	100,00%
Modelagem	Mundo das teorias e dos modelos	0:03:35	28,40%	0:01:26	35,68%
	Mundo dos objetos e eventos	0:07:20	58,12%	0:01:58	48,96%
	Relação entre os dois mundos	0:01:42	13,47%	0:00:37	15,35%
	Total	0:12:37	100,00%	0:04:01	100,00%
Níveis de Referencialidade	Referente específico	0:08:35	68,03%	0:02:06	52,28%
	Classe de referentes	0:03:38	28,80%	0:01:50	45,64%
	Referente abstrato	0:00:24	3,17%	0:00:05	2,07%
	Total	0:12:37	100,00%	0:04:01	100,00%
Operações epistêmicas	Descrição	0:05:27	43,20%	0:01:24	34,85%
	Explicação	0:03:08	24,83%	0:00:42	17,43%

	Generalização	0:04:02	31,97%	0:01:55	47,72%
	Total	0:12:37	100,00%	0:04:01	100,00%

Representações semióticas	Símbolo/Ícone	0:00:59	7,79%	0:00:52	21,58%
	Símbolo/Índice	0:00:10	1,32%	0:00:38	15,77%
	Símbolo apenas	0:09:01	71,47%	0:01:39	41,08%
	Símbolo/ícone/índice	0:02:27	19,42%	0:00:52	21,58%
	Total	0:12:37	100,00%	0:04:01	100,00%

Com relação às aulas do primeiro dia, estas tiveram a duração de 43min 30s, como podemos verificar no Quadro 4. O tipo de conteúdo que ocupou maior espaço nas aulas desse dia foi o conteúdo escrito, como um tempo de 28min 17s, o que corresponde um percentual de 65,02%, seguido pelo conteúdo científico, que apresentou um tempo de 12min 37s, 29,00% do tempo total de aula. As demais categorias, somadas, apresentaram valor um pouco superior a 5% apenas. Vejamos: O discurso de agenda contou com tempo de 1min 16s, totalizando um percentual de 2,91%. A categoria outros obteve um percentual de 2,26%, o qual correspondeu a um tempo de 59s. O discurso de gestão, por sua vez dispendeu um tempo de apenas 21s, o que correspondeu a um percentual de 0,80% do tempo total da aula. Assim como apresentado na sequência como um todo, nesse primeiro dia de aula o discurso de conteúdo escrito prevaleceu, apresentando um percentual bem superior ao de conteúdo científico, como pode ser verificado na figura 9.

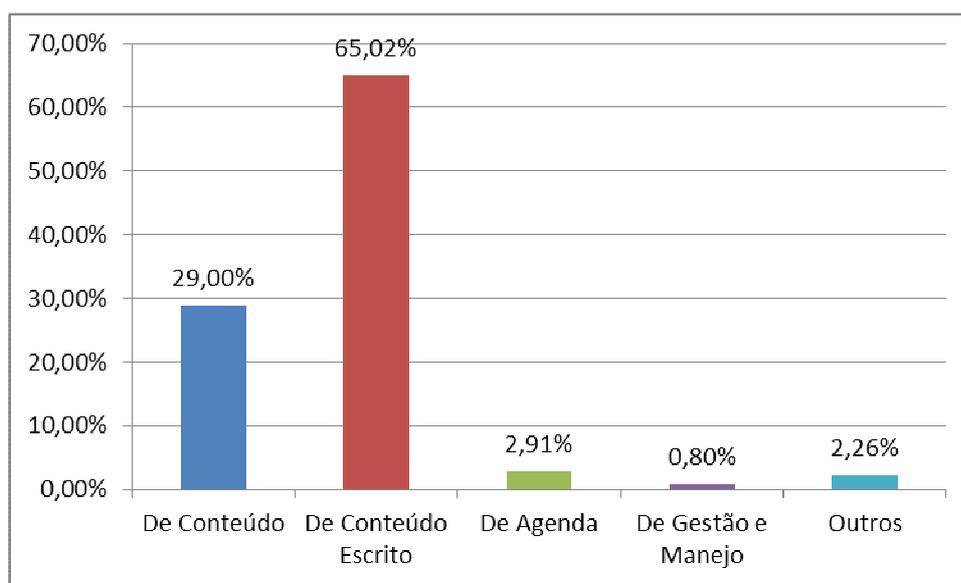


Figura 9: percentuais de tempo para a aula 1 referentes à categoria “TIPO DE CONTEÚDO DO DISCURSO”.

Analisando as categorias epistêmicas, a começar pela categoria modelagem, temos um percentual de 58,12% relativo ao mundo dos objetos e eventos. Este é bem superior aos 28,40% apresentados pela categoria mundo da teoria e dos modelos. A categoria relação entre os dois mundos, por sua vez, apresentou um percentual um pouco inferior às duas anteriores: 13,47%. Esses percentuais são compatíveis com aqueles relativos à sequência de forma geral, onde podemos evidenciar um distanciamento dos fenômenos observáveis, dos construtos

teóricos da Química na abordagem do conteúdo científico. Eles podem ser melhores visualizados na figura 10 abaixo:

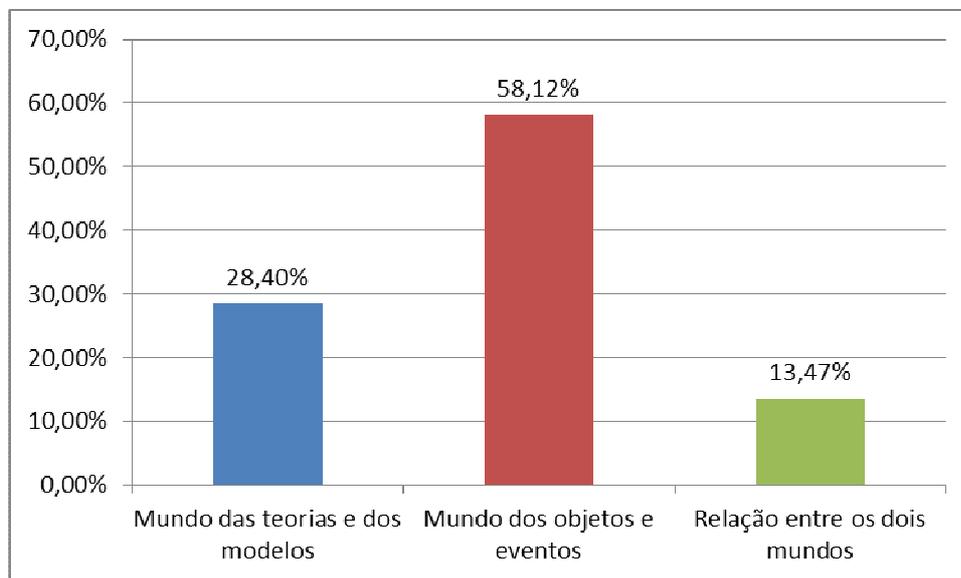


Figura 10: percentuais de tempo para a aula 1 referentes à categoria “MODELAGEM”.

Considerando as categorias de níveis de referencialidade, constatou-se que há um maior percentual destinado ao referente específico, 68,03%, valor esse bastante superior ao apresentado pela categoria classe de referentes, com 28,80%. E finalmente, com um percentual bem inferior aos primeiros, tem-se a categoria referente abstrato, que apresenta 3,17% de percentual. Nessa aula, o percentual relativo ao referente específico foi ainda maior que o apresentado na sequência como um todo. Isso foi observado devido a discussão prolongada em torno dos três líquido específicos para justificar suas respectivas velocidades de evaporação, associada à pressão de vapor. A figura 11 mostra os percentuais do nível de referencialidade para essa aula.

Para essa primeira aula, no que diz respeito à categoria operações epistêmicas, verificamos a descrição, com 43,20%, como a categoria de maior percentual, seguida pela generalização, como 31,97%. Como um percentual menor, aparece a explicação, com 24,83%. Observando esses percentuais, que também são mostrados na figura 12, concluímos que embora a descrição seja a categoria preponderante, esta não se distancia muito, em termos de tempo empregado pelo professor, das categorias generalização e explicação. Numa análise comparativa com o percentual total para a categoria operações, observamos pouca diferença.

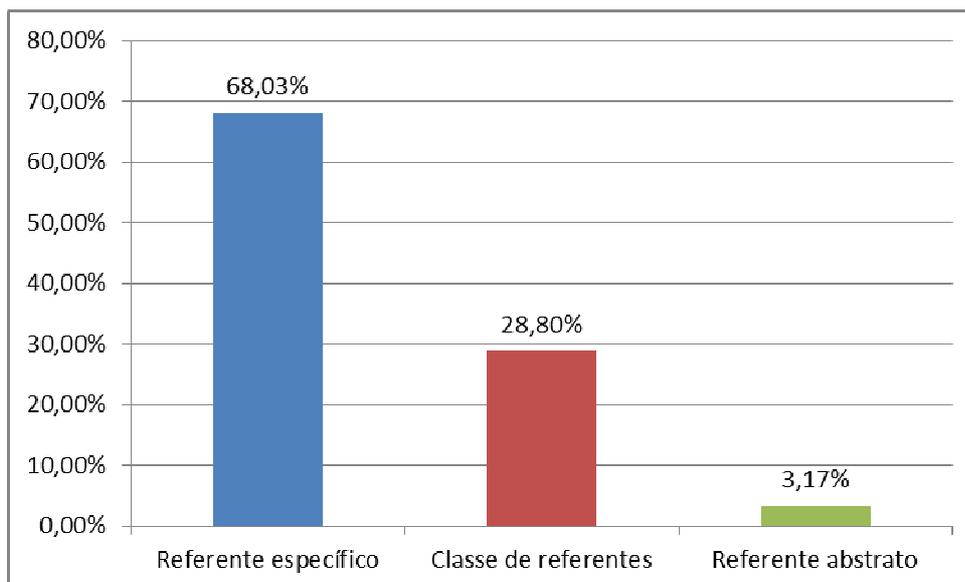


Figura 11: percentuais de tempo para a aula 1 referentes à categoria “NÍVEIS DE REFERENCIALIDADE”.

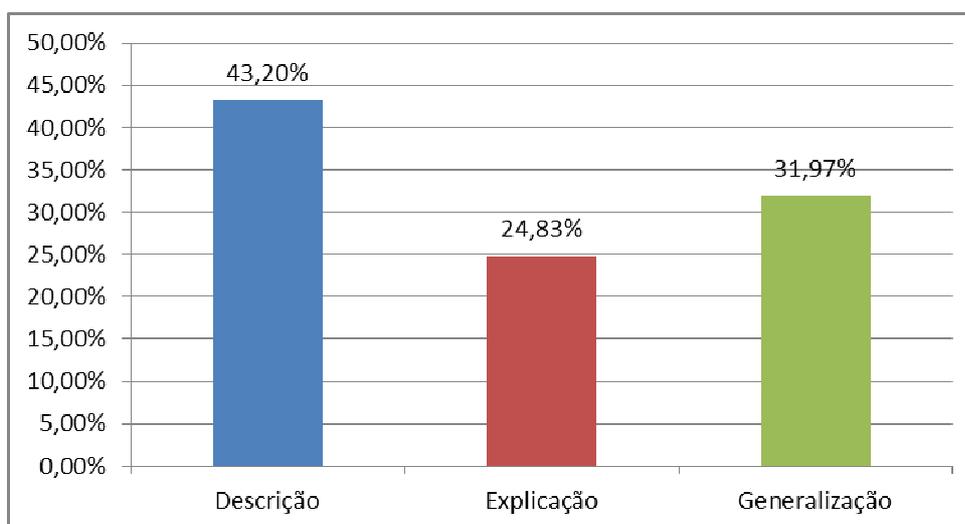


Figura 12: percentuais de tempo para a aula 1 referentes à categoria “OPERAÇÕES EPISTÊMICAS”.

Por fim, considerando as categorias representações semióticas, verificamos um percentual de 71,47% para a categoria simbólico apenas. Apresentando um valor percentual de 19,42, a categoria que relacionou os três tipos de signo na relação signo-objeto foi a segunda mais adotada. Com símbolo e ícone apresentando 7,79% e símbolo e índice 1,32%, definimos os percentuais relacionados a essas categorias. A figura 13 sintetiza esses percentuais.

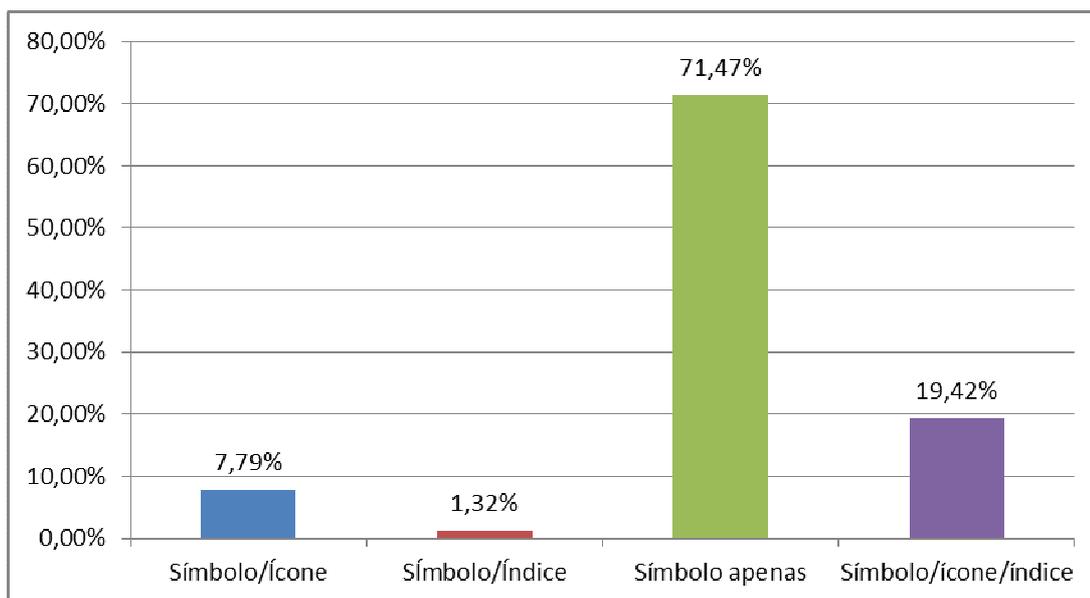


Figura 13: percentuais de tempo para a aula 1 referentes à categoria “REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS – signo/objeto.

Com relação às aulas do segundo dia, último de análise, estas apresentaram um tempo de filmagem de 25min10s apenas. Isso devido a problemas na câmera que capturava a imagem e o som das aulas e, dessa forma, não foi possível filmar a aula por completo. Nesse sentido, não conseguimos registrar a explanação oral do professor no que se refere aos tópicos “crioscopia” e “osmometria”. Mesmo assim foi realizada a categorização, de acordo com os dados disponíveis.

Assim como no primeiro dia de aulas filmadas e a sequência total delas, o conteúdo escrito foi o tipo de discurso mais usado pelo professor, apresentando um percentual de 73,18%. Logo em seguida, vem o conteúdo científico, com 15,96% de percentagem. Em terceiro lugar, dessa vez, aparece a categoria outros, com 9,93%. Nessa categoria, inclui o tempo de aula utilizado pela diretora da escola, noticiando um evento destinado às mães. O discurso de agenda equivaleu a 0,66% do tempo total codificado neste conjunto de categorias. Por fim, e comprovando a disciplina da classe, o discurso de gestão aparece por último, com percentual de 0,26%, 4 segundos apenas do tempo total da aula. Esses valores podem ser melhores visualizados na figura 14 abaixo.

Ao apresentarmos os percentuais para o segundo dia de aulas, com referência às categorias epistêmicas de nossa análise, inicialmente se tratando da categoria modelagem, constatamos um maior percentual relativo ao mundo dos objetos e eventos, com 48,96%,

seguindo com 35,68% pelo mundo da teoria e dos modelos e relacionando os dois mundos, o percentual é de 15,35%. Esses percentuais, mostrados na figura 15, apresentam valores muito parecidos com aqueles visualizados em toda a sequência de aulas, evidenciando que na construção de modelos do mundo físico, o professor prioriza o mundo dos objetos e eventos, em detrimento do mundo teórico da Química.

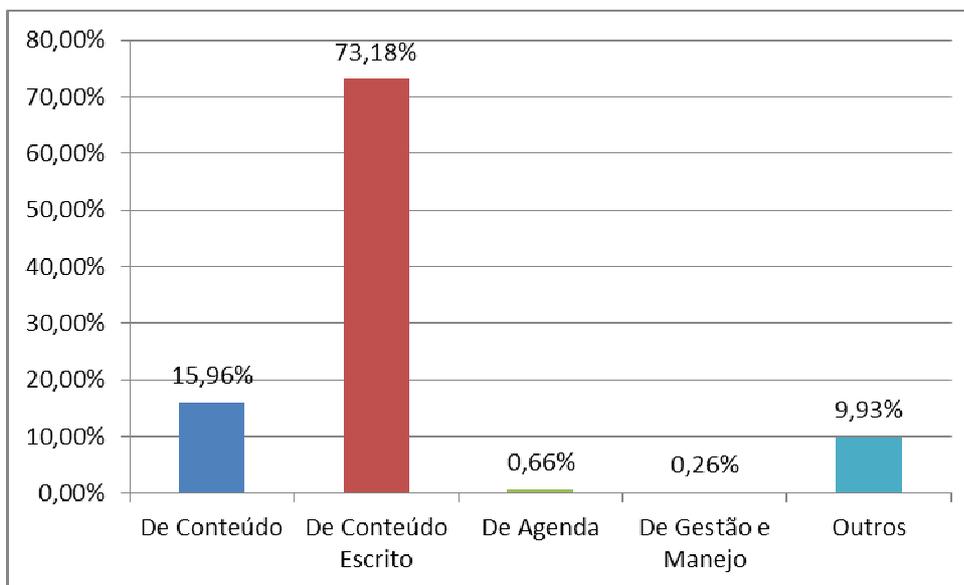


Figura 14: percentuais de tempo para a aula 2 referentes à categoria “TIPO DE CONTEÚDO DO DISCURSO”.

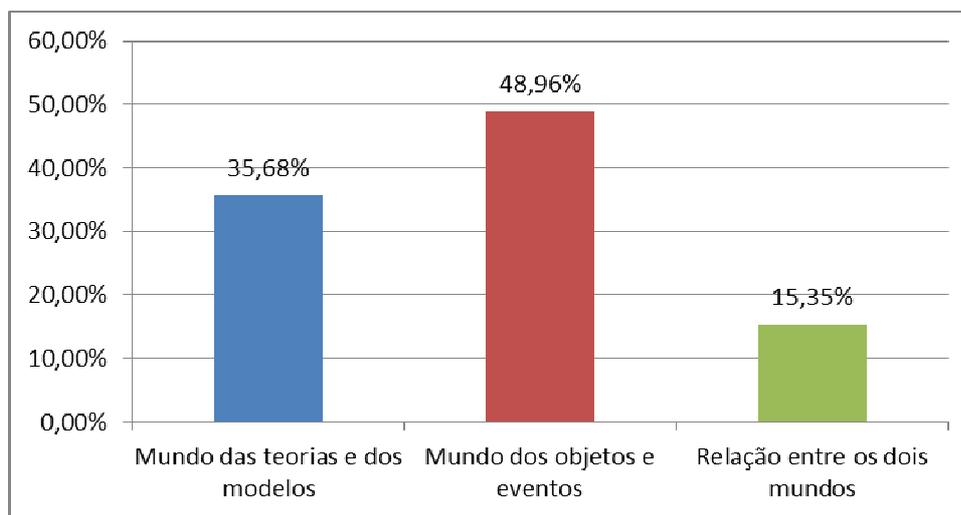


Figura 15: percentuais de tempo para a aula 2 referentes à categoria “MODELAGEM”.

Ao se considerar à categoria níveis de referencialidade, observamos que o referente específico ainda prevalece dominante, com percentual de 52,28%, quando comparado com as análises anteriores, referentes a essa mesma categoria. Com valor próximo, 45,64%, aparece a

categoria classe de referentes. Com um valor percentual muito inferior, se comparado aos dois anteriores, temos o referente abstrato, com apenas 2,07%. Nessa aula, no entanto, há um aumento significativo da categoria classe de referentes, em decorrência da diminuição do referente específico. Os valores percentuais da categoria níveis de referencialidade são mostrado na figura 16.

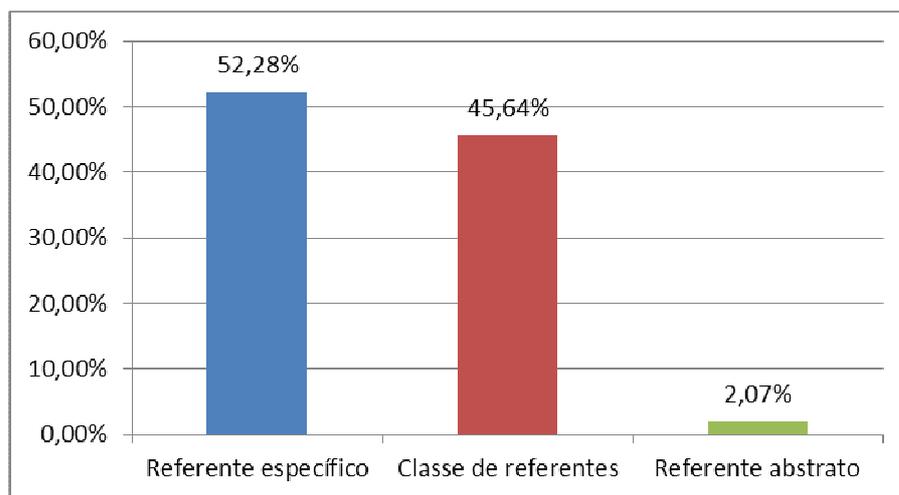


Figura 16: percentuais de tempo para a aula 2 referentes à categoria “NÍVEIS DE REFERENCIALIDADE”.

Considerando a última categoria epistêmica analisada, apresentamos os valores percentuais referentes à categoria de operação epistêmica para o segundo dia de aula analisado. Dessa forma, temos como maior percentual apresentado nessa categoria a generalização, com 47,72%. Em seguida tivemos a descrição com 34,85% e por fim, a explicação obteve um percentual de 17,43%. Portanto, considerando essa aula, observamos que a generalização foi a categoria que prevaleceu, isso em decorrência de um percentual elevado destinado à classe de referentes. Podemos observar esses percentuais na figura 17 abaixo.

Finalizando esta análise quantitativa, identificamos que a categoria de representação semiótica de maior percentual é a semiótica apenas, apresentando um valor de 41,08%, seguida pelas categorias símbolo e índice e símbolo, ícone e índice, ambas com percentuais de 21,58%. Por fim, a categoria símbolo e índice apresentou um valor percentual de 15,77%. Nesse segundo dia aula, é possível constatar uma diminuição nos percentual relativo à categoria simbólica apenas, se comparado com o primeiro dia de aula. Sendo assim, verificamos um aumento significativo da utilização das representações icônicas e indiciais.

Esse aumento do uso da representação indicial se deu em decorrência da utilização de fórmulas químicas para representar os solutos não voláteis. Com relação à representação icônica, como forma de representação realista de vidrarias. Os percentuais são mostrados na figura 18 que segue.

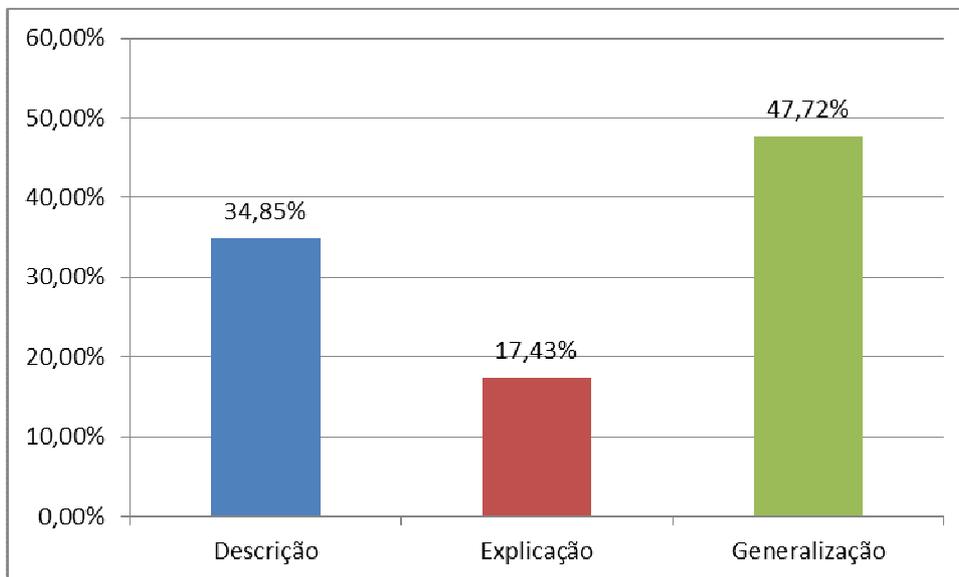


Figura 17: percentuais de tempo para a aula 2 referentes à categoria “OPERAÇÕES EPISTÊMICAS”.

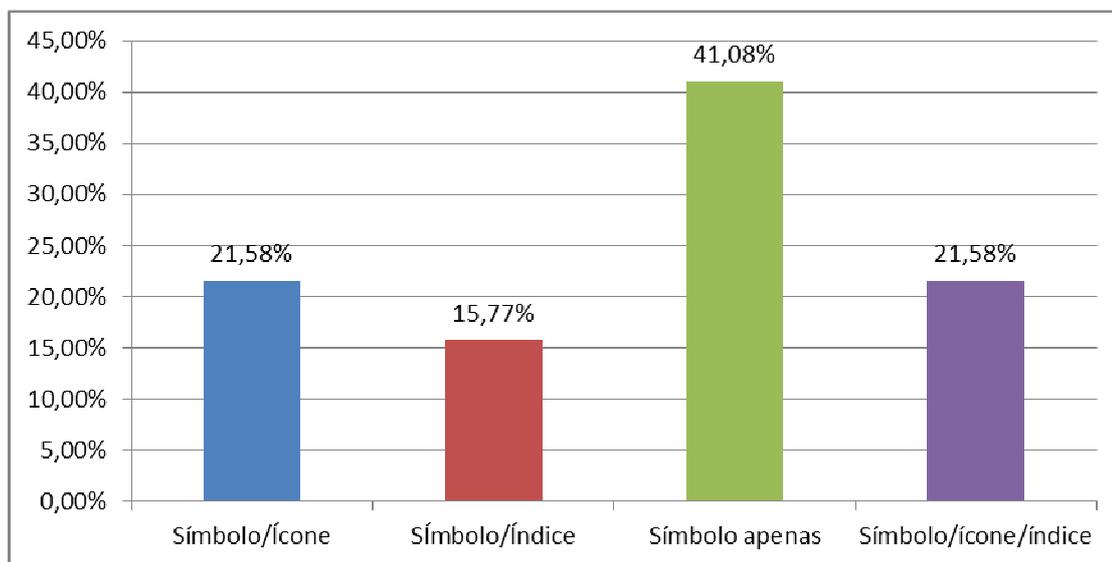


Figura 18: percentuais de tempo para a aula 2 referentes à categoria “REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS – signo/objeto”.

No capítulo seguinte, faremos uma análise qualitativa de um recorte de nossa pesquisa, mostrando os aspectos mais significativos da sequência de aulas, na busca de atribuir sentido e compreender o movimento adotado pelo professor ao adotar essas categorias discutidas acima em termos percentuais e absolutos.

6 - ANÁLISE QUALITATIVA

A aula que passamos a analisar se insere na unidade temática “Propriedades Coligativas das Soluções”. Trata-se da primeira aula da sequência. Nela, o professor tem a clara intenção de introduzir e desenvolver a estória científica, buscando alcançar metas estabelecidas no momento da elaboração do seu roteiro e seleção de atividades que julgou convenientes, e que, portanto, determinarão, em tese, sua atuação no plano social da sala de aula. O professor costuma organizar a aula tendo em vista um roteiro pré-definido, posto no quadro antes do início do desenvolvimento dos conteúdos. Nesse sentido, após um breve episódio de gestão de classe, o professor passa a assumir um discurso de conteúdo escrito, por meio do qual registra no quadro os principais tópicos dos conteúdos a serem trabalhados.

Um fato que merece destaque é que, ao longo da aula, o professor não consulta nenhum material, tal como plano de aula, livro didático etc. Este último é utilizando eventualmente, apenas nos momentos de aplicação dos exercícios. Toda a exposição e discussão que conduz relacionam-se ao roteiro exposto no quadro branco. Trata-se de um professor bastante sistemático, cuja organização da aula parece já estar prevista mentalmente. O professor apresenta muita segurança na abordagem dos conceitos científicos, muito provavelmente fruto de sua vasta experiência em sala de aula.

O discurso apresentado pelo professor ao conduzir a dinâmica discursiva da sala de aula, numa primeira dimensão (dialógico/de autoridade) é caracterizado como de autoridade, onde se considera o que o estudante tem a dizer apenas no prisma do ponto de vista científico. Nesse sentido, apenas uma voz é ouvida e não há troca de ideias. Numa segunda dimensão (interativo/não-interativo), a qual leva em conta as interações do tipo face-a-face em sala de aula, constatamos a presença tanto do discurso interativo quanto do não interativo, sendo que o primeiro foi observado em menor frequência, caracterizado apenas quando os alunos preenchiem lacunas na fala do professor.

A abordagem comunicativa que prevaleceu na aula (interativa/de autoridade) foi compatível com a intenção do professor - introduzir e desenvolver a estória científica. Apesar de se tratar da primeira aula da sequência, não verificamos a geração de um espaço para explorar os pontos de vista dos alunos, nem para criar com estes uma base de referentes compartilhados a fim de iniciar uma apresentação dos conceitos, tendo em vista tal base.

Nessa primeira aula, o professor trabalhou conceitos fundamentais para o entendimento sobre as propriedades coligativas, enfatizando o subtema “Pressão de Vapor” o

que, parafraseando o próprio professor pesquisado, é um conceito necessário para o entendimento dessas propriedades.

Do ponto de vista do tipo de conteúdo do discurso, conforme discutido, é perceptível que o professor inicia a aula com um discurso de gestão e manejo de classe, o qual vem seguido por um discurso de conteúdo escrito para, enfim, chegar a adotar o discurso de conteúdo científico. A partir daí, do ponto de vista epistêmico, podemos enxergar, de forma panorâmica, que o professor inicia a abordagem do conteúdo com generalizações, no mundo das teorias e dos modelos, fazendo uso de classes de referentes e referentes abstratos. Posteriormente, o professor passa a fazer uso de referentes específicos, no mundo dos objetos e eventos, trabalhando assim com descrições e explicações. Prosseguindo, ele intercala a abordagem ao conteúdo no mundo das teorias e dos modelos com a abordagem no mundo dos objetos e dos eventos, chegando a explicitar a relação entre esses dois mundos. Essa alternância é verificada não somente nas categorias referentes ao conjunto modelagem, mas também com relação às categorias dos conjuntos níveis de referencialidade e operações epistêmicas. Para fechamento dos conteúdos, retorna às categorias que caracterizaram o início de sua aula.

Com relação à representação semiótica, trabalhou inicialmente em nível simbólico. Posteriormente, passou a trabalhar com ícones e índices, quando intercalou sequências discursivas em que abordava ora referentes abstratos e classes de referentes, ora referentes específicos. Simultaneamente, intercalou também o mundo das teorias e dos modelos com o mundo dos objetos e eventos, algumas vezes explicitando tal relação em uma mesma sequência. Essa dinâmica de intercalar ora referente específico, ora classe de referentes, ora mundo dos objetos e eventos, ora mundo das teorias e dos modelos é o que caracteriza o movimento de contextualização/descontextualização do conteúdo. Nesse sentido, é importante destacar a função preponderante do mapa de segmentos epistêmicos na identificação desse movimento em que sem ele, certamente esse trabalho analítico seria muito dificultado. O mapa nos dá uma visualização ampla de como as categorias epistêmicas e semióticas se intercalam ao longo de cada sequência e conseqüentemente, de cada episódio.

Aprofundaremos nossa discussão, considerando as transcrições abaixo. Elas correspondem aos episódios 8, 9 e 10 do Mapa de Episódios da Aula 1 (Apêndice A). Nos episódios de conteúdo científico anteriores a estes, o professor apresentou o conceito de propriedades coligativas e citou tais propriedades. A fim de exemplificar, considerou que a adição do sal de cozinha em água aumentava o ponto de ebulição desse líquido. Tal fenômeno correspondia a uma propriedade coligativa das soluções, pois não dependeria da natureza do

soluto adicionado à água e sim da sua quantidade partículas. Feito isso, o professor informou que naquela aula seriam trabalhadas as propriedades físicas necessárias ao entendimento das propriedades coligativas. Isto se iniciou a partir do episódio 8.

Quadro 5: Transcrição referente aos episódios 8, 9 e 10 – aula 1: construindo a ideia de propriedades físicas

TURNO	TEMPO	TRANSCRIÇÃO	ANÁLISES CONTEXTUAIS
1		<p>EPISÓDIO 8 (Sequência discursiva 1)</p> <p>16:02 Professor: <i>vamos ver pressão de vapor/ que na química nos vamos representar por PV/Então, quando vocês verem lá a questão que tenha pv, significa pressão de vapor.(1º segmento)</i></p> <p>16:10 <i>O que é isso: é a pressão que um líquido tem pra ele se transformar em gás, certo? Então/ o conceito que vocês vão ver no livro de química é esse aqui, olhem: a pressão que existe entre um líquido quando ele está em equilíbrio entre a fase líquida e gasosa numa dada temperatura/ Mas isso não vai dar pra vocês entenderem muita coisa/ Na verdade, é a força que o líquido tem para que ele possa passar para o estado gasoso/ (2º segmento)</i></p> <p>16:36 <i>Então, quando ele consegue evaporar, nós dizemos que ele atingiu sua pressão máxima de vapor. (3o segmento)</i></p> <p>16:40 (Sequência discursiva 2) <i>Eu vou fazer uma pergunta a vocês: imaginem que eu tenha aqui três recipientes abertos, aqui em cima da bancada, e eu coloquei água no primeiro, álcool no segundo e éter no terceiro, os três estão abertos, qual deles vocês irão sentir o cheiro primeiro? (lembrando que o desenho dos recipientes, como nome dos líquidos e valores de Pv estão no quadro)</i></p>	<p>Aponta para a lousa onde estão os desenhos dos recipientes, associados aos nomes dos líquidos e dos valores de pressão de vapor.</p>

2		Alunos: o álcool (segmento 1)	
3	17:00	Professor: éter é aquele que se usa nos hospitais.	Essa caracterização foi necessária haja vista que os alunos apresentaram, em sua maioria, o álcool como resposta.
4		Alunos: o éter	
5		Professor: éter, certo! Então, o éter ele se espalha muito rápido, então, ele se transforma muito rápido em gás, passa num instante. Se você deixar ele aqui aberto o recipiente com éter, daqui umas duas horas ele já desapareceu, todinho! Ele vai embora todinho pro estado de vapor, certo. (segmento 2)	
	17:25	Já a água não! Você pode deixar um copo com água aqui que ela vai passar dias e dias e ela não evapora. (segmento 3)	
	17:31	Por que? Porque a água tem uma pressão de vapor pequena (circulando o valor no quadro). Já o éter, tão vendo pessoal como é grande a pressão de vapor dela, de 440 mmHg.(segmento 4)	
	17:41	(sequência 3)Então, vocês vão pensar agora assim, olhem: quanto maior essa pressão, mais rápido o líquido passa para o estado de vapor, certo? Mais rápido ele evapora. (segmento 1)	
	17:50	Água demora menos porque a pressão é baixa. O álcool evapora, mas é mais lento que o éter (fazendo gesto de mais ou menos com a mão), mas é maior que a água, mas desses três, o éter evapora mais rápido (segmento 2).	
	18:05	EPISÓDIO 9 (sequência 1)Então, em química, quando uma substância evapora rápido, você diz que ela é volátil. Então, você pode	

		<p><i>quem faz isso: além de divulgar o cheiro do perfume, que ele vai se espalhar. Se ele for bom, beleza né! Se for ruim, cara vai dizer logo: esse é perdido, não presta. E a outra vantagem, ele também vai evaporar rápido. Então quem comprar e não fechar o frasco corretamente, ele vai pro espaço, ou seja, você vai ter que comprar outro logo, logo. Então é estratégico isso: perfumes bons, eles além de virem num frasco pequeno, eles tem uma pressão de vapor grande e eles evaporam muito rápido. E aí pronto, evaporou rápido, como o perfume é muito bom, o cara vai lá e compra outro (segmento 1).</i></p> <p>20:30 <i>(sequência 3) E a gasolina, evapora rápido?</i></p>	
16		Alunos: <i>evapora</i>	
17	<p>20:40 <i>(sequência 4) Então pessoal, mais volátil, evapora mais rápido (segmento 1).</i></p> <p>20:43 <i>(Sequência 1) E ligações mais fracas? Ligações mais fracas é aquele que passa mais rápido pro estado de vapor. As ligações se quebram (segmento 1).</i></p> <p>20:54 <i>Para passar mais rápido pro estado de vapor, eles tem também que ter o que?</i></p>	<p>Professor: <i>evapora, não é! Se você deixar a gasolina aqui, daqui a pouco todo mundo tá sentindo o cheiro, e ela vai embora rápido, certo (segmento 1)!</i></p>	
18		Alunos: <i>maior pressão de vapor. (Segmento 2).</i>	
19	<p>20:59</p> <p>21:04</p>	<p>Professor: <i>então, ligações mais fracas, o éter. (Segmento 3)</i></p> <p><i>(Sequência 2) Mesma coisa viu: mais volátil, evapora mais rápido, tem mais pressão de vapor e tem ligações mais fracas. (Segmento 1)</i></p>	

A transcrição acima apresenta marcações de tempo que delimitam as sequências discursivas que compõem cada episódio, bem como os segmentos epistêmicos. Os tempos iniciais e finais de cada sequência encontram-se assinalados em caixa alta, enquanto que aqueles referentes aos segmentos epistêmicos estão em impressão comum. Vale ressaltar que a delimitação entre as sequências, bem como a segmentação das sequências em função das categorias epistêmicas pode envolver a “quebra” do turno do professor ou do aluno. Isso pode ser verificado no quadro em que a transcrição é apresentada.

O episódio 8 apresentou como recorte temático a conceituação de pressão de vapor, sendo ele composto de 3 sequências discursivas. A primeira (16:02-16:40), subdividida em três segmentos epistêmicos, é executada pelo professor em apenas um único turno de fala (Turno 1), ou seja, sem nenhuma interação com os alunos. A abordagem ao conteúdo se dá inicialmente no mundo das teorias e dos modelos, utilizando um referente abstrato. Ela envolve uma generalização, a qual será utilizada posteriormente na análise de alguns fenômenos selecionados. .

No primeiro segmento dessa sequência, o professor faz uma breve introdução ao conceito, se reportando apenas à simbologia química utilizada para representar a pressão de vapor, situando os alunos no conceito a ser estudado. Aí, além do caráter simbólico da representação de pressão de vapor, uma vez que toda palavra é símbolo, é verificada, entretanto, uma característica proeminentemente de cunho indicial, quando o professor recorre a representação (Pv) escrita no quadro e explicita que esta se refere à pressão de vapor, numa clara relação de proximidade, indicando o signo e o objeto que este representa:

1 - Professor: vamos ver pressão de vapor/ que na química nós vamos representar por Pv. Então, quando vocês verem lá a questão que tenha Pv, significa pressão de vapor.

No segmento seguinte, segundo da sequência, ao definir o conceito de pressão de vapor, o professor relaciona os dois mundos, fazendo uso de um referente abstrato. Deste modo, apresenta uma generalização, que envolve níveis conceituais distintos: um mais elaborado cientificamente e outro mais empírico, cotidiano. Para definir o conceito de pressão de vapor ele busca estabelecer relações entre tal referente abstrato, que corresponde a uma elaboração teórica da Química, com a capacidade de evaporação dos líquidos, algo mais imediatamente perceptível. O foco do discurso é o conceito de pressão de vapor, o qual é feito por meio de um explícito afastamento da definição do livro e a aproximação do aspecto mais

evidente do fenômeno, a mudança de fase. Nesse sentido, o professor evita falar do equilíbrio dinâmico das fases e do movimento das partículas de líquido e vapor na manutenção deste equilíbrio.

Levando-se em consideração que fora de seu contexto toda forma de referência verbal na sala de aula é simbólica, isso porque essas palavras são utilizadas como meio de referência aos objetos do conhecimento, na maior parte do discurso adotado nesse segmento, o professor faz a leitura da definição posta no quadro, fazendo uma correlação entre a sua fala e a escrita. A categoria semiótica índice, por sua vez, aparece de forma evidente quando o professor utiliza setas em movimento para sinalizar a evaporação. Apesar de no quadro está escrita a equação química para o equilíbrio dinâmico para a água, o professor não se refere a ela.

1 - Professor: Então/ o conceito que vocês vão ver no livro de química é esse aqui, olhem: a pressão que existe entre um líquido quando ele está em equilíbrio entre a fase líquida e gasosa numa dada temperatura/ Mas isso não vai dar pra vocês entenderem muita coisa/ Na verdade, é a força que o líquido tem para que ele possa passar para o estado gasoso.

Na parte final da sequência discursiva, no último segmento epistêmico, o professor passa a considerar uma classe de referentes (os líquidos) informando que quando um líquido evapora, atinge a sua pressão máxima de vapor. Ainda que de forma sutil, é perceptível que o foco se desloca um pouco da definição do conceito em si, para uma classe de referentes à qual o referente abstrato se destina. Ainda permanecem relacionados os dois mundos, o teórico e o empírico, em forma de generalização. Essa aproximação do mundo teórico (pressão de vapor) a um evento observável (evaporação de líquidos) facilita substancialmente o entendimento desse conceito posto em discussão, uma vez que relaciona algo abstrato com algo cotidianamente vivenciado, como é o caso da evaporação. As representações semióticas se encontram em nível simbólico.

Professor: Então, quando ele consegue evaporar((o líquido)), nós dizemos que ele atingiu sua pressão máxima de vapor.

A sequência 2 (16:40-17:41) é composta de quatro segmentos epistêmicos distintos. O professor introduz o questionamento sobre as velocidades de evaporação de três líquidos diferentes, considerando seus respectivos valores de pressão de vapor. A partir daí, ele vai conduzindo a discussão no sentido de se alcançar a resposta adequada. Nesse sentido,

percebemos que o conceito de pressão de vapor, um referente abstrato, que se associa a uma generalização, passa a ser aplicado à discussão sobre referentes específicos, os três líquidos tomados para análise: éter, álcool e água.

Nos três primeiros segmentos (16:40 -17:00, 17:00 – 17:25 e 17:25 – 17:31) a abordagem do conteúdo se deu unicamente no mundo dos objetos e eventos, considerando-se aí os referentes específicos, fazendo operações de cunho descritivo. A discussão gira em torno das velocidades de evaporação dos líquidos. No último segmento (17:31 – 17:41) porém, a abordagem ocorre no mundo das teorias e dos modelos, onde o professor, explica a diferença das velocidades de evaporação da água e do éter, associando-as ao conceito de pressão de vapor.

O professor inicia a sequência com um questionamento logo no turno 1:

1-Professor: Eu vou fazer uma pergunta a vocês: imaginem que eu tenha aqui três recipientes abertos, aqui em cima da bancada, e eu coloquei água no primeiro, álcool no segundo e éter no terceiro, os três estão abertos, qual deles vocês irão sentir o cheiro primeiro? ((lembrando que o desenho dos recipientes, como nome dos líquidos e valores de P_v estão nos quadro))

Nesse segmento, é verificada a presença de um signo icônico, no momento em que o professor descreve o fenômeno, aponta para os desenhos feitos no quadro, em que estes representavam os três recipientes contendo os líquidos mencionados por ele, numa nítida relação de semelhança com o objeto representado.

A partir daí, o professor vai fazendo uma série de descrições (Turnos 3 e 5) em virtude da resposta inicial dos alunos à pergunta ter sido incorreta:

2 - Alunos: o álcool

3 - Professor: éter é aquele que se usa nos hospitais.

4 - Alunos: o éter

5 - Professor: éter, certo! Então, o éter ele se espalha muito rápido, então, ele se transforma muito rápido em gás, passa num instante. Se você deixar ele aqui aberto o recipiente com éter, daqui umas duas horas ele já desapareceu, todinho! Ele vai embora todinho pro estado de vapor.

Para explicar a referida diferença em que se dá a evaporação da água e do éter, em termos do conceito teórico de pressão de vapor, a discussão adentra no mundo da teoria e dos modelos, uma vez que a ideia de pressão de vapor envolve uma elaboração conceitual nesse nível. Para destacar os valores de pressão de vapor, o professor circula-os, sendo constatada uma relação indicial.

5 - Professor: a água tem uma pressão de vapor pequena ((circulando o valor no quadro)). Já o éter, tão vendo pessoal, como é grande a pressão de vapor dele, de 440 mmHg.

Nessa sequência, pelo movimento adotado pelo professor, fica nítida a intenção de contextualizar o conteúdo e associá-lo à realidade observável do aluno, por meio de questionamento sobre fatos cotidianos. Prova disso é a utilização de forma mais pronunciada do conteúdo no mundo dos objetos e eventos, em que esta categoria apareceu em três dos quatro segmentos constitutivos da sequência. Com relação às operações epistêmicas, verificamos que o professor parte de descrições para depois alcançar à explicação, a qual em si mesma presume o uso de uma generalização, que neste caso corresponde ao uso do conceito de pressão de vapor. Desta forma, o professor finaliza a sequência com o segmento em que o conteúdo se encontra no mundo das teorias e dos modelos.

Reportando-nos à ideia de contextualização, é bastante perceptível a utilização, de forma exclusiva, de referentes específicos em se tratando dos níveis de referencialidade. Como o objetivo da sequência foi usar a velocidade de evaporação para se ter um entendimento da pressão de vapor, a dinâmica adotada foi importante. Em uma análise semiótica, foi verificado o uso de ícones, no mundo dos objetos e dos eventos (de cunho realista, através de desenhos de recipientes contendo líquidos diferentes), índices, no mundo das teorias e dos modelos (ao se referir a representação de pressão de vapor por P e v , respectivamente) e símbolos.

Na sequência 3 (17:41-18:05), última do episódio 8, o professor busca sintetizar a definição do conceito de pressão de vapor (mundo da teoria e dos modelos), associando-o à velocidade de evaporação dos líquidos (mundo dos objetos e dos eventos). Esse movimento de associação entre os dois mundos é interessante, haja vista que a evaporação é algo comum e facilmente percebida pelos alunos, facilitando, dessa forma, o entendimento de pressão de vapor (de cunho abstrato) que quanto maior é seu valor numérico, mais rapidamente o líquido evapora.

No primeiro momento (Segmento 1), o professor adota uma classe de referentes, fazendo uso de uma generalização. Para finalizar a sequência, (Segmento 2), o professor explica, de maneira contextualizada, utilizando para tal um referente específico. Para fazer essa síntese, o professor recorre aos desenhos, numa representação icônica.

5 - Professor: Então, vocês vão pensar agora assim, olhem: quanto maior essa pressão, mais rápido o líquido passa para o estado de vapor, certo? Mais rápido ele evapora. (segmento 1)

Água demora menos porque a pressão é baixa. O álcool evapora, mais é mais lento que o éter (fazendo gesto de mais ou menos com a mão), mas é maior que a água, mas desses três, o éter evapora mais rápido (segmento 2).

Analisando o episódio como um todo, por meio do mapa de categorias epistêmicas, é evidente o movimento de contextualização/descontextualização do conhecimento científico, em que o tempo todo verificamos essa dinâmica, seja ora em trabalhar o conteúdo no mundo dos objetos e eventos ora no mundo das teorias e dos modelos, seja em ora se reportar a referentes específicos ora a classe de referentes. Considerando as operações epistêmicas, verificamos de maneira geral, que o professor partiu de uma generalização, intercalou com descrição, finalizando com explicação. Um aspecto do professor que merece destaque é a menção frequente dos fenômenos no mundo dos objetos e eventos. É evidente a preocupação dele em aproximar os conteúdos para o mundo real, observável ao aluno.

No segundo episódio analisado (18:05-20:43), dividido em quatro sequências discursivas, o professor faz uma abordagem ao conceito de volatilidade, relacionando-o à pressão de vapor e, conseqüentemente à velocidade de evaporação dos líquidos. Nesse episódio, foi verificado um aumento de interatividade professor-aluno, o maior dentre os episódios analisados, especialmente a partir do terceiro segmento da primeira sequência. Foi observada uma série de questionamentos acerca da análise de quais materiais (água, álcool e éter) seriam mais voláteis, bem como de que substâncias seriam mais providencias para a fabricação de perfumes, levando em consideração a propagação do cheiro e a ideia mercadológica subjacente.

A sequência 1 (18:05-19:00), a qual apresenta 4 segmentos, inicia-se com uma abordagem no mundo dos objetos e eventos, em que se faz referência à evaporação, através de uma classe de referentes, no sentido de relacioná-la a toda e qualquer substância, de forma geral, configurando-se, portanto, uma generalização. Nesse sentido, de forma sumária, o professor define o significado de uma substância qualquer ser volátil.

5- Professor: Então, em química, quando uma substância evapora rápido, você diz que ela é volátil. Então, você pode colocar aqui do lado ((escrevendo no quadro)): volátil, evapora rápido.

No segundo segmento (18:27 – 18:32), o professor enfatiza a relação de proporcionalidade existente entre velocidade de evaporação e pressão de vapor, numa nítida relação entre os dois mundos. Por essa relação envolver os líquidos em geral, ela está no nível de classe de referentes, ainda na operação epistêmica de generalização.

5 - Professor: Não esqueçam, pra evaporar rápido ela tem que ter uma pressão de vapor alta, grande!

A partir daí, no segmento seguinte (terceiro), o professor retoma o exemplo dos três líquidos iniciais, ou seja, adotando referentes específicos no mundo dos objetos e eventos, usando a representação icônica ao se referir ao desenho, questionando qual desses líquidos seria mais volátil. A explicação para tal aconteceu no quarto e último segmento da sequência e foi relacionada à pressão de vapor. Esse movimento abrangeu 5 turnos de fala (do 5 ao 9), intercalados entre professor e alunos.

5 - Professor: Então, deixe eu perguntar a vocês: dessas três, quem é a mais volátil ((se referindo às três substâncias))?

6 - Alunos: éter

7 - Professor: o éter, muito bem! Por quê?

8 - Alunos: porque tem a maior pressão de vapor.

9 - Professor: nas provas, não se preocupem porque essas pressão aqui vão ser dadas a você ((apontado esses valores no quadro)). Ninguém vai decorar pressão de vapor de nenhum líquido. Agora lembrem que a maior pressão indica que a substância evapora mais rápido.

Da transcrição acima, tem-se que no segmento 3 (18:32 – 18:46), o professor enaltece a resposta correta dos alunos frente à pergunta proferida por ele em que realmente, o éter é a substância mais volátil das três, por apresentar maior pressão de vapor. Nesse sentido, as categorias visualizadas são: relação entre os dois mundos, quando se mencionam volatilidade e pressão de vapor; referente específico, por se tratar da substância éter; a explicação é percebida quando se justifica a maior volatilidade do éter e o caráter icônico da representação por se referir ao desenho dos recipientes contendo os líquidos.

No segmento 4 (18:46 – 19:00), que compreendeu apenas o turno 9, acima transcrito, o professor orienta que é desnecessário, por exemplo, se preocupar com a memorização dos valores determinados de pressão de vapor dos líquidos pois, de forma prática, esses valores são dados todas as vezes que exigidos. Sugere, nesse sentido, que os alunos se atentem para o significado desses valores, mais especificamente para o fato de que a evaporação acontece mais rápido ao se tratar de um líquido que apresente maior valor de pressão de vapor, verificando desse modo como atividade de modelagem a relação entre os dois mundos. Encerra esse segmento, e conseqüentemente a sequência, fazendo uma generalização, com classe de referentes.

De modo amplo, observamos nessa sequência, que o professor partiu da definição de volatilidade em termos gerais para qualquer líquido em forma de generalização, associando a propriedade volatilidade à velocidade com que esses líquidos evaporam. Em seguida, intercala com um referente específico, por meio de questionamento e o responde usando uma explicação. Após a discussão, utilizando esse tipo de referente, o professor sintetiza o conceito, retomando a generalização. Como representação semiótica, esta ficou por conta do ícone, ainda de cunho realista em que são representados os recipientes contendo os líquidos, além do caráter simbólico da palavra.

A segunda sequência do episódio é constituída por apenas um segmento (19:00 – 20:30). Nela, é notório que o nível de interatividade aumentou, constituída por 7 turnos de fala (do 9 ao 15) alternados entre professor-aluno. Observa-se mais uma vez que essa alternância nos turnos é verificada quando o professor realiza algum tipo de questionamento. Nessa sequência, por exemplo, que simula uma situação hipotética, é exigido dos alunos que se coloquem no lugar de um químico, contratado por uma indústria de perfumes. Nessa situação, os alunos são questionados sobre que tipos de substâncias eles usariam para a produção desse perfume, voláteis ou não.

9 – Professor: Vou fazer uma pergunta pra vocês, que caiu no Enem: o cara que fabrica o perfume, por exemplo. Vamos supor que você é um químico e foi contratado por uma indústria para fabricar perfume. Nesse perfume, você vai colocar substâncias. Daí a pergunta foi a seguinte: o químico vai optar em colocar nessas substâncias um líquido que seja volátil ou não?

10 - Alunos: ((depois de um breve silêncio)) volátil.

11- Professor: e por quê?

12 - Alunos: silenciam

13 - Professor: qual é a finalidade do perfume? É que os outros sintam o cheiro, não é? E para que os outros sintam o cheiro, ele vai ter que se transformar em que?

14 - Alunos: em gás

15 - Professor: então já é estratégico. O cara que faz o perfume, ele joga uma substância que tenha uma altíssima pressão de vapor, porque quando ele abre, vai ter duas vantagem pra quem faz isso: além de divulgar o cheiro do perfume, que ele vai se espalhar. Se ele for bom, beleza né! Se for ruim, cara vai dizer logo: esse é perdido, não presta. E a outra vantagem, ele também vai evaporar rápido. Então quem comprar e não fechar o frasco corretamente, ele vai pro espaço, ou seja, você vai ter que comprar outro logo, logo. Então é estratégico isso: perfumes bons, eles além de virem num frasco pequeno, eles tem uma pressão de vapor grande e eles evaporam muito rápido. E aí pronto, evaporou rápido, como o perfume é muito bom, o cara vai lá e compra outro.

Essa interatividade é facilitada, certamente, por o fenômeno discutido está situado no mundo dos objetos e eventos, fazendo a descrição de um fenômeno específico: evaporação do líquido usado na fabricação de perfumes. Esse momento da aula chamou bastante atenção dos alunos, posto que efetivamente os alunos são colocados em situação de aprendizagem, quando inseridos nesse processo.

A sequência seguinte (20:30-20:40), terceira do episódio, é constituída de apenas um segmento epistêmico. Nela, o professor recorre mais uma vez ao recurso do questionamento, se referindo dessa vez a um combustível muito comum dos alunos: a gasolina. Nesse sentido, a contextualização, no mundo dos objetos e eventos, buscou descrever a volatilidade desse líquido especificamente, em termos de velocidade de evaporação, como mostra a transcrição abaixo.

15 - Professor: E a gasolina, evapora rápido?

16 - Alunos: evapora

17 - Professor: evapora, não é! Se você deixar a gasolina aqui, daqui a pouco todo mundo tá sentindo o cheiro, e ela vai embora rápido, certo!

Para finalizar este episódio, caracterizado por se tratar da volatilidade dos líquidos, na sequência quatro (20:40 – 20:43) é verificada uma síntese desse conceito, associando-a à velocidade de evaporação. Nesse sentido, o movimento é feito em forma de generalização, usando uma classe de referentes, por se tratar dos líquidos de maneira geral, adotando, para tal, como forma de modelagem, o mundo dos objetos e eventos.

Analisando o episódio 9 de forma panorâmica, percebemos que o professor inicia seu discurso fazendo a definição de volatilidade, em forma de generalização, adotando, para tal, a classe de referentes como nível de referencialidade. Isso, partindo do mundo dos objetos e eventos, fator que aproxima o aluno do objeto de estudo. Durante esse percurso, alternou o discurso com descrições e explicações, adotando em grande escala a utilização de referentes específicos, promovendo uma interatividade considerável, através de questionamentos. No fechamento, generalizou o conceito para uma classe de referentes, reforçando a ideia de associação entre ser volátil e evaporar rapidamente.

O episódio 10, último dessa análise, se configurou em uma discussão envolvendo o conceito de força de ligações e sua relação com a velocidade de evaporação dos líquidos e o conceito de pressão de vapor. Ele foi desenvolvido em duas sequências. A primeira começa qualificando o significado de ligações mais fracas, em correspondência à passagem mais rápida para o estado de vapor – segmento 1 (20:43 – 20:54).

19 – Professor - E ligações mais fracas? Ligações mais fracas é aquele que passa mais rápido pro estado de vapor. As ligações se quebram.

A dinâmica adotada nesse segmento se baseia em generalizar o fenômeno força de ligação. Para facilitar esse entendimento, o professor recorre à ideia eventual de evaporação, relacionando, desse modo, os dois mundos, com relação à modelagem. Essa relação é firmada com a utilização de um referente abstrato, ao se referir à conceituação teórica de força de ligação.

O segundo segmento (20:54 – 20:59), em que o professor questiona novamente sobre qual fator é necessário para que se passe mais rápido para o estado gasoso, é de pronto respondido pelos alunos que esse fator é uma maior pressão de vapor, clara ideia de generalização. Nesse sentido, ocorreu a explanação do fenômeno relacionando os dois mundos, com a adoção de classe de referentes.

Para finalizar, no terceiro segmento (20:59-21:04) há uma retomada da pergunta inicial, descrevendo o éter como sendo o líquido (dos três apresentados inicialmente), como sendo aquele que possui as ligações mais fracas, ou seja, voltou-se para um referente específico, em forma de contextualização. Por se referir a ideia de força de ligação, construto teórico da ciência química, esse conceito está situado no mundo das teorias e dos modelos. Por se tratar de um conceito abstrato, sem dúvida ele deveria se desenvolver acompanhado de uma representação icônica, haja vista a dificuldade de imaginá-lo sem uma representação concreta em nível atômico, por exemplo.

A última sequência (21:04-21:12), acontece com uma síntese em que foram relacionados os conceitos de pressão de vapor, volatilidade, velocidade de evaporação e força de ligação. Esse movimento acontece em forma de generalização, envolvendo uma classe de referentes, no mundo das teorias e dos modelos.

Considerando o episódio 10 como um todo, observamos, mais uma vez, a adoção do professor de um movimento muito interessante. Ela iniciou conceituando, de maneira geral, a ideia de força de ligação, intercalou com referente específico na perspectiva de dar sentido ao conceito e no fim, encerra ampliando para uma ideia geral do fenômeno. A fragilidade potencial verificada fica por conta da não utilização de signos icônicos ao se tratar da natureza abstrata do conceito de força de ligação, ou seja, desvalorização do uso de modelos, ao menos

na sequência de aulas por nós analisada. Isso significa que não podemos afirmar que essa fragilidade seja recorrente nas aulas do professor.

Analisando os episódios discutidos acima, observamos inicialmente uma certa linearidade nas categorias, principalmente em se tratando dos níveis de referencialidade e operações epistêmicas, pela utilização de referentes abstratos e classe de referentes, apenas. Isto se deu prioritariamente, por envolver certamente apenas a definição de um conteúdo abstrato da química – pressão de vapor. É sabido, no entanto, que o entendimento de pressão de vapor é necessário para possibilitar a compreensão de fenômenos observáveis, como por exemplo, a velocidade em que os líquidos passam para o estado gasoso. Denotando a importância desse conceito, tornar-se-ia fundamental que o professor fizesse uso, nesse momento, de modelos teóricos explicativos do mundo real, haja vista que eles dão sustentação frente aos fenômenos observáveis. Nesse aspecto, seria o caso de um maior investimento, por parte do professor, em utilizar representações icônicas para a estrutura da matéria, em nível atômico-molecular, no sentido de representar o comportamento das partículas constituintes dos líquidos, por exemplo.

No momento em que a discussão se encaminhou para a velocidade de evaporação dos líquidos, por exemplo, fazendo correspondência para tal à pressão de vapor, verificamos de forma clara o movimento de contextualização, ou seja, o professor adotou de forma mais acentuada o referente específico, no mundo dos objetos e eventos, o que corresponde um aspecto muito positivo da dinâmica discursiva adotada. Dessa forma, trouxe a noção de casos particulares para o mundo observável aos alunos. No entanto, notamos que a descrição se sobressaiu se comparada à explicação. Isso significa limitar a capacidade de imaginação dos alunos. Como a explicação geralmente envolve a utilização de modelos explicativos e mecanismos causais, se esquivar das explicações implica pouco uso de modelos e portanto de signos icônicos no mundo teórico da química e isso de certa forma, acarreta em uma deficiência do ensino da Química, visto que a utilização de modelos é algo inerente a esta ciência. O que vimos foi a utilização de signos icônicos representando a matéria em caráter realista, perceptível, que não necessita de grande elaboração.

De modo geral, acreditamos que o movimento adotado pelo professor expressou uma nítida relação de contextualização/descontextualização. Ele geralmente partiu de uma generalização, no mundo das teorias e modelos, utilizando classe de referentes ou referentes abstratos, intercalava com referentes específicos, no mundo dos objetos e eventos, adotando explicação ou descrição, esta de modo mais enfático. Finalizava o episódio adotando um acabamento de síntese, regressando às categorias iniciais. Com relação às representações

semióticas, o professor se valeu em todo tempo à simbólica, referente a verbalização das palavras, símbolos convencionados, e em menor grau ao ícone, geralmente atrelado ao referente específico, como forma de representação realista de vidrarias, por exemplo.

As categorias discutidas, referentes aos episódios 8, 9 e 10 podem ser visualizadas no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6: fragmento do mapa de operações epistêmicas

Episódio. Sequência	Tempo (inicial-final)	Temas	Sub-temas	Tempo	Modelagem	Níveis de referencialidade	Operações epistêmicas	Representação semiótica
SEQUÊNCIA 8.1	16:02-16:40	Conceituação de pressão de vapor	Representação de pressão de vapor por Pv. Simbologia química.	16:02 – 16:10 (0:08)	Mundo das teorias e modelos	Referente abstrato	Generalização	Simbólica
			Definição de pressão de vapor: é a pressão que um líquido tem para ele se transformar em gás. É a força que o líquido tem para que ele consiga passar para o estado gasoso.	16:10 – 16:36 (0:26)	Relação entre os dois mundos	Referente abstrato	Generalização	Icônica-indicial-simbólica
			Síntese do conceito: quando um líquido conseguir evaporar, você diz que ele atingiu sua pressão máxima de vapor.	16:36 – 16:40 (0:04)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica
SEQUÊNCIA 8.2	16:40-17:41	Verificando a velocidade de evaporação de três líquidos	Questionamento: imagine que eu tenha três recipientes abertos em cima do birô, contendo água, álcool e éter. Qual delas vai ser possível sentir o cheiro primeiro?	16:40 - 17:00 (0:20)	Mundo dos objetos e eventos	Referentes específicos	Descrição	Icônica-simbólica
			Caracteriza o éter: é aquele usado em hospitais e que se deixar aberto ele evapora num instante.	17:00 – 17:25 (0:25)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica
			Compara a água (que pode deixar o recipiente aberto e que demora a evaporar) ao éter	17:25 – 17:31 (0:06)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica
			Explica: porque a água tem uma pressão de vapor pequena e o éter tem pressão de vapor grande.	17:31 – 17:41 (0:10)	Mundo das teorias e dos modelos.	Referente específico	Explicação	Simbólica-indicial
SEQUÊNCIA 8.3	17:41-18:05	Associando pressão de vapor e velocidade de evaporação,	Síntese: quanto maior é a pressão de vapor, mais rápido um líquido evapora.	17:41 – 17:50 (0:09)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica

		numa ideia de síntese						
			Sintetiza a velocidade de evaporação dos três líquidos (água demora porque a pressão é baixa. O álcool mais ou menos. Dos três, o éter evapora mais rápido porque tem maior pressão de vapor.	17:50 – 18:05 (0:15)	Relação entre os dois mundos	Referente específico	Explicação	Icônica-simbólica
SEQUÊNCIA 9.1	18:05-19:00	Conceituando volatilidade, associando-a à pressão de vapor e velocidade de evaporação	Definição: em química, quando uma substância evapora rápido, dizemos que ela é volátil.	18:05-18:27 (0:22)	Mundo dos objetos e eventos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica
			Relaciona pressão de vapor, velocidade de evaporação e volatilidade.	18:27 – 18:32 (0:05)	Relação entre dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica
			Questionamento: das três substâncias (água, álcool e éter), qual é o mais volátil?	18:32 – 18:46 (0:14)	Relação entre os dois mundos	Referente específico	Explicação	Icônica-simbólica
			Nas provas, os valores dessas pressões serão dados. Só não podem esquecer de que quanto maior é a pressão, mais rápido a substância evapora.	18:46 – 19:00 (0:14)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica
SEQUÊNCIA 9.2	19:00-20:30	Discutindo o questionamento proposto, visando à produção de perfumes	Questionamento: “pergunta que caiu na prova do Enem: o cara que fabrica o perfume, vamos supor, você é um químico e foi contratado por uma indústria para fazer perfume, nesse perfume você vai colocar substâncias. Você vai colocar substâncias voláteis ou não?”	19:00 – 20:30 (1:30)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Inclina-se à descrição	Simbólica
SEQUÊNCIA 9.3	20:30-20:40	Discutindo a evaporação da gasolina.	Questionamento: e a gasolina, evapora rápido?	20:30 – 20:40 (0:10)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica
SEQUÊNCIA 9.4	20:40-20:43	Síntese de volatilidade	Síntese: mais volátil evapora mais rápido	20:40 – 20:43 (0:03)	Mundo dos objetos e dos eventos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica
SEQUÊNCIA 10.1	20:43-21:04	Conceituando força de ligação, associando-a à pressão de vapor	Apresenta ligações mais fracas quem passa mais rápido para o estado de vapor. As ligações se quebram.	20:43 – 20:54 (0:11)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica
			Síntese: associação entre	20:54 – 20:59	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica

			força de ligação, evaporação e pressão de vapor. (para passar para o estado de vapor tem que ter maior Pv)	(0:05)				
			Respondendo ao questionamento inicial: ligação mais fraca, o éter.	20:59 – 21:04 (0:05)	Mundo das teorias e dos modelos	Referente específico	Descrição	Simbólica
SEQUÊNCIA 10.2	21:04-21:12	Sintetizando os conceitos abordados	SÍNTESE: mais volátil, evapora mais rápido, tem mais pressão de vapor e tem ligações mais fracas.	21:04 - 21:12 (0:06)	Mundo das teorias e dos modelos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nossa pesquisa pretendeu analisar os movimentos de contextualização e descontextualização, por entre as dimensões empírica e abstrata do conhecimento químico, no discurso de um professor em uma sala de aula do nível médio, verificando as relações de tais movimentos com o uso de representações semióticas e as características dessas representações. A fim de alcançarmos esse objetivo, lançamo-nos mão de uma pesquisa do tipo estudo de caso, referente à análise da atuação de um professor conceituado em uma turma do 2º ano do ensino médio, durante o desenvolvimento da sequência temática “Propriedades Coligativas das Soluções”. A turma considerada fazia parte do Colégio Estadual Roque José de Souza, localizado no município de Campo do Brito, agreste de Sergipe. Essa escola foi escolhida justamente pela proximidade com a realidade local da escola a qual lecionamos e dessa forma, esperamos contribuir para a para uma melhora nas relações de ensino e aprendizagem de nosso contexto educacional. Além disso, estamos promovendo uma descentralização do foco das pesquisas sobre educação, por muito tempo destinadas a investigar de forma preponderante o contexto da capital do estado.

Como principal método de coleta de dados, utilizamos a gravação das aulas em vídeo. Na posterior análise destas, utilizamos o software Videograph®, o qual possibilita, na medida em que a aula progride na tela do computador, que sejam selecionadas as categorias analíticas desejadas, as quais ficam registradas nas respectivas linhas de tempo disponíveis.

Na primeira etapa de análise utilizando o Videograph®, a sequência de aulas pesquisada foi segmentada em unidades menores, os episódios, os quais apresentam fronteiras temáticas bem definidas. Nesse momento, foram categorizados os tipos de conteúdo do discurso e elaborado um esboço do mapa. Essa segmentação inicial da aula em episódios teve como objetivo principal identificar aqueles que correspondiam a discursos de conteúdo científico, diferenciando-os dos demais, uma vez que as categorias epistêmicas e de representações semióticas são aplicáveis apenas para os momentos em que o professor assume tal tipo de discurso.

Posteriormente, como segunda etapa de trabalho, os vídeos foram mais uma vez assistidos para a segmentação dos episódios referentes ao conteúdo científico em sequências discursivas. Eles ajudaram a verificar como as ideias mais simples estavam associadas, formando as ideias mais gerais, as quais caracterizam os episódios. Além do mais, a segmentação dos episódios em sequências discursivas nos deu uma noção de que maneira o conteúdo científico foi sendo articulado ao longo da aula. Nessa etapa de codificação, muitas

delimitações consideradas para os episódios foram reajustadas, uma vez que as sequências apresentaram acabamentos temáticos de forma mais nítida e portanto, deram nova forma àqueles estabelecidos anteriormente. Para finalizar as etapas de categorização, as aulas foram pela última vez assistidas, em que as sequências discursivas foram fragmentadas em segmentos epistêmicos e, a partir deles, foram criados os mapas de segmentos epistêmicos, por meio dos quais foram codificadas as categorias epistêmicas e semióticas. Esses mapas registram de que maneira ocorre a variação das categorias epistêmicas e semióticas ao longo da sequência de aulas. Esse mapa, feito de forma minuciosa, assume importância crucial em nossa análise, pois é por intermédio dele que foi possível identificar a dinâmica de contextualização/descontextualização adotada pelo professor no movimento de abordagem do conteúdo científico. Sem ele, essa tarefa certamente teria sido impossível do ponto de vista analítico consistente. O mapa nos dá uma amplitude muito clara de como as categorias preteridas na análise se intercalam, facilitando a visualização desse movimento ao longo da sequência epistêmica, episódio e mesmo para toda sequência de aula.

A ferramenta analítica usada para a análise dos dados se baseou nas categorias apresentadas em Silva (2008) e Silva e Mortimer (2009), as quais se organizam em três conjuntos: modelagem, níveis de referencialidade e operações epistêmicas. Tais categorias deram visibilidade ao modo pelo qual o professor organizou de forma gradual a construção dos conhecimentos com os alunos. Nesse sentido, nos interessamos em caracterizar os movimentos de contextualização e descontextualização, focalizando a dinâmica entre as categorias epistêmicas, de modo a mostrar como aconteceu a passagem de uma à outra ao longo do desenvolvimento das ideias construídas em sala de aula. Além das categorias epistêmicas, adotamos concomitantemente em nosso trabalho as categorias triádicas estabelecidas por Peirce para caracterizar as representações semióticas usadas pelo professor na relação signo-objeto (ícone, índice e símbolo) dentro de cada segmento epistêmico.

Considerando os percentuais gerados para a sequência de aulas analisadas, quatro no total, no que se refere à categoria Conteúdo do Discurso, concluímos que o professor dedicou a maior parte do tempo ao discurso de conteúdo escrito, com um percentual de 68,01% do tempo total. Em seguida, com um percentual de 24,22%, temos o discurso de conteúdo científico. As demais categorias: agenda, gestão e outros, apresentaram percentuais que somados corresponderam a menos de 8% do tempo total da aula. Dessa forma, ficou evidenciado que a maior parte da aula foi destinada ao conteúdo científico, de fato, seja de forma escrita ou oral. No entanto, observa-se nesse aspecto, o uso de um percentual de tempo muito grande correspondente à escrita do conteúdo na lousa e/ou à espera que os alunos

concluísem a transcrição deste para o caderno, enquanto que a explanação do conteúdo, com ou sem interação com os alunos, correspondeu a menos de $\frac{1}{4}$ da aula.

Para a aplicação das categorias epistêmicas e semióticas, conforme já informamos, consideramos apenas os momentos de discurso de conteúdo científico. O uso de tais categorias resultou na identificação dos segmentos epistêmicos no mapa de episódios. A análise desses dados nos permitiu considerar que o professor dispensou, em suas aulas, a maior parte do tempo para a discussão de referentes específicos, o que é compatível com o maior percentual apresentado pela categoria descrição, no conjunto operações epistêmicas, haja vista que essas categorias se relacionam diretamente. Essa discussão envolvendo referente específico esteve, na maior parte do tempo, no mundo dos objetos e dos eventos.

Embora ocorra a contextualização, caracterizada pela utilização de referentes específicos (fato que deve ser bastante enaltecido ao considerarmos a dinâmica discursiva do professor), verificamos que a descrição superou em termos percentuais a explicação, o que torna evidente, de alguma forma, uma redução da discussão no nível teórico e abstrato da química, já que a maior parte das explicações se dá nesse nível. Como a explicação para a maior parte dos fenômenos químicos geralmente envolve a utilização de modelos explicativos e mecanismos causais, reduzir as explicações implica de fato, limitar o uso de modelos e portanto, de signos icônicos do mundo teórico da química, o que foi compatível com a baixa utilização dessas representações semióticas, informada pelos percentuais dessas categorias. Nesse sentido, evidenciamos que o professor, na tentativa de facilitar o entendimento e descomplicar o conteúdo, se distanciou das teorias subjacentes aos fenômenos observáveis. E isso é ruim, do ponto de vista da Ciência, uma vez que explicação para esses fenômenos se dá, na maior parte dos casos, em nível teórico, com utilização de modelos. Se abster disso, supõe menosprezar a capacidade cognitiva dos alunos e certamente, o entendimento será prejudicado, ao invés de favorecido.

Com relação a essa pouca utilização de representações semióticas, icônicas e indiciais, por parte do professor, nos chamou atenção tal fato, ao considerarmos a natureza específica do conhecimento abordado, o qual certamente envolve intrinsecamente a utilização de modelos, o que é comum na Química, além de gráficos e outras representações que organizam informações e dão sentido ao mundo empírico. Entendemos que isso pode potencialmente comprometer a compreensão e o entendimento dos alunos com relação ao fenômeno em estudo.

Nesse sentido, os ícones foram utilizados como formas de representações realistas do mundo. Eles representaram vidrarias de laboratório e substâncias na perspectiva empírica,

mas o professor não se valeu das representações icônicas enquanto modelos teóricos explicativos do mundo real, algo constitutivo das Ciências, de modo geral, e da Química em particular. Tendo em vista que a Química se constitui na relação dialética ente o mundo empírico e o teórico, torna-se relevante a elaboração de modelos como ferramentas importantes na construção teórica sobre o real dado. Menosprezar tal ferramenta compromete a compreensão da própria natureza do conhecimento científico.

Considerando a análise da dinâmica discursiva do professor, exemplificada por meio da transcrição de três episódios, utilizando para tal a ferramenta analítica e os mapas de segmentos epistêmicos, percebemos que, do ponto de vista do tipo de conteúdo do discurso, de maneira geral, o professor iniciava as aulas com um discurso de gestão e manejo de classe, o qual vinha seguido por um discurso de conteúdo escrito para, enfim, chegar a adotar o discurso de conteúdo científico. Considerando o discurso de conteúdo científico, do ponto de vista epistêmico, pudemos enxergar, que o professor iniciava a abordagem do conteúdo com generalizações, no mundo das teorias e dos modelos, fazendo uso de classes de referentes e referentes abstratos. Posteriormente, o professor passava a fazer uso de referentes específicos, no mundo dos objetos e eventos, trabalhando assim com descrições e explicações. Prosseguindo, ele intercalava a abordagem ao conteúdo no mundo das teorias e dos modelos com a abordagem no mundo dos objetos e dos eventos, chegando a explicitar a relação entre esses dois mundos. Essa alternância de categorias, dentro de cada sequência discursiva foi verificada para todos os conjuntos de categorias empregados na análise. Para fechamento dos conteúdos, uma prática comum do professor foi retornar às categorias que caracterizavam o início de sua aula.

Com relação à representação semiótica, o movimento discursivo do professor se se iniciava em nível simbólico, considerando as palavras verbalizadas como tal, como outrora discutido. Posteriormente, passava a trabalhar com ícones e índices, quando intercalava segmentos epistêmicos em que abordava ora referentes abstratos e classes de referentes, ora referentes específicos. Simultaneamente, intercalava também o mundo das teorias e dos modelos com o mundo dos objetos e eventos, algumas vezes explicitando tal relação em uma mesma sequência. Essa dinâmica de intercalar ora referente específico, ora classe de referentes, ora mundo dos objetos e eventos, ora mundo das teorias e dos modelos é o que caracteriza o movimento de contextualização/descontextualização do conteúdo. Nesse sentido, é importante destacar a função preponderante do mapa de segmentos epistêmicos na identificação desse movimento em que sem ele, certamente esse trabalho analítico seria muito

dificultado. O mapa nos dá uma visualização ampla de como as categorias epistêmicas e semióticas se intercalam ao longo de cada sequência e conseqüentemente, de cada episódio.

Os resultados apresentados, conforme informamos, evidenciam a habilidade do professor em articular o discurso que se volta para referentes específicos, envolvendo descrições e explicações, com aquele voltado para referentes abstratos e classes referentes, envolvendo generalizações. Desse modo, ao tempo em que apresenta generalizações, o professor busca dar sentido a estas por meio de descrições e explicações de fenômenos e eventos específicos. Consideramos que isto é um aspecto que favorece a aprendizagem e, possivelmente, ele é um dos responsáveis pela boa reputação que este professor goza diante de seus alunos. Por outro lado, o limitado uso de modelos certamente compromete uma percepção mais elaborada dos fenômenos discutidos.

Ao selecionarmos este professor para a nossa pesquisa consideramos, dentre outros aspectos envolvidos na seleção, que tínhamos interesse em dar visibilidade aos processos de ensino que se desenvolvem na região do agreste sergipano. Tendo-se em vista que o professor pesquisado tem um trabalho bastante respeitado na comunidade pedagógica e geral, podemos considerar que estamos apresentando uma dinâmica discursiva que representa um dos melhores trabalhos da região e, neste sentido, isto pode iluminar a nossa ideia a respeito dos demais.

Além dos resultados obtidos consideramos que essa pesquisa oferece também uma perspectiva metodológica no sentido de possibilitar a compreensão da dinâmica da sala de aula com maior clareza. Ela ainda oferece contribuições para a formação inicial e continuada de professores. Sabemos que pouco se tem discutido tanto na formação inicial quanto na continuada sobre essa perspectiva epistêmica, muito menos em considerar o estudo sistemático das representações semióticas, como forma de linguagem e comunicação, no âmbito da Química. Além do mais, são poucas as pesquisas que se inserem nessa linha de investigação, ou seja, ao modo como o conteúdo científico vai sendo configurado ao longo da fala do professor, mediado pelas representações semióticas, algo inerente à ciência em geral, e a química em particular, bem como a pouca clareza no que se diz respeito a passagem de uma categoria a outra e a importância desse movimento como mecanismo causal. A pesquisa que desenvolvemos contribui nessa perspectiva em vários sentidos. Se alguém assiste a aula desse professor e diz que ele apresenta bem os conteúdos, esse mesmo alguém (um aluno ou pesquisador) sem uma estrutura analítica adequada acaba tendo poucos recursos para compreender e reproduzir a dinâmica discursiva verificada. Com a ferramenta analítica há possibilidade de compreender e fomentar uma discussão sobre aspectos que podem ser

valorizados e mesmo reproduzidos em diferentes salas de aula. Nesse sentido, os dados desta pesquisa poderão ser usados tanto na formação, quanto na mudança da prática docente.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.M.W.; DA SILVA, K.P.; VERTUAN, R.E. **Sobre a categorização dos signos na Semiótica Peirceana em atividades de Modelagem Matemática**. Revista eletrônica de investigación en educación en ciencias, nº 1, v.6, p.1-10.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN⁺ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática, e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec. 2002.

BUTY, C.; TIBERGHEN, A.; LE MARÉCHAL, J-F. **Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences**. International Journal of Science Education, v. 26, p. 579-604, 2004.

CALDEIRA, A.M.A.; MANECHINE, S.R.S. **Apresentação e representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas**. Investigação em ensino de Ciências, v.12, pg. 227-261, 2009.

_____; SILVEIRA, L.F.B. **O processo evolutivo: uma análise semiótica**. Revista Ciência e educa o, v. 5, pg. 95-100, 1998.

CHASSOT, A. **Alfabetiza o científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educa o, n 22, p. 89-100, 2003.

CONSTANTINO, G. A. **Análise semiótica da introdu o   geometria do livro de 5^a série da cole o: ideias e rela es**. 2003. Disserta o de mestrado – Universidade do Sul de Santa Catarina – Santa Catarina, 2003.

CORREIA, C.M.C. **Fundamentos da semiótica peirceana**. Anais do IX Fórum de estudos linguísticos (FELIN) e I Colóquio de Semiótica (COLSEMI). 2007.

FRANÇA, E.C.M.; NUNES, J.M.; FREIRE, F.A. **Contrastando práticas e movimentos epistêmicos em atividades investigativas**. 2012. Anais do VI Internacional de Educa o e Contemporaneidade (Educon).

GALAGOVSKY, L. **Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable**. Parte 1. El modelo teórico. Ense anza de las Ciencias, Barcelona, v. 22, n. 2, p. 229-240, 2004.

GARCÍA, J.J.G.; PALACIOS, F.J.P. ** C mo usan los profesores de Química las representaciones semióticas?** Ense anza de las ciências, v.5, n.2, p.247-259, 2006.

GOIS, J.; GIORDAN, M. **Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação.** Química Nova na Escola, nº7, p.34-42, 2007.

HABRAKEN, C. **Integrating into Chemistry Teaching Today's Student's Visuospatial Talents and Skills, and the Teaching of Today's Chemistry's Graphical Language.** Amsterdam, Journal of Science Education and Technology, v. 13, n. 1, 2004.

KELLY, G. J. **Inquiry, activity, and epistemic practices.** Paper apresentado na *Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda.* New Brunswick, NJ. fev. 2005.

_____.; DUSCHL, R. A. **Toward a research agenda for epistemological studies in science education.** Paper apresentado na *Reunião Annual da NARST.* New Orleans, LA, abr. 2002.

LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. **Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology.** *Science Education.* 90: 148-163, 2005.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química Ensino Médio.** 1ª edição. Editora Scipione, São Paulo, 2010.

_____. MASSICAME, T.; BUTY, C.; TIBERGHEN, A. **Uma metodologia de análise e comparação entre as dinâmicas discursivas de salas de aulas de ciências utilizando software e sistema de categorização de dados em vídeo: Parte 1, dados quantitativos.** Anais do V ENPEC, 2005.

_____. **Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências.** In NARDI, R. A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007.

_____. **Meaning making in secondary science classrooms.** Buckingham: Open University Press, 2003.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M.C. **Pesquisar e aprender em educação Química: alguns pressupostos teóricos.** Universidade de Vitória. Disponível em: <<http://vitoria.upf.br/~adelauxen/textos/pesquisareaprender.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2013.

NÚÑEZ, I.B.; UEHARA, F.M.G.; PEREIRA, J.E. **As representações semióticas nas provas de Química no vestibular da UFRN: uma aproximação à linguagem científica no ensino nas ciências naturais.** Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/756.pdf>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2013

PAULA, H.F.; ALVES, E.G. **Uso de um modelo semióticos para análise dos atos de significação de inscrições didáticas.** VII Empec (Encontro Nacional de pesquisas em Educação em Ciências), Florianópolis, 08 de novembro de 2009.

PEIRCE, C.S. **Semiótica.** São Paulo: Perspectiva, 2000.

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

_____. **A teoria geral dos signos: Semiose e autogeração.** São Paulo: Ática, 1995.

_____. **Matrizes da linguagem e pensamento.** São Paulo: Iluminuras, 2001.

SANTOS, W.; MÓL, G. e cols. **Química Cidadã.** 1ª edição, São Paulo. Editora Nova Geração, 2010.

SANTOS, J.T.M.; WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; SARMENTO, V.H.V. **Propriedades coligativas:** aproximação e distanciamento em relação ao conhecimento de referência presentes em livros didáticos de Química. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v.3, 2013.

SENECINATO, T.; CASSAVAN, O.; CALDEIRA, A.M.A. **A dimensão estética sobre as florestas tropicais no ensino de ecologia.** Investigação em ensino de Ciências, v.15, pg. 163-189, 2009.

SILVA, A.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química:** contrastando professores de estilos diferentes. 2008. Tese (Doutorado)- Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

_____. **Práticas e movimentos epistêmicos em atividades investigativas de Química.** 2011. Anais do EMPEC.

_____; MORTIMER, E.F. **Aspectos epistêmicos das estratégias enunciativas m uma sala de aula de Química.** Química Nova na Escola, nº2, pg. 104-112, 2009.

SCOTT, P. **Teaching and Learning Science Concepts in the Classroom: Talking a path from spontaneous to scientific knowledge.** In Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências - Linguagem, Cultura e Cognição; reflexões para o ensino de ciências. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG. 1997.

SUÁREZ, L. L. **Conhecimento sensorial:** uma análise segundo a perspectiva da semiótica computacional. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Computação e de Computação, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, 2000.

TREVISSAN, M.D.; CARNEIRO, M.C. **Uma descrição semiótica da metáfora no ensino de biologia:** asserções sobre a célula animal. Investigação em ensino de Ciências, v.14, pg. 479-496, 2009.

WARTHA, E.J. **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Química Orgânica sob um olhar da Semiótica Peirceana.** 2013. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

_____; REZENDE, D. B. **Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(2), pg. 275-290, 2011.

APÊNCIDE A

Mapa de episódio para a primeira parte da sequência didática

Número do Episódio	TIPO DO DISCURSO/EPISÓDIO	TEMPO INICIAL-FINAL (MIN)
1	Conteúdo escrito	0:0-3:34 (3:34)
2	Agenda	3:34-3:57 (0:23)
3	Conteúdo escrito	3:57-13:57 (10:00)
4	Gestão e manejo de classe	13:57-14:03 (0:06)
5	Agenda	14:03-14:12 (0:09)
6	Conteúdo científico: Definição de propriedades coligativas	14:12-15:30 (1:18)
7	Conteúdo científico: Classificação das propriedades coligativas	15:30-16:02 (0:32)
8	Conteúdo científico: Conceituando Pressão de Vapor	16:02-18:05 (2:03)
9	Conteúdo científico: Conceituando volatilidade	18:05-20:43 (2:38)
10	Conteúdo científico: Conceituando Força de ligação	20:43-21:12 (0:29)
11	Conteúdo científico: Relacionando temperatura de ebulição e pressão de vapor	21:12-21:26 (0:14)
12	Conteúdo científico: Questionamentos de sondagens sobre volatilidade, força de ligação e temperatura de ebulição	21:26-21:42 (0:18)
13	Conteúdo científico: Dependência dos fatores evaporação, volatilidade e força de ligação da pressão de vapor	21:42-21:51 (0:09)
14	Agenda	21:51-22:35 (0:44)
15	Outros	22:35-23:34 (0:59)
16	Conteúdo escrito	23:34-37:17 (14:43)
17	Gestão e manejo de classe	37:17-37:32 (0:15)
18	Conteúdo científico: Relação entre pressão de vapor e temperatura	37:32-39:15 (1:43)
19	Conteúdo científico: Relacionando temperatura de ebulição, pressão de vapor e pressão externa	39:15-42:30 (3:15)
TOTAL:		43:30

APÊNDICE B

Mapa de Sequência discursiva – 1ª parte da sequência de aulas

EPISÓDIOS	SEQUÊNCIAS DISCURSIVAS	TEMPOS INICIAL-FINAL	CONTEÚDO TEMÁTICO
Episódio 6 Caracterizando as propriedades coligativas a serem estudadas	Sequência 1	14:12-15:16	Definição de propriedades coligativas, como sendo estas dependentes da quantidade de partículas dissolvidas e não da natureza destas.
	Sequência 2	15:16-15:30	Descrição das quatro propriedades coligativas a serem estudadas (tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e osmometria), e justifica a importância de se entender as propriedades físicas dos solventes.
Episódio 7 Classificação das propriedades coligativas	Sequência única	15:30-16:02	Nomeia as propriedades coligativas e a variação para esses nomes encontrados na literatura.
EPISÓDIO 8 Conceituando Pressão de Vapor	Sequência 1	16:02-16:40	Definição de pressão de vapor. Representação química dessa grandeza. Relação entre velocidade de evaporação e pressão de vapor.
	Sequência 2	16:40-17:41	Relaciona a velocidade de evaporação de três líquidos distintos à pressão de vapor.
	Sequência 3	17:41-18:05	Síntese do conceito de pressão de vapor, com base na velocidade de

			evaporação dos três líquidos.
EPISÓDIO 9 Conceituando volatilidade	Sequência 1	18:05-19:00	Definição do conceito de volatilidade e associação dessa grandeza à velocidade de evaporação.
	Sequência 2	19:00-20:30	Exemplificação de aplicação da volatilidade na fabricação de perfumes.
	Sequência 3	20:30-20:43	Questionamento sobre a velocidade de evaporação da gasolina. Síntese do conceito de volatilidade.
EPISÓDIO 10 Conceituando Força de ligação	Sequência 1	20:43-21:04	Definição de força de ligação.
	Sequência 2	21:04-21:12	Síntese de força de ligação, associando-a a evaporação e pressão de vapor.
EPISÓDIO 11 Relacionando temperatura de ebulição e pressão de vapor	Sequência única	21:12-21-26	Questionamento sobre qual dos líquidos analisados apresentam menor temperatura de ebulição. Associa à pressão de vapor.
EPISÓDIO 12 Questionamentos de sondagens sobre volatilidade, força de ligação e temperatura de ebulição	Sequência única	21:26-21:42	Para os líquidos em estudo, são feitos questionamentos sobre as grandezas físicas abordadas na aula.
Episódio 13 Dependência dos fatores evaporação, volatilidade e força de ligação da pressão de vapor	Sequência única	21:42-21:51	Sintetiza as propriedades físicas e relaciona a dependência destas à pressão de vapor.
Episódio 19 Relação entre pressão de vapor e temperatura	Sequência 1	37:32-37:42	Rediscussão das ideias iniciais de que existem diferentes valores de pressão de vapor para cada líquido diferente.

	Sequência 2	37:42-38:42	Discute as condições para se alterar as pressões e vapor dos líquidos.
	Sequência 3	38:42-39:15	Discussão do motivo pelo qual o refrigerante “natural” derrama quando agitado levemente e aberto.
Episódio 20 Relacionando temperatura de ebulição, pressão de vapor e pressão externa	Sequência 1	39:15-39:29	Definição do conceito de temperatura de ebulição.
	Sequência 2	39:29-40:10	Relação entre temperatura de ebulição e pressão atmosférica.
	Sequência 3	40:10-41:42	Discussão sobre o motivo pelo qual as latas de óleo de comida abrem-se com mais facilidade quando se faz os furos em dois lugares.
	Sequência 4	41:42-42:30	Condição para que a água entre em ebulição. Relação entre pressão de vapor, pressão externa e temperatura de ebulição.

APÊNDICE C

Mapa de segmentos epistêmicos para a 1ª parte da 1ª aula sequência analisada.

NÚMERO	EPISÓDIO	SEGMENTO EPISTÊMICO	TEMPO INICIAL-FINAL	MODELAGEM	NÍVEIS	OPERAÇÕES	REPRESENTAÇÕES	Comentários contextuais
6	Definição de propriedades coligativas agenda	Definindo propriedades coligativas associando ao nome	14:12 – 14:28 (0:16)	Mundo das teorias e dos modelos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	O professor inicia apresentação do conteúdo considerando o texto que havia escrito no quadro antes de iniciar a aula.
		Utilização da água como exemplo para justificar a mudança de propriedade (ebulição) pela adição de sal de cozinha.	14:28 – 14:57 (0:29)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	O professor, várias vezes, se reporta ao texto escrito no quadro
		Síntese de definição: propriedade coligativa vai depender da quantidade de partículas dissolvidas. Pouco sal varia x, muito sal 2x.	14:57 – 15:16 (0:19)	Mundo das teorias e modelos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
		Aponta para a lousa onde estão escritos os nomes das propriedades a serem estudada e admite adentar profundamente no estudo	15:16 – 15:30 (0:14)	Mundo da teoria e dos modelos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	

		delas na aula seguinte, justificando que a Ênfase na aula atual seria nas propriedades físicas, necessárias para entender as coligativas.						
7	Classificação das propriedades coligativas	Citas as propriedades coligativas (tonometria, ebuliometria, criometria e osmometria) mostrando que alguns livros trazem como tonoscopia, ebuliosopia, crioscopia e osmoscopia.	15:30 – 15:54 (0:24)	Mundo das teorias e modelos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Aponta para as quatro propriedades, mas antes é necessário entender as propriedades físicas, começando por pressão de vapor.	15:54 – 16:02 (0:08)	Mundo das teorias e modelos	Referente específico	descrição	Simbólica	
8	Conceituando pressão de vapor	Representação de pressão de vapor por Pv. Simbologia química.	16:02 – 16:10 (0:08)	Mundo das teorias e dos modelos	Referente abstrato	Generalização	Simbólica	
		Definição de pressão de vapor: é a pressão que um líquido tem para ele se transformar em gás. é a força que o líquido tem para que ele consiga passar para o estado gasoso.	16:10 – 16:36 (0:26)	Relação entre os dois mundos	Referente abstrato	Generalização	Simbólica-icônica-indicial	O professor indica com uma seta o sentido da mudança de fase: líquido para o gasoso
		Síntese do conceito: quando um líquido conseguir evaporar, você	16:36 – 16:40 (0:04)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	O professor somente fala, sem se reportar ao desenho.

		diz que ele atingiu sua pressão máxima de vapor.					
		Questionamento: imaginem que eu tenha três recipientes abertos em cima do birô, contendo água, álcool e éter. Qual delas vai ser possível sentir o cheiro primeiro? (aponta para a lousa onde estão os desenhos dos recipientes, associados aos nomes dos líquidos e dos valores de pressão de vapor)	16:40 - 17:00 (0:20)	Mundo dos objetos e eventos	Referentes específicos	Descrição	Simbólica-Icônica
		Caracteriza o éter: é aquele usado em hospitais e que se deixar aberto ele evapora num instante. (essa caracterização foi necessária haja vista que os alunos apresentaram, em sua maioria, o álcool como resposta)	17:00 – 17:25 (0:25)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica
		Compara a água (que pode deixar o recipiente aberto e que demora a evaporar) ao éter	17:25 – 17:31 (0:06)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica
		Explica : porque a água tem uma pressão de vapor pequena e o éter tem pressão de vapor grande.	17:31 – 17:41 (0:10)	Mundo das teorias e dos modelos.	Referente específico	Explicação	Simbólica-indicial
		Síntese: quanto maior é a pressão de vapor, mais	17:41 – 17:50	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica

		rápido um líquido evapora	(0:09)					
		Sintetiza a velocidade de evaporação dos três líquidos (água demora porque a pressão é baixa. O álcool mais ou menos. Dos três, o éter evapora mais rápido porque tem maior pressão de vapor.	17:50 – 18:05 (0:15)	Relação entre os dois mundos	Referentes específicos	Explicação	Simbólica-icônica	
9	Conceituando volatilidade	Definição: em química, quando uma substância evapora rápido, dizemos que ela é volátil.	18:05 – 18: 27 (0:22)	Mundo dos objetos e eventos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
		Relaciona pressão de vapor, velocidade de evaporação e volatilidade.	18:27 – 18:32 (0:05)	Relação entre dois mundos	Classe de referentes	Generalização	simbólica	
		Questionamento: das três substâncias (água, álcool e éter), qual é o mais volátil?	18:32 – 18:46 (0:14)	Relação entre os dois mundo	Referente específico	Explicação	Simbólica- Icônica	
		Nas provas, os valores dessas pressões serão dados. Só não podem esquecer de que quanto maior é a pressão, mais rápido a substância evapora.	18:46 – 19:00 (0:14)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
		Questionamento: pergunta que caiu na prova do Enem: o cara que fabrica o perfume, vamos supor, você é um químico e foi contratado por uma indústria para fazer	19: 00 – 20:30 (1:30)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Inclina-se à descrição	Simbólica	

		perfume, nesse perfume você vai colocar substâncias. Você vai colocar substâncias voláteis ou não?						
		Questionamento: e a gasolina, evapora rápido?	20:30 – 20:40 (0:10)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Síntese: mais volátil evapora mais rápido	20:40 – 20:43 (0:03)	Mundo dos objetos e dos eventos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
10	Conceituando Força de ligação	apresenta ligações mais fracas quem passa mais rápido para o estado de vapor. As ligações se quebram	20:43 – 20:54 (0:11)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
		Síntese: associação entre força de ligação, evaporação e pressão de vapor.(para passar para o estado de vapor tem que ter maior Pv)	20:54 – 20:59 (0:05)	Relação entre os dois mundos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
		Respondendo ao questionamento inicial: ligação mais fraca, o éter.	20:59 – 21:04 (0:05)	Mundo das teorias e modelos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		SÍNTESE: <i>mais volátil, evapora mais rápido, tem mais pressão de vapor e tem ligações mais fracas</i>	21:04 – 21:12 (0:08)	mundo das teorias e dos modelos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	
11	Relacionando	Questionamento: qual	21:12 –	Mundo dos	Referente	Descrição	Simbólica-Ícone-	Uso de setas em

	temperatura de ebulição e pressão de vapor	substância(com relação Às três) tem menor temperatura de ebulição, ou seja, evapora mais rapidamente?	21:18 (0:06)	objetos e eventos	específico		índice	movimento indicando a evaporação
		Resposta ao questionamento: o éter	21:18 – 21:26 (0:08)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
12	Questionamentos de sondagens sobre volatilidade, força de ligação e temperatura de ebulição	E se fizesse perguntas contrárias. Quem é menos volátil?	21:26 – 21:32 (0:06)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Alunos respondem: a água. Professor confirma	21:32 – 21:33 (0:01)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Quem tem ligações mais fortes?	21:33 – 21:35 (0:02)	Mundo das teorias e modelos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Alunos respondem: a água. Professor confirma	21:35 – 21:38 (0:03)	Mundo das teorias e modelos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Quem tem maior temperatura de ebulição?	21:38 – 21:40 (0:02)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
		Alunos respondem: a água. Professor confirma	21:40 – 21:42 (0:02)	Mundo dos objetos e eventos	Referente específico	Descrição	Simbólica	
13	Dependência dos fatores evaporação, volatilidade e força de ligação da pressão de vapor	Tudo isso aqui (volatilidade, força de ligação e temperatura) vai se basear na pressão de vapor.	21:42 – 21:51 (0:09)	Mundo das teorias e modelos	Classe de referentes	Generalização	Simbólica	

