



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

JEFFERSON DAVID DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE SOLUBILIDADE
COM BASE NA DINÂMICA DA MEDIAÇÃO SEMIÓTICA**

CARUARU

2019

JEFFERSON DAVID DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE SOLUBILIDADE
COM BASE NA DINÂMICA DA MEDIAÇÃO SEMIÓTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

CARUARU

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S237c Santos, Jefferson David dos.
Construção de significados sobre o conceito de solubilidade com base na dinâmica da mediação semiótica. / Jefferson David dos Santos. – 2019.
137 f.; il.: 30 cm.

Orientador: João Roberto Ratis Tenório da Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2019.
Inclui Referências.

1. Semiótica - Caruaru (PE). 2. Significação (Filosofia). 3. Solução (Química).
4. Química (Ensino médio). I. Silva, João Roberto Ratis Tenório da (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-343)

JEFFERSON DAVID DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE SOLUBILIDADE
COM BASE NA DINÂMICA DA MEDIAÇÃO SEMIÓTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 08/03/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Luca Tateo (Examinador Externo)
Universidade de Aalborg

Dedico este trabalho ao meu filho, Carlos
Guilherme dos Santos, e a toda minha família,
por todo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

O que me moveu ao longo do curso de mestrado foi à motivação. Eu, movido pela busca da realização dos meus infindáveis sonhos sempre encontrava forças na companhia do meu filho, Carlos Guilherme dos Santos, hoje com 8 anos de idade. Mesmo na ausência dele para está com a mãe, tinha eu na mesa onde escrevia essa dissertação, o porta-retrato dele, tudo me remete ao meu filho, encontro nele minha motivação maior e forças para continuar.

Vivi e cresci com aos meus avôs maternos, Amaro França e Severina (Dona Biu), que mesmo compreendendo pouco o que eu fazia (na vida acadêmica), mesmo que eu explicasse mil vezes; esses me deram energia para seguir na caminhada e sempre me apoiaram. Tenho muitos votos de agradecimentos a esses que são meus verdadeiros pais e sou eternamente grato ao amor dado a mim. Agradeço a minha mãe Zuleide por sempre me receber de braços abertos em sua casa e pelo carinho que sempre teve por mim. Agradeço a minha tia Celina a qual sempre me acolheu em sua residência com muita paciência e com muito carinho, na verdade essa minha tia é também minha mãe. Dedico este trabalho aos meus irmãos Erico, Érika, Erlane, Eler, Yuri e Wesley. E também aos meus sobrinhos Osmário, Richard, Emilly e Weverton. Amo todos vocês.

Na vida acadêmica, nos tempos de graduação, havia conhecido o professor Euzébio Simões, em um evento que ele organizara na UFRPE, mas sempre tive pouco contato. Mas já era eternamente grato pela disponibilidade que ele teve em fazer uma correção do meu Trabalho de Conclusão de Curso da graduação. E mais uma vez, sou grato a este pelas contribuições significativas para este trabalho.

Agradeço aos professores Ayron e Roberto Sá, que sempre fizeram parte da minha vida de estudante universitário. Ambos sempre me motivaram, me orientaram em trabalhos acadêmicos e participaram da minha formação acadêmica e pessoal.

Quando cheguei ao primeiro dia de aula no mestrado, na verdade a apresentação do programa; lá estavam Euzébio e Ayron, entre outros, fiquei um pouco perdido, pois a maioria estava com os seus orientadores definidos. Por sua vez, os professores Ayron e Euzébio sugeriram que João Tenório me orientasse. Confesso que não conhecia e nem nunca tinha

visto o professor João. Ayron se dirigiu para mim e Euzébio e falou: João está ali no corredor, apontando para João! De aparência jovem fiquei confuso sobre se era de fato aquele João que os professores estavam se referindo. Se não fosse o meu orientador professor João Tenório não estaria eu aqui abordando as bases filosóficas e teóricas desse meu trabalho acadêmico, pois nunca havia lido ou ouvido falar de semiótica e tão pouco de signos. Foi tudo novo e também me sentir diante de um desafio enorme na compreensão dessas perspectivas (semiótica, signos, significados, sentidos, psicologia cultural, entre outras abordagens teóricas). Agradeço ao professor João pela disponibilidade sempre que eu recorria, pelas orientações, pela paciência, pelas sugestões de leituras, por me guiar e por me ajudar a chegar até aqui, pois sem esse não seria possível que eu elaborasse essa dissertação e conseqüentemente que eu compreendesse um campo teórico tão rico nas pesquisas científicas. Muito obrigado professor João. Meu eterno abraço, a todos que participaram da minha vida acadêmica até o presente momento.

Agradeço a todos os meus amigos do PPGECM os quais sempre compartilhamos saberes, conhecimentos e informações. Todos os colegas do programa foram atenciosos, companheiros nas horas de alegria, das descontrações e também nas horas mais difíceis e de necessidades. Agradeço ao meu amigo Joais Martins pela força em momentos difíceis, por sempre ser prestativo naquilo que eu precisava e também das dúvidas que eu tinha, sou eternamente grato.

Agradeço a professora Kátia Calligaris pela acolhida, pela construção do saber proporcionado pelas suas aulas e de sua disponibilidade sempre que requeríamos.

Agradeço aos professores do PPGECM por proporcionar momentos de aprendizagem e pelas contribuições para minha formação acadêmica, profissional e pessoal. Agradeço a todos já citados e também aos professores: Marcos Barros pelas aulas inovadoras por meio das metodologias ativas e tecnologias em sala de aula; a professora Kátia Cunha pelas suas contribuições no campo da avaliação; a professora Kilma pelas aulas de didática das ciências que nos proporcionou riquíssimas discussões; e ao professor Petronildo que me fez conhecer a abordagem histórico-cultural de Vigotski e Galperin.

Dedico este trabalho ao meu filho Carlos Guilherme dos Santos. Amo-te meu filho.

“Se alguém quiser dizer que ‘Deus é energia’, poderá encontrar Deus num pedaço de carvão.” (WEINBERG, 1996 apud DAWKINS, 2007, p. 27).

“Não é a consciência que determina a vida, mas sim a vida que determina a consciência.” (MARX, ENGELS, 1999).

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de um estudo empírico que buscou explicar como estudantes do Ensino Médio constroem significados sobre o conceito de solubilidade a partir da mediação dos tipos de signos propostos por C. S. Peirce. Buscamos também fazer uma aproximação da semiótica de Peirce com os aspectos da teoria histórico-cultural de L. S. Vigotski (2007) com as contribuições da Psicologia Cultural Semiótica. Assim, o principal objetivo deste estudo foi analisar como ocorre o processo de construção de significados do conceito de solubilidade por estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública situada no município de Bezerros-PE. Como percurso metodológico, nossa investigação ocorreu em três momentos com a participação de cinco estudantes. No primeiro momento foi aplicado um questionário com o intuito de analisar as concepções prévias dos estudantes para assim nortear a investigação; no segundo, foi realizada uma discussão do conceito de solubilidade por meio de uma aula expositivo-dialogada com o objetivo de disponibilizar signos que pudessem ter a função de mediadores no processo de construção de significados; e no terceiro momento, os estudantes foram divididos em dois grupos distintos em que apresentaram seminários com problemáticas diversas com objetivo de identificar quais signos disponibilizados anteriormente os estudantes retomavam, se mostrando como mediadores no momento de externalização dos significados construídos. Os nossos resultados apontam que os signos disponibilizados durante a intervenção didática foram de fundamental importância na construção de significados e sentidos. E que tais signos mediarão os seminários, nos dando indícios de como a relação entre os processos de internalização/externalização canalizados pelos aspectos culturais e sociais fornecem importantes contribuições da Psicologia Cultural Semiótica para o Ensino de Química.

Palavras-chave: Semiótica. Significados. Solubilidade. Ensino de química.

ABSTRACT

This work presents the results of an empirical study that sought to explain how high school students make meanings about the concept of solubility through the mediation of certain types of signs proposed by Peirce. We also seek to approximate Peirce's semiotics with the aspects of the historical-cultural theory with the contributions of Semiotic Cultural Psychology. Thus, the main objective of this study was to analyze how the process of constructing meanings of the concept of solubility by high school students of a public school located in the city of Bezerros-PE. As a methodological course, our investigation occurred in three moments with the participation of five students. At the first moment a questionnaire was applied with the intention of analyzing the previous conceptions of the students to guide the investigation; in the second, a discussion of the concept of solubility was carried out through an expository-dialogic class with the objective of providing signs that could have the function of mediators in the process of meaning making; and in the third moment, the students were divided into two distinct groups in which they presented seminars with different problems in order to identify which signs previously available the students returned, showing themselves as mediators in the moment of externalization of the constructed meanings. Our results indicate that the signs made available during the didactic intervention had fundamental importance in the construction of new meanings. And that these signs mediated the seminars, giving us indications as to how the relationship between the processes of internalization / externalization channeled through the cultural and social aspects provide important contributions of the Semiotic Cultural Psychology to the Chemical Education.

Keywords: Semiótic. Meaning. Solubility. Teaching of chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Triângulo proposto por C. S. PEIRCE.....	25
Figura 2 -	Memorial de um parque.....	28
Figura 3 -	Desenho de René Magritte – Isto não é um cachimbo.....	29
Figura 4 -	Placa de um determinado lugar.....	30
Figura 5 -	Imagem virtual das intrerações entre as moléculas de água.....	42
Figura 6 -	Representação química da molécula de propanona.....	43
Figura 7 -	Construção da realidade atômico-molecular.....	45
Figura 8 -	Representação semiótica para abordagem dos construtos científicos.....	46
Figura 9 -	Representação dos cristais de sacarose dissolvidos na água.....	50
Figura 10 -	Béqueres contendo água com proporções diferentes de açúcar.....	51
Figura 11 -	Solvatação de cloreto de sódio (NaCl).....	52
Figura 12 -	Relação da polaridade com a acidez de algumas moléculas.....	53
Figura 13 -	Fórmulas espaciais do estearato de sódio e caldas de hidrocarbonetos de um sabão.....	54
Figura 14 -	Representação da molécula de sabão.....	54
Figura 15 -	Lata de refrigerante sendo aberta.....	57
Figura 16 -	Sistema respiratório de animais aquáticos.....	58
Figura 17 -	Sistema respiratório humano.....	59
Figura 18 -	Representação do ciclo metodológico.....	63
Figura 19 -	Ciclo metodológico das ações da investigação.....	64
Figura 20 -	Relação entre ontogênese, mesogênese e microgênese.....	72

Figura 21 -	Representação do conceito de solubilidade a nível macroscópico da química.....	81
Figura 22 -	Mapa conceitual apresentado aos estudantes.....	83
Figura 23 -	Nível atômico-molecular na explicação do conceito de solubilidade.....	86
Figura 24 -	Desenho contido no cartaz.....	93

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Gráfico da variação de solubilidade molar conforme a pressão parcial.....56
- Gráfico 2 - Relação da solubilidade molar x pressão parcial de alguns gases.....88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Solubilidade de algumas substâncias.....	49
Quadro 2 -	Perguntas do questionário.....	67
Quadro 3 -	Questões temas de pesquisa.....	70
Quadro 4 -	Legenda de sinais utilizados na transcrição dos episódios.....	73
Quadro 5 -	Concepções prévias apresentadas pelas estundates.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	A relação das três tricotomias de signos.....	25
Tabela 2 -	Solubilidade dos gases em relação a temperatura.....	56
Tabela 3 -	Signo icônico e simbólico mediando à significação do conceito.....	79
Tabela 4 -	Representação da relação do coeficiente de solubilidade com a temperatura...82	
Tabela 5 -	Signos mediando o processo de significação.....	84
Tabela 6 -	Signos icônicos, indiciais e simbólicos.....	87
Tabela 7 -	Transcrição do diálogo da primeira dupla para explicação do problema.....	89
Tabela 8 -	Transcrição do diálogo da primeira dupla para resolução do problema.....	91
Tabela 9 -	Transcrição do diálogo do segundo grupo para resolução do problema.....	92

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	Semiótica – breve histórico	22
2.2	Mediação semiótica e o desenvolvimento humano	31
2.3	Psicologia cultural semiótica e a construção de significados	35
2.4	A abordagem da semiótica no ensino de química	39
2.5	O conceito de solubilidade	48
2.6	Pesquisas envolvendo o conceito de solubilidade no ensino de química	59
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	62
3.1	Aporte teórico metodológico	62
3.2	Critérios de seleção dos participantes	64
3.3	Desenho metodológico da pesquisa	66
3.4	Análise microgenética dos dados	71
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.1	Descrição do perfil social dos estudantes e da representação do conhecimento	75
4.1.1	Perfil social e conhecimento prévio acerca do conceito de solubilidade	75
4.2	Construção de significados e signos mediadores	79
4.2.1	Primeiro encontro da aula expositivo-dialogada	79
4.2.2	Segundo Encontro da Aula Expositivo-Dialogada	88
4.3	Retomada dos signos mediadores: externalização de novos significados	90

4.3.1	Primeiro Grupo (Maria e Sílvia)	91
4.3.2	Segundo Grupo (Carla, Joana e Célia)	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APRESENTADO AOS ESTUDANTES - LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES ACERCA DO CONCEITO DE SOLUBILIDADE	111
	APÊNDICE B – TEXTO EXTRAÍDO DO LIVRO: QUÍMICA: ENSINO MÉDIO	113
	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO	115
	ANEXO B - CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	119
	ANEXO C – TRANSCRIÇÃO DA INVESTIGAÇÃO DESTE TRABALHO	124

1 INTRODUÇÃO

Nosso interesse por uma investigação centrada na perspectiva da semiótica nasce com o objetivo de compreender como os estudantes constroem significados pela mediação de instrumentos semióticos (signos) a partir da relação entre as dimensões inter e intrapsicológicas. O que relaciona o processo de formação de conceitos com a aproximação sociocultural é a concepção de ação mediada, caracterizando a natureza social do processo de aprendizagem, em que a ação humana é situada em um contexto social e cultural, o qual dispõe de ferramentas mediacionais (VIGOTSKI, 2001; PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

Dessa forma, propomos um diálogo entre três perspectivas que abordam o papel dos signos na construção de significados, a saber: os tipos de representações semióticas peirceana (PEIRCE, 2008), a Teoria Histórico-Cultural (VIGOTSKI, 2007) e a perspectiva da Psicologia Cultural Semiótica (VALSINER, 2007). Essas abordagens apresentam uma relação entre si a partir de seus pressupostos, os quais convergem para a ideia de que as relações humanas no ambiente são mediadas pelos signos, que permitem a construção de significados e o desenvolvimento de funções mentais superiores.

Para Peirce (2008) um signo é algo que representa o seu objeto, que está no lugar do objeto, que representa algo para alguém. Tudo que se apresenta a consciência é um processo mediado por signos através do qual interpretamos o mundo, nesse aspecto o acesso ao mundo da Química é interacional e mediado por signos (SOUZA, PORTO, 2013). Por exemplo, a palavra, uma pintura, um desenho, uma escultura em referência a algo ou até mesmo uma fotografia de uma montanha são representantes (signos) do objeto montanha.

Nesse trabalho daremos ênfase à segunda tricotomia: da relação do signo com o seu objeto; que dividi os signos em ícones, índices e símbolos (PEIRCE, 2008). O ícone é um signo que apresenta uma relação de semelhança com o objeto representado, como por exemplo, os aspectos qualitativos como a luz, as cores, as formas, o tamanho. O índice é um signo que se refere a um objeto e assim denota em virtude do fato que é afetado por ele, relacionado, ligado e conectado. Por exemplo, as pegadas na área podem indicar a qual tipo de espécie a

pegada pertence, assim como gotas de orvalho nas folhas pode indicar que choveu ou até mesmo fumaça num determinado local indicado que há fogo. E o símbolo apresenta uma relação entre significante e significado de forma arbitrária, associa-se aos objetos por leis, normas e convenções compartilhadas culturalmente, é o exemplo de palavras e seus significados.

Nesse sentido de analisar como estudantes constroem significados em sala de aula por meio das representações do conceito de solubilidade, descrevemos neste trabalho as bases da semiótica de Peirce para compreensão do processo (re) significação e transformação das aulas de Química. A semiótica peirceana é um importante aporte teórico para o processo de produção de significados, cuja representação e percepção por meio de signos são importante ferramentas de ensino e aprendizagem na produção de novos signos (WARTHA, REZENDE, 2015).

Os significados são vistos como polissêmicos criados na interação social e internalizada pelos indivíduos, canalizados pelas diferentes perspectivas culturais (MORTIMER; SCOTT, 2002). Assim, as interações discursivas constituem um processo de construção de significados, e a aprendizagem não consiste em abandonar velhas concepções que os indivíduos trazem consigo antes do processo de ensino, em substituição pelos conceitos científicos novos, mas de propor uma negociação de novos significados num encontro de diferentes perspectivas culturais

Acreditamos que os fatores culturais, sociais e históricos estão arraigados no processo de construção de significados e da produção de conhecimentos. A Teoria Histórico-Cultural delimita na vida humana a perspectiva das funções psicológica superiores revelando sua importância no desenvolvimento social das pessoas, destacando que a linguagem é fundamental no processo de formação de conceitos (VIGOTSKI, 2001, 2007).

As interações discursivas em sala de aula tem sido objeto de muitas pesquisas no processo de ensino e aprendizagem das Ciências e é a partir da perspectiva sociocultural que o professor exerce o papel mediador entre a cultura científica, que ele representa, e a cultura do cotidiano representada pelos estudantes no plano social (CAPPECHI, 2013). É a partir dessa

abordagem que se destaca o papel central da linguagem social que se desmembra em duas linguagens distintas: a linguagem científica e a linguagem do cotidiano. Nesse sentido, a aprendizagem das Ciências deve ser entendida como uma enculturação em que os estudantes se envolvem com o mundo das ciências se apropriando da linguagem e das discussões de forma crítica frente às questões sociais. No que diz respeito à manipulação e utilização de signos, a aprendizagem é caracterizada, também, pela capacidade do estudante em externalizar significados por meio de signos que fazem parte do contexto científico, explicando fenômenos e relacionando ideias, sendo a linguagem o sistema semiótico mais utilizado para externar tais significados.

Dessa forma, temos como pressuposto que o processo de formação de conceitos é uma ação mediada por signos. Nesse aspecto, o trabalho em sala de aula visa compreender as trocas discursivas identificadas nas falas dos estudantes durante os momentos de discussão de um conceito, o que forma os significados, que por sua vez é orientado pelos signos no enfrentamento de um problema proposto. Tal discussão é dialógica porque ocorre no movimento transformador das estruturas psicológicas superiores a começar pelo plano social (interpsicológico) e em seguida, no plano individual (intrapicológico) dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (QUADROS et al., 2015).

A Psicologia Cultural Semiótica tem como concepção que as relações entre os sujeitos são sociais e culturais, cujos processos de internalização e externalização são fundamentais na compreensão do processo de construção e reconstrução (transformação) de significados (VALÉRIO; LYRA, 2016). É destacada nessa abordagem a importância de explicar como o sujeito aprende conceitos científicos em sala de aula nesse processo:

Na maioria dos casos, os significados pessoais são construídos a partir de conflitos, negociações e renegociações com as sugestões sociais existentes. Assim, diante desses processos, entende-se a cultura como processo ativo, construído e reconstruído incessantemente, a partir das interações sujeito-signo, bem como sujeito-sujeito, na construção de significados. Assim, como já defendia Vigotski, não há construção de significados sem a mediação de signos (SILVA, 2017, p. 87).

A representação no ensino de Química sempre foi alvo de investigações objetivando acessar e dar sentido a um universo não visual a olho nu ou do significado naquilo que vê. Várias pesquisas centradas na representação do mundo da química foram propostas, desde o modelo tríadico em um triângulo de representação da química proposto por Johnstone (1982, 1991, 1993) a outros modelos, como por exemplo, o de Mahaffy (2004), que utiliza o modelo de Johnstone e adiciona o elemento humano, transformando-o num tetraedro. Esta proposta tem como objetivo central enfatizar os aspectos sociais, históricos, culturais, ambientais, econômicos e políticos associados a um determinado conceito científico (SOUZA, 2012).

Alguns estudos no ensino das Ciências Naturais foram feitos a partir das contribuições da semiótica peirceana com o propósito de aproximar a ideia de representação semiótica com a aprendizagem, com destaque maior aquelas em sala de aula de Química (WARTHA; REZENDE, 2011, 2014, 2015, 2017; SOUZA, 2012, 2013; SOUZA; PORTO, 2013, 2010; GRESCZYSCZYN et. al., 2017; GOIS; GIORDAN, 2007; ALBUQUERQUE; CARNEIRO-LEÃO, 2015; GORRI, 2014; GORRI; EICHLER, 2013; SILVA, 2007; SILVA, 2014; AIZAWA; NETO; GIORDAN, 2013; KAVALEK et. al., 2016). Tais trabalhos buscam categorizar quais tipos de signos estão envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, porém notamos que não há uma preocupação em como esses signos atuam no papel de mediadores na construção de significados. Dessa forma, levantamos o seguinte problema de pesquisa: Como se dá o processo de construção de significados do conceito de solubilidade a partir da dinâmica de mediação semiótica?

O objetivo geral dessa dissertação é analisar o processo de construção de significados do conceito de Solubilidade a partir da dinâmica da mediação semiótica. Como forma de dá conta desse objetivo foram elaborados os objetivos específicos:

- ✓ Categorizar os signos utilizados pelos participantes em símbolo, ícone ou índice;
- ✓ Analisar qual tipo de signo, além da linguagem (signo do tipo símbolo), pode ser mais relevante na construção de significados para o conceito de solubilidade;
- ✓ Avaliar a aprendizagem dos alunos de acordo com a perspectiva da Psicologia Cultural Semiótica.

A partir da noção, por parte desse trabalho, da existência de materiais semióticos que atravessam diversos recursos didáticos e estão presentes no processo de aprendizagem, parece relevante investigar como tais materiais semióticos influenciam no processo de construção de significados do conceito de solubilidade, nos mostrando indícios de como os signos atuam na aprendizagem de conceitos científicos. Ademais, identificar quais tipos de signos (além da linguagem), segundo a classificação peirciana, parece ser mais relevante na aprendizagem do referido conceito. Tal estudo busca contribuir para a área de Ensino de Ciências Naturais, no sentido de indicar quais tipos de materiais semióticos podem ser utilizados em estratégias de ensino que facilitem a construção de significados por parte dos estudantes.

O conceito de solubilidade quando explorado em pesquisas no ensino de Química, muitas vezes se limita a fazer uma análise das concepções prévias dos estudantes, ficando relegada muitas vezes a análise das influências de outros fatores químicos. O conceito de solubilidade carrega em sua compreensão a influência de outros conceitos como a temperatura, a pressão, as interações intermoleculares, a polaridade, as energias envolvidas e de interações eletrostáticas, entre outras. Questões essas que deveriam servir de base no entendimento de questões cotidianas como os fatores ambientais, econômicos, sociais, políticos e históricos. Aproveitando o ensejo buscamos disponibilizar o conceito de solubilidade nesta dinâmica dialógica para assim analisar como os estudantes constroem significados em sala de aula e como esses utilizam tais significados no uso e explicação dos fenômenos, identificando, nesse sentido, como esses signos são manipulados e/ou criados no processo de formação de conceitos. Por outro lado, observamos que muitos estudos acerca da semiótica e do conceito de solubilidade se baseiam na concepção cognitivista, o que nos leva a propor, neste trabalho, além de uma análise cognitivista, realizar um estudo por meio das contribuições da perspectiva da Psicologia Cultural Semiótica, de cunho histórico-cultural, para o ensino de Química.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um estudo sobre a semiótica

As primeiras concepções acerca dos signos foram registradas desde a Grécia Antiga, em que os signos eram entendidos como sinais que representavam algo. A seguir apresentamos um levantamento de como os signos foram sendo teorizados ao longo da história, isto é, um estudo que perpassa desde os primeiros relatos registrados por Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.), no período greco-romano, até os estudos mais recentes de cunho científico conduzido pelo norte-americano Charles Sanders Peirce (1839-1914). Em seguida faremos uma discussão de como a perspectiva histórico-cultural proposta por Lev Semyonovich Vygotsky (1896-1934) e de sua convergência com a semiótica peirceana, culminou com as bases teóricas da Psicologia Cultural Semiótica, proposta por Jaan Valsiner.

2.1 Semiótica – breve histórico

A palavra semiótica vem da raiz grega “seme”, como em *semeiotikos*, que significa intérprete dos signos. Já signo, deriva do latim *signum*, que vem do grego *secnon*, significando “cortar”, “extrair uma parte de” (NOTH, 2005). A semiótica é a análise dos signos ou o estudo do funcionamento do sistema dos signos. Assim, os termos Semiótica e Semiologia vêm de uma raiz comum, caracterizando a semiótica ou semiologia como a Teoria Geral dos Signos. Atualmente, a Semiótica é definida como a ciência dos signos e de seus usos (VALSINER, 2012).

As primeiras ideias acerca dos signos foram desenvolvidas pelos gregos, que admitiam que os signos eram sinais que representavam alguma coisa. Nessa ideia, os objetos se duplicavam, de forma que uma realidade era produzida. O original e a cópia se tornam um sinal do outro, de forma continuada e sucessiva. Esse movimento é denominado semiose (NOTH, 2005).

No período greco-romano, Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) fez uma distinção entre o signo incerto (*semeîon*) e o signo certo (*tekmérion*) e realizou uma discussão acerca da teoria

dos signos num aspecto da lógica retórica, em que o signo era definido como uma relação de implicação, uma premissa que conduz a uma conclusão. Chamou o signo linguístico de símbolo (*symbolon*) definido por ele como signo das afecções da alma, em que essas afecções eram descritas como retratos das coisas (*prágmata*). Ainda para Aristóteles, as afecções seriam alterações no modo de reagir as impressões, como a raiva, a piedade, a esperança, a alegria, o amor e o ódio (NOTH, 2005).

Na Idade Média, as indagações e os argumentos de Santo Agostinho (354-430) se direcionam para investigação da natureza dos signos. Para ele o signo é tudo que significa algo, que mostra sentido e que fora de si mostra ainda alguma coisa ao espírito (SMOLKA, 2004). Agostinho também fez a distinção entre signos naturais e convencionais. Para ele, os signos naturais são aqueles que são produzidos sem a intenção do uso como signo em si, por exemplo, a fumaça como índice de fogo. Os signos convencionais são aqueles em que os seres vivos trocam mutuamente os sentimentos da mente (NOTH, 2005).

Findando o século XVII, John Locke (1632-1704) cunha o termo “semiótica”, definindo como sinais dos quais o ser humano faz uso para compreender as coisas ou comunicá-lo. São essas bases teóricas de Locke que irão culminar na condução dos estudos de Saussure e Charles Sanders Peirce com a semiótica já como ciência definida por Locke (FIDALGO; GRANDIM, 2004/2005).

No final do século XIX e início do século XX a semiótica adquiriu contorno de ciências tendo como um dos principais representantes o norte-americano Charles Sanders Peirce (1839-1914), centrado no pragmatismo. Noth (2005) afirma que Peirce concebeu o signo de forma triádica, constituído de um *representamen*, que é aquilo que funciona como signo para quem o percebe – o signo em si; o *objeto*, definido como aquilo que é referido pelo signo e o *interpretante*, conceituado como sendo o efeito que o signo tem naquele que o interpreta, formando assim relações sýgnicas. De acordo com Peirce (2008), os signos são divisíveis em três tricotomias, a primeira conforme o signo em si mesmo for uma mera qualidade, um existente concreto ou uma lei geral; a segunda, como sendo a relação do signo com seu objeto consistir no fato de o signo ter algum caráter em si mesmo, e manter uma relação existencial com esse objeto ou com seu interpretante; a terceira, conforme seu

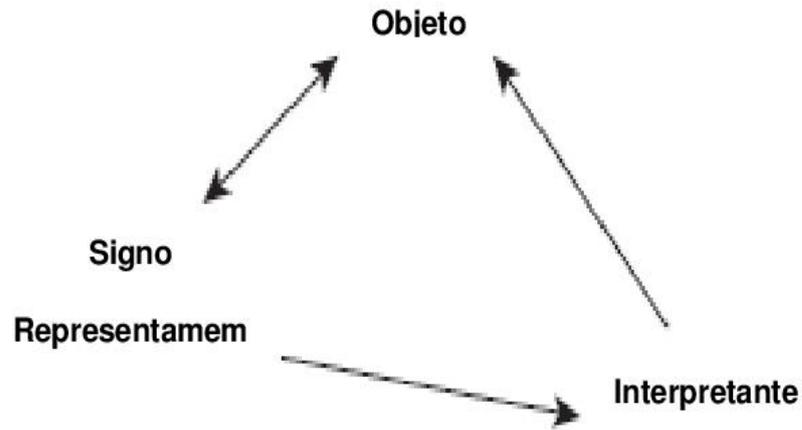
interpretante representá-lo como um signo de possibilidade ou de fato como um signo de razão:

Um signo, ou *representâmen*, é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido. Ao signo assim criado denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu objeto. Representa esse objeto não em todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia que eu, por vezes, denominei fundamento ou *representâmen* (PEIRCE, 2008, p. 46).

A palavra signo é usada para denotar um objeto, seja ele perceptível ou apenas imaginável, ou mesmo imaginável num certo sentido, mas para que algo seja um signo, esse algo deve “representar” alguma outra coisa chamada seu *Objeto*, ou ainda, o signo pode estar no lugar do objeto, mas este não é o objeto (PEIRCE, 2008). Peirce reconheceu dois tipos de objetos: o objeto imediato e o objeto mediato, real ou dinâmico. O objeto imediato é aquele que é representado no signo, isto é, o objeto dentro do signo; o objeto dinâmico é objeto fora do signo, deixando o interprete descobri-lo por experiência colateral (NOTH, 2005).

A partir da divisão das partes que interagem na constituição do signo, Peirce (2008) estabeleceu uma classificação triádica (tricotomia), em que os signos são divisíveis conforme três tricotomias de relação: 1º) do signo consigo mesmo (seu *representamen*); 2º) do signo com seu objeto dinâmico; 3º) do signo com seu interpretante. Na Figura 1 apresentamos as relações das classificações de cada forma dos signos nas três classes de tricotomias. Nas quais o signo representa o seu objeto para o interpretante, e esse representa o objeto com uma nova forma de significado que emerge neste processo triangular (VALSINER, 2014).

Figura 1 - Triângulo proposto por de C. S. Peirce, acerca da relação signo, objeto e interpretante



Fonte: Valsiner (2014, p. 89)

Na Tabela 1 apresentamos as divisões dos signos e sua relação tríadica que foram bastante exploradas por Peirce na classificação dos signos.

Tabela 1 – A relação das três tricotomias de signos

Categorias ontológicas ou materiais				
Função	Categorias formais	PRIMEIRO	SEGUNDO	TERCEIRO
Apresentação	PRIMEIRO	O signo é uma “mera qualidade” QUALISSIGNO	O signo como “existente real” SINSIGNO	O signo é “uma lei geral” LEGISSIGNO
Representação	SEGUNDO	Um signo se relaciona com seu objeto em ter “algum caráter em si” ÍCONE	Um signo relaciona-se com seu objeto em ter “alguma relação existencial com o objeto” ÍNDICE	Um signo é relacionado com seu objeto em ter “alguma relação com o interpretante” SÍMBOLO
Interpretação	TERCEIRO	“Possibilidade” REMA	“Real” DICISSIGNO	“Razão” ARGUMENTO

Fonte: Valsiner (2014, grifos nossos)

Conforme a primeira divisão dos signos, um signo pode ser denominado Qualissigno, Sinsigno e Legissigno (PEIRCE, 2008). Para este autor, um Qualissigno é uma qualidade do que é um Signo e que ainda não pode atuar como signo até que se corporifique, um Sinsigno, com a palavra “sin” tendo o significado “uma única vez”, é um evento existente e real que é um signo e por último o legissigno que é uma lei que é um signo que geralmente é estabelecida pelos homens.

De acordo com a segunda tricotomia dos signos estes podem ser denominados de ícone, índice ou símbolo:

Um Ícone é um signo que se refere ao Objeto que denota apenas em virtude de seus caracteres próprios, caracteres que ele igualmente possui quer um tal Objeto realmente exista ou não. (...) Um Índice é um signo que se refere ao seu objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto. (...) Um Símbolo é um signo que se refere ao seu Objeto que denota em virtude de uma lei, normalmente uma associação de ideias gerais que opera no sentido de fazer com que o Símbolo seja interpretado como se referindo àquele objeto (PEIRCE, 2008, p. 52).

Quando há apenas uma relação de razão entre o signo e a coisa significada, neste caso o signo é um ícone; quando há uma relação física direta o signo é um índice; e quando há uma relação que consiste no fato da mente associar o signo com seu objeto, neste caso o signo é um símbolo (PEIRCE, 2008).

Para terceira tricotomia (da relação do signo com seu interpretante), “um signo pode ser denominado de rema, dicissigno ou dicente (isto é, uma proposição ou quase-proposição) ou Argumento (PEIRCE, 2008, p. 53). Um Rema é signo que para seu interpretante é um signo de possibilidade qualitativa e esse possivelmente propiciará alguma informação, mas não é interpretado nesse sentido. Um signo dicente é para seu interpretante um signo de natureza real, porém não pode ser um ícone o qual não dá base para interpretá-lo como sendo algo que se refere a sua existência real. Por sua vez, um Argumento que para seu interpretante é signo de lei. Neste trabalho, utilizaremos a segunda tricotomia (do signo e seu objeto), uma vez que o próprio Peirce considera essa como a mais importante divisão dos signos (NOTH, 2005; PEIRCE, 2008).

Assim, um signo pode ser classificado em ícone, índice ou símbolo. Para Peirce (CP)¹, um ícone é um signo que possui um caráter que o torna significativo, mesmo que seu objeto não tenha existência, como um risco de lápis-grafite representando uma linha geométrica. Um índice é um signo, que ao mesmo tempo, perderá o seu caráter que o torna um signo se for removido seu objeto, mas não perderia essa característica se não houvesse o interpretante. Tal, por exemplo, é um pedaço de molde com um furo de uma bala nele como sinal de um tiro, pois sem o tiro não haveria buraco, mas há buraco lá, e se alguém tem o senso de atribuí-lo a um tiro ou não. Um símbolo é um signo que perderia seu caráter que o torna um signo se não houvesse um interpretante. Tal é qualquer discurso de fala que significa o que ele faz apenas em virtude de ser entendido como tendo essa significação.

De acordo com Peirce, os signos icônicos emergem dos fenômenos visuais, acústicos ou provenientes de outro sistema sensorial; ícones se tornam *schemata* quando se tornam réplicas simplificadas do objeto, ou *pleromata* que são representações hiperenriquecidas da realidade são tomadas por outras realidades (VALSINER, 2012). Um signo indexical é criado pelo impacto do objeto e que obriga nossa atenção a se dirigir a um objeto, esses podem ser os pronomes demonstrativos (quando se diz “Ali!”) porque denota uma coisa sem descrevê-las. O signo perderia seu caráter se não tivesse seu interpretante, assim a palavra como forma de significação é um tipo de signo, o símbolo.

De acordo com a segunda tricotomia, os signos podem ser classificados em ícones, índices e símbolos:

a) ícone: um signo que mantém uma relação de analogia com o seu objeto. Caracteriza-se por uma semelhança, por imitação e independe do objeto que lhe deu origem, quer se trate a coisa real ou inexistente. Como, por exemplo, a imagem de um pintor, uma fórmula algébrica sob as regras comutatividade, distributividade e associatividade de símbolos, fotografias, diagramas e gráficos lógicos. Outro exemplo do uso do ícone é um

¹ A referência CP indica Collected Papers de Charles Sanders Peirce. Collected Papers são manuscritos de estudos peirceanos, disponível em: <<http://www.hup.harvard.edu/browse.php>>. Acesso em: 24/10/2017.

desenho que um artista faz de uma estátua, ou uma composição pictórica, ou uma fachada de arquitetura ou um elemento decorativo;

b) índice: é um indicador que mantém relação direta com o seu objeto. Relaciona-se efetivamente com o objeto, por contiguidade e associação. Aquilo que desperta a atenção num objeto ou num fato é seu índice. Permite, por via de consequência, a contiguidade entre duas experiências ou duas porções de uma mesma experiência, com isso o índice está fisicamente ligado com o seu objeto. Pode ser, por exemplo, pegadas, rastros de pneus, a fumaça que pode indicar que há fogo, gotas em folhas indicando que choveu;

c) símbolo: é o signo que é uma abstração de um concreto. Refere-se ao objeto que denota em virtude de uma lei e, portanto, é arbitrário e convencionado. Todas as palavras, frases, livros e outros sinais convencionais são símbolos (PEIRCE, 2008; VALSINER, 2000, 2007, 2012; FIDALGO; GRANDIM, 2004/2005; NOTH, 2005).

Nesses processos ligados às pessoas e à cultura, Valsiner (2007, 2012) entende que há uma natureza híbrida dos signos, nos quais há indissociavelmente os signos icônicos, indexais e simbólicos em que esses signos podem estar juntos no que ele chamou de dinâmica da semiose. Na Figura 2, Valsiner usou como exemplo um memorial de um parque.

Figura 2 - Memorial de um parque



Fonte: Valsiner (2012, p.42)

Para Valsiner (2012) a natureza híbrida dos signos se expressa no memorial marcando simbolicamente o entorno que é uma placa em memória de uma mulher assassinada, em que as linguagens simbólicas se dão pelas duas diferentes línguas e a cruz que se veem associados com seus significados de uso forma uma conexão, e indicadora, que se faz pela localização do evento. O que falta nesse sentido é uma foto ou pintura da mulher (o signo icônico). Nesse memorial a iconicidade foi eliminada. O signo ícone se desenvolveu para um símbolo, revelando assim que pensamos por meio de signos.

A Figura 3 ilustra uma tela pintada por René Magritte (1898-1967) com um desenho de um cachimbo com a frase em francês “Isto não é um cachimbo”. Valsiner (2012) enfatiza nesse quadro a combinação entre signos. Para Valsiner (2012, p. 46) esta figura “envolve a combinação de três tipos de signo –ícones, índices e símbolos – em uma moldura”. O ícone é o desenho do cachimbo, o índice o impacto do cachimbo sendo enquadrado por um símbolo que o nega “isto não é um cachimbo”.

Figura 3 - Desenho de René Magritte – Isto não é um cachimbo



Fonte: Valsiner (2012)

Os signos simbólicos operam com bastante liberdade de tentativas simbólicas. Já os signos icônicos e indicadores permanecem ligados às qualidades perceptíveis –visuais,

acústicas, olfativas ou táteis –do objeto de apresentação (VALSINER, 2012). A Figura 4 mostra um exemplo de uma placa de pare situada em uma determinada rua.

Figura 4 - Placa de pare.



Fonte: Disponível em: <https://spitzehacke.wordpress.com/2012/03/13/placa-de-pare-essa-ignorada/>. Acesso em: 21/11/2017

Os signos encontrados no contexto da placa de trânsito atenta para os vários tipos de signos entrelaçados formando a intersecção de signos complexos em sua iconicidade (imagem da placa) de forma sensorial, indexicalidade (denotação do objeto) pela localização da placa e a formação de símbolo na palavra “PARE”.

Nesse sentido, os signos são constituídos por elementos relacionais:

Os signos cumprem a função de estabelecer relações entre o objeto, o contexto histórico-cultural e o sujeito. Os seres humanos arranjam a realidade (criam *representamens*) se baseando na emergência de sistemas semióticos, por meio dos quais configuram relações com os outros e com a realidade (objetos), relações cujo propósito é facilitar a apropriação e ressignificação dos usos, das práticas e ações mediante o recriar de sentidos/significados tanto em nível individual como coletivo (interpretantes) (HERRERA, 2014, p. 32-33).

As interações que os estudantes fazem com o mundo e com o outro o tempo todo são canalizadas pelos significados das ações, no entanto, são reconfiguradas as experiências

subjetivas desses estudantes, e nesse sentido, os signos não são apenas representações que estão “na cabeça” dos sujeitos (como defende a perspectiva Cognitiva), mas pelo contrário, ele propõe uma perspectiva ampla de dá conta das relações entre os estudantes e o contexto que esses estão inseridos (HERREIRA, 2014).

2.2 Mediação semiótica e o desenvolvimento humano

Uma das preocupações de Vigotski em seu trabalho foi compreender o desenvolvimento da função psicológica superiores por meio de métodos experimentais. Para Vigotski, as funções mentais superiores são aquelas que se desenvolvem a partir da ação do sujeito em seu meio cultural, ou seja, a partir da mediação de signos disponíveis no ambiente. Para o autor russo, o uso de signos permite que os seres humanos sintetizem novos significados a partir dos meios culturais (semióticos) no sistema psicológico (VALSINER, 2000). Na perspectiva histórico-cultural sobre o desenvolvimento humano, os seres humanos se relacionam com seus ambientes, sendo a mediação semiótica central nesse processo (VALSINER, 2012).

Vigotski enfatiza que o desenvolvimento do ser humano não depende apenas de processos de maturação biológica e sim das funções psicológicas superiores mediadas pelas questões sociais, históricas e culturais ou domínio de vários meios ou instrumentos culturais (VAN DER VEER; VALSINER, 2006). Para Vigotski (2007), o que difere os seres humanos dos animais é a cultura, em que os sujeitos utilizam instrumentos para realizar uma determinada tarefa com o uso da linguagem como mediadora do processo, que também resulta numa operação psicológica (signos). Nesse sentido, as relações sociais entre pessoas são orientadas numa flecha do tempo entre passado e futuro, o que determina o aspecto histórico da sociedade.

Para Vigotski, o conceito de mediação está para uma ação internalizada por uma condição externa, promovendo-se assim o desenvolvimento humano por meio das relações sociais em que o instrumento transforma o objeto externo e o signo o próprio sujeito (VALSINER, 2012).

Assim, Vigotski elaborou uma teoria da relação do pensamento e palavra a partir de uma crítica às principais correntes e tendências da psicologia da sua época, acreditando que o materialismo histórico e o materialismo dialético traziam consigo uma solução para os paradoxos científicos que a psicologia de sua época enfrentava (SOUZA, 2009). Nessa perspectiva, todos os seres e toda natureza estão em constante movimento, mudanças, e estão, assim, em constante transformação. Nesse sentido, a lógica dialética é uma das características marcantes da Psicologia Cultural Semiótica, em que tal desenvolvimento não é visto como uma sucessão de estágios definidos, mas como uma constante transformação desses níveis ou do que Vigotski chamou de funções em referencia as “ações” no processo de formação de conceitos (VALSINER, 2012; HERREIRA, 2014; VIGOTSKI, 2001, 2007).

Os sistemas de signos e os sistemas de instrumentos são criados pela sociedade ao longo da história da sociedade e mudando a forma social desenvolvem o nível cultural. A intervenção do ser humano na sociedade pelo uso de instrumento e signos é denominada de mediação.

Martins (2016) enfatiza que o conceito de mediação não pode ser entendido como “ponte”, “elo” ou “meio” entre as coisas, mas como interposição que provoca transformações por meio da intencionalidade social, visando o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, canalizadas pelo processo de internalização. Para essa autora, na formação de conceitos a internalização assume um papel importante na tarefa de orientar o homem, de forma objetiva e subjetiva, para atuação na realidade concreta. É nessa perspectiva, que a mediação semiótica encontra seu significado, nas funções psicológicas superiores que são canalizadas pelo uso de signos e suas ferramentas que os mediam.

A ação mediada emprega ferramentas culturais que estão disponíveis num determinado cenário particular; tais ferramentas culturais são entendidas como a linguagem e os instrumentos de trabalhos que moldam a ação humana de maneira essencial, no entanto, essas ferramentas são materiais (PEREIRA; OSTERMANN, 2012). Saber como utilizar a ferramenta cultural com facilidade se projeta na ideia do “saber como” em contraposição do “saber o que” em que os signos são ferramentas psicológicas. Em suma, o uso de ferramentas é orientado externamente, enquanto que o uso de signo é orientado internamente servindo de

condutor da influência humana sobre o objeto da atividade (PEREIRA, 2012). A utilização das ferramentas culturais tem fortes implicações para o ensino de ciências:

As ideias de Wertsch acerca do domínio de ferramentas culturais apontam para um importante aspecto relativo à capacidade dos agentes: o de que o desenvolvimento de certas habilidades específicas surge da experiência. Essa noção contrasta com as próprias práticas pedagógicas tradicionais, cuja principal atividade docente é a realização de aulas expositivas (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 35).

O domínio no uso de certas ferramentas culturais pode ser entendido na perspectiva da mudança conceitual, como sendo uma mudança no nível de habilidades dos agentes para lidar com certos aspectos da realidade (PEREIRA, 2012). Essa implicação reside no fato das atividades socialmente definidas em que os indivíduos passam a reconhecer o significado completo dos signos que ele já utiliza na interação social.

O acesso ao concreto não se efetiva sem a mediação do abstrato – de signos, isto é, fundamenta-se pela internalização de signos mediados pela relação do sujeito/objeto, o que faz distinguir o funcionamento das funções psicológicas primárias e o funcionamento das funções psicológicas superiores. É nesse sentido que o desenvolvimento da linguagem, ou mais precisamente, ao uso da palavra é primordial para que a captação do real se converta em representação abstrata (MARTINS, 2016; SAVIANI, 2016). O trabalho pedagógico, pautado na construção de conceitos científicos “é mediação requerida à reprodução do concreto pela via do pensamento, é exigência para o alcance do pensamento abstrato e enriquecimento da consciência dos indivíduos” (MARTINS, 2016, p. 120).

A ideia de uso de signos para mediação dos processos psicológicos humanos foi desenvolvida por diversos teóricos da Linguística e da Psicologia Cognitiva, no qual enfatizamos neste trabalho as perspectivas e ideias propostas por L. S. Vigotski. O signo, na perspectiva de Vigotski (2007), torna-se um meio ou modo de interação social, em que as pessoas se influenciam mutuamente e a si próprias. Nesse sentido, o signo passa a ser um instrumento psicológico que se produz na relação com o outro, em um jogo dialético entre o interpsicológico e o intrapsicológico. Este autor afirma que a *psyché* humana não se reduz ao aspecto biológico, mas também passa pela esfera do simbólico. O signo passa a ter uma

dimensão social baseada na produção humana que atua como elemento mediador (que funciona entre, remete a), operador (faz com que seja) e conversor que transforma as relações sociais em funções mentais, caracterizando as funções mentais superiores (REGO, 2001; SMOLKA, 2004).

A transformação do processo interpessoal em um processo intrapessoal é denominada de internalização das funções psicológicas superiores, que implica na utilização de signos que quando ocorre com o uso da linguagem promove o desenvolvimento cultural (SOUZA, 2009). O valor fundamental da palavra em Vigotski pressupõe-se num modo de interação social que adquiri dimensão dialética entre pensamento e linguagem, portanto, esses processos imbricam-se. Os instrumentos culturais, tanto signos como instrumentos, são essencialmente meios sociais de modo que o mais importante instrumento cultural é a fala. Todo desenvolvimento das funções psicológicas superiores prossegue pelo domínio de meios culturais externos ou pela linha do desenvolvimento interno das próprias funções psicológicas (VAN DER VEER; VALSINER, 2006).

Para Vigotski (2007) é pela internalização de signos produzidos culturalmente que se dá a estruturação de funções mentais superiores. Os signos, nesse sentido, emergem do meio de contato social (interação social) o que leva a uma transformação da atividade prática utilizando como recursos os instrumentos para realizar uma dada ação o que leva ao desenvolvimento. É a partir das ideias de Vigotski que compreendemos a função do signo como mediador. A relação do ser humano com o mundo se dá a partir da mediação de signos, para que seja possível a construção de significados, caracterizando as funções mentais superiores.

A produção e utilização de signos como meio auxiliar para desempenhar uma determinada tarefa é análoga ao uso e invenção de instrumentos, só que agora no campo psicológico. No entanto, o signo e o instrumento são coisas totalmente diferentes, embora estejam ligados na atividade mediada (VIGOTSKI, 2007). Para este autor, a função do instrumento é canalizar a influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; leva a mudanças nos objetos. O signo, por sua vez, não modifica em nada o objeto da operação psicológica; o signo é orientado internamente. Um aprofundamento acerca

da relação entre os signos e a construção de significados se deu a partir da Psicologia Cultural Semiótica, advinda da perspectiva histórico-cultural, tendo como foco o desenvolvimento cognitivo humano.

A seguir faremos uma breve discussão acerca das contribuições da Psicologia Cultural Semiótica na construção de significados e de como os processos de externalização e internalização mediados por signos são importantes no processo de formação dos conceitos.

2.3 Psicologia cultural semiótica e a construção de significados

A Psicologia Cultural é centrada na construção de significados, que entende essa construção como sendo mediada por signos (processo semiótico) e ocorre simultaneamente nos campos intra-psicológico e inter-psicológico (VALSINER, 2014). Na perspectiva da Psicologia Cultural, a cultura é incorporada pela pessoa com o ambiente reconstruído e ocorre pelos signos que modificam nossas interpretações do mundo por meio das relações sociais. Portanto, podemos entender essa dinâmica como Psicologia Cultural Semiótica (HERRERA, 2014).

A Psicologia Cultural reside no fato de que a cultura pertence ao sistema psicológico individual que desempenha um papel funcional nos seres humanos, assim parte do sistema das funções psicológicas organizadas se relaciona com a ideia de que a cultura pertence à pessoa e da pessoa com o ambiente – as relações sociais, no processo de internalização e externalização (VALSINER, 2012).

Na Psicologia Cultural Semiótica a cultura não é vista como produto de um determinado grupo como enfatizado na perspectiva transcultural (*Cross-cultural*), mas como um processo que está em constante transformação, a partir da ação do ser humano em seu ambiente. Essa ação, que é parte do sistema de funções psicológicas organizadas, é de naturezas intrapessoais (sentir, pensar, agir, memorizar, planejar, etc.) e interpessoais (conduta, relação aos outros seres humanos). A cultura também é vista, nesse sentido, como ferramentas orientadas por objetivos das instituições sociais, que tentam regular essas funções psicológicas organizadas (VALSINER, 2000, 2003, 2007, 2012). Nesse sentido, cultura é

caracterizada pela construção de signos em um processo que ocorre simultaneamente nos campos intrapsicológico e interpsicológico (VALSINER, 2003, 2014).

Na Psicologia Cultural Semiótica encontra-se os modelos mediadores que relaciona as pessoas com os outros e com os artefatos, cuja nossa experiência cultural é definida pelas interações com outras pessoas numa autorregulação em nossas ações, considerando para tanto os fatores de natureza sociocultural e histórica (VALSINER; ROSA, 2007). Considerando a possibilidade de pensar o ser humano como noção de um sistema aberto em que os sujeitos recebem e trocam informações com o ambiente ou interagem dinamicamente (VALSINER, 2000).

Nessa perspectiva Vigotski (2007) descreve que há diferenças essenciais entre instrumentos e signos que se baseiam nas diferentes maneiras com que esses orientam o comportamento humano:

A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade, ele é orientado *externamente*; deve necessariamente levar as mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada o objeto da operação psicológica. Constitui um meio de atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado *internamente* (VIGOTSKI, 2007, p.55).

Pode-se usar o termo função psicológica superior ou comportamento superior, referindo-se à combinação entre instrumentos e o signo na atividade psicológica (VIGOTSKI, 2007). A internalização nesse sentido é uma operação de reconstrução interna de uma operação externa. O desenvolvimento dos processos mentais superiores por meio da transformação da atividade é canalizado pelo uso de signos, nessa dinâmica o processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal e essa transformação é resultado de uma série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento.

Para Valsiner (2012) os seres humanos estão o tempo todo em processo de reconstrução de seus mundos intrapsicológicos pela constante troca de materiais perceptivos e semióticos com o ambiente e que a constituição das funções psicológicas superiores se dá pela

mediação semiótica, sendo uma capacidade e necessidade fisiológica do corpo humano. Essa constante reconstrução ocorre a partir dos processos de internalização e externalização:

Internalização é o processo de análise dos materiais semióticos existentes externamente e de sua síntese sob uma nova forma dentro do domínio intrapsicológico. A internalização é sempre um processo construtivo, transformando o material externo em uma forma internamente diversa. Externalização é o processo de análise dos materiais pessoal –culturais intrapsicologicamente existentes (subjetivos), durante sua transposição do interior da pessoa para o seu exterior, e a modificação do ambiente externo como uma forma de nova síntese desses materiais (VALSINER, 2012, p. 283).

Para Valsiner (2001), os signos operam psicologicamente apenas no mundo intrapsicológico. É nesse sentido, que a internalização é o processo de análise dos materiais semióticos existentes externamente e de sua síntese no domínio intrapsíquico (VALSINER, 2007). É nessa abordagem que a cultura como construção semiótica usa processos que ocorrem simultaneamente nos campos intrapsicológicos e interpsicológicos (VALSINER, 2014).

As experiências do passado nas pessoas constroem e regulam um sentido do presente ao passo em que as questões do futuro levam esses em direção ao presente no sentido de que é o presente que afeta o futuro por meio da construção semiótica como um novo ato de semiose garantindo a novidade (VALSINER, 2012). A vida dos seres humanos é direcionada para o futuro, no aspecto temporal, em que cada signo que está em uso (no presente) é uma forma de mediação semiótica, que é direcionado para um possível futuro, mesmo que desconhecido, definido dessa forma como signo promotor, dando significados possíveis às experiências futuras, ainda que incertas, mesmo que antecipadas, em que a pessoa cria significados adiante de seu tempo se deparando com o futuro (VALSINER, 2012, 2014). O tempo desempenha um papel importante em qualquer sistema de desenvolvimento (VALSINER, 2012).

No modelo semiótico-cultural, a cultura orienta os significados e práticas que dão conteúdo aos valores de modo que a cultura canaliza os significados levando a uma internalização em diferentes contextos sociais e “compreender o papel dos signos no desenvolvimento psicológico tem sido um tópico sobre o qual tem se debruçado a pesquisa da

psicologia semiótico-cultural nos últimos anos” (HERRERA, 2014, p. 31). Desse modo, os signos cumprem a função de estabelecer relações entre objeto, o contexto histórico-cultural e o sujeito.

Para Vigotski (2001) o emprego da fala ocorre por meio da comunicação e exerce relação com os aspectos sociais em que essa é compartilhada ou difundida. Nesse sentido, ao pronunciar uma fala o sujeito socializa significados, que são dinâmicos, ou seja, não estáticos, alterando os significados das palavras. A construção de significados é um processo mediado pela linguagem, cuja discussão desses em sala de aula é essencial para que haja a negociação desses significados (QUADROS et al., 2015).

O processo de formação de conceitos na abordagem vigotskiana é de fundamental importância na formação social da mente, sendo esse um processo histórico, cultural, de interação social e que ao longo do desenvolvimento do indivíduo é transformador das estruturas psicológicas. A formação de conceitos também é resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais fundamentais participam. O domínio cultural psicológico é destacado pela importância da linguagem no processo de formação de conceitos em que as operações mentais são canalizadas em direção à solução do problema enfrentado (VIGOTSKI, 2001).

De acordo com Vigotski (2001) os conceitos não podem ser ensinados por meio de treinamentos, ou seja, de forma tradicional, pois esse pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção, memória, lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Nesse sentido, o conhecimento é construído pela internalização de signos produzidos culturalmente e nesse processo a linguagem exerce papel central a partir da perspectiva da mediação semiótica- que ocorre pela reconstrução intrapsicológica a começar pela operação interpsicológica (VALSINER, 2012).

Tomando por base a perspectiva de Vigotski; Mortimer, Scott e El-Hani (2009) corroboram com a ideia de que um conceito é dinâmico e produzido pela experiência externa, meio interpsicológico, por meio da interação social na mente do indivíduo e, em seguida, no plano intrapsicológico. Dessa forma, ao aprender um conceito a pessoa aprende um

significado, ao passo que a produção de sentidos é essencialmente pessoal, ou seja, cada pessoa produz diferentes sentidos para uma mesma palavra ao passo que o mesmo indivíduo produz diferentes contextos discursivos (VIGOTSKI, 2001). Nesse sentido, o processo de formação de conceitos ou significados requer o desenvolvimento de toda uma série de funções como: a atenção arbitrária, a memória lógica, a abstração, a comparação e a discriminação (VIGOTSKI, 2001).

O significado da palavra, para este autor, é uma unidade que não consegue se decompostas dos processos de pensamento e da linguagem:

Mas, como nos convencemos reiteradas vezes, ao longo de toda nossa investigação, do ponto de vista psicológico o significado da palavra não é senão uma generalização ou conceito. Generalização e significado da palavra são sinônimos. Toda generalização, toda formação de conceitos é o ato mais específico, mais autêntico e mais indiscutível de pensamento. Consequentemente, estamos autorizados a considerar o significado da palavra como um fenômeno de pensamento (VIGOTSKI, 2001, p. 388).

Assim, o significado da palavra é o próprio fenômeno de discurso, no entanto o significado só é um discurso de pensamento na medida em que o pensamento está relacionado à palavra e nela materializado, e vice-versa: só é um fenômeno de discurso apenas se o discurso estiver vinculado ao pensamento (VIGOTSKI, 2001). Logo, este autor chegou à conclusão de que os significados das palavras se desenvolvem e modifica-se ao longo do processo do desenvolvimento da criança.

A seguir apresentaremos um breve levantamento de como a semiótica tem sido abordada no ensino e pesquisas de Química, através de trabalhos publicados recentemente.

2.4 A abordagem da semiótica no ensino de química

Gois e Giordan (2007) analisaram as contribuições dos recursos computacionais como ferramenta na compreensão das representações químicas. Esses autores observaram que no nível macroscópico do mundo da química prevalecem as relações indicias e simbólicas

(signos do tipo índice e símbolo), já no nível submicroscópico prevalecem às relações icônicas e simbólicas (signos do tipo ícone e símbolos), e no nível simbólico da química são encontradas todas as qualidades de signos: índices, ícones e símbolos. Assim, o uso de computadores facilita a visualização de fenômenos de forma dinâmica e nas dimensões do conhecimento químico, permitindo a construção de significados através de vários recursos semióticos.

Assim, a partir do trabalho de Gois e Giordan (2007), notamos que as categorias semióticas de Peirce podem ser relacionadas e compreendidas com os níveis representacionais da química. No processo de construção de significados as relações entre o interpretante, o objeto e o signo, no contexto da Química, leva a uma nova postura dos educadores e educandos diante dos aspectos da linguagem e elaboração conceitual em sala de aula (WARTHA; REZENDE, 2011, 2015, 2017).

Wartha (2013) fez um estudo no sentido de aproximar as Ciências Cognitivas da Semiótica peirceana na tentativa de compreender as dificuldades dos alunos na apropriação dos processos de representação nas disciplinas de Química Orgânica. É nessa perspectiva teórica que Wartha e Rezende (2017) fazem uma aproximação da noção de representação à luz da semiótica peirceana para interpretar aspectos do processo de ensino e aprendizagem da ciência Química no espaço da sala de aula. E nesse contexto, os autores consideram a sala de aula como um espaço de percepção (signos) sobre entes químicos (objetos) na elaboração conceitual (interpretante). As relações signo-objeto-interpretante foram categorizadas em Perceber, Relacionar e Conceituar. Essa tríade apresenta as relações entre:

signos (estratégias de comunicação: leitura de um texto, análise de uma imagem, assistir um vídeo, usos de ferramentas virtuais e até mesmo realização de experimentos), **objetos** (Relação entre qualidades captadas e o real percebido) e **interpretante** (aqui considerados como concepções dos estudantes, elaborações conceituais, construtos científicos, por exemplo) (WARTHA; REZENDE, 2017, p. 194).

Na perspectiva da Semiótica peirceana, a realidade é mediada por interações entre signos (signo, objeto e interpretante) que na dimensão pedagógica envolve a manipulação

constante de fenômenos, símbolos e modelos que convergem com os construtos teóricos que emergem nos níveis representacionais do Ensino de Química descritos por Johnstone (WARTHA; REZENDE, 2017). Tais representações podem ser associadas às representações semióticas considerando os níveis de relações Perceber, Relacionar e Conceituar estabelecidos pelos signos efetivados pelos alunos (intérpretes) o que implica em analisar as relações ou generalizações conceituais por eles durante as suas ações (WARTHA; REZENDE, 2015).

As dimensões macroscópicas, simbólicas e microscópicas como representação do conhecimento químico exercem relações semióticas entre os signos e os seus objetos (SILVA, 2007). Para este autor a dimensão macroscópica do conhecimento químico trata dos fenômenos que são perceptíveis e observáveis por meio de informações sensoriais e mediações, como por exemplo, variações térmicas, cores e cheiros. Na dimensão macroscópica do conhecimento químico existe um caráter simbólico, já que nas aulas de laboratórios podem ser trazidas situações cotidianas, em que os professores dão significados ao indicar a existências de algo (GOIS; GIORDAN, 2007).

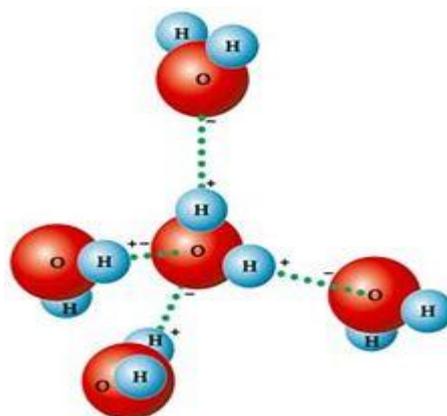
A dimensão microscópica do conhecimento químico refere-se ao nível molecular dos fenômenos químicos, nesse caso os signos resultam de uma composição de palavras, figuras, analogias e metáforas, nesse sentido os professores se referem a esse nível de conhecimento durante as explicações de transformações ou propriedades químicas (GOIS; GIORDAN, 2007). Aqui predominam os signos icônicos, pois o professor faz relação entre o objeto de conhecimento, como suas propriedades químicas, e o signo mostrado aos estudantes (SILVA, 2007). Nessa dimensão microscópica existe também o caráter simbólico, uma vez que o professor, em uma aula sobre estados físicos da matéria, procura aproximar os átomos no estado de agregação sólido da matéria.

Para dimensão simbólica do conhecimento químico, essa faz referência às representações qualitativas, utilizando notações, terminologias e simbolismos e também as representações quantitativas, utilizando gráficos e equações matemáticas (SILVA, 2007). Nesse aspecto, ao se analisar um gráfico o estudante o faz para chegar a uma conclusão, fazendo referência ao signo icônico (GOIS; GIORDAN, 2007). O signo de caráter indexical está presente quando o estudante faz resolução de exercícios, na álgebra para representar

alguma coisa da química (SILVA, 2007). Em referência a qualidade simbólica, o professor abre mão de conceitos já dominados pelos estudantes para resolução de um problema, por exemplo, quando o professor fala da solubilidade do sal de cozinha na água, as mentes dos estudantes são levadas a imaginar a situação do experimento mental. Nesse sentido, os professores fazem uso desse conhecimento de forma verbal, para dá significação de qualidade simbólica nas aulas de química.

A Figura 5 apresenta o modelo de um objeto molecular do tipo bola-vareta das interações da molécula de água que faz uma relação da segunda tricotomia (signo com o seu objeto), definido por Peirce e sua abordagem no ensino de Química (WARTHA; REZENDE, 2011).

Figura 5 - Imagem virtual das interações entre as moléculas de água



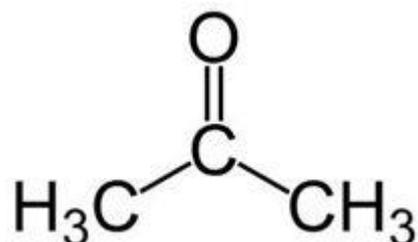
Fonte: Wartha; Rezende (2011, p. 285)

De acordo com Wartha e Rezende (2011) essa representação assume a função de explicar a propriedade descontínua da matéria e a tridimensionalidade dessa molécula. O ícone nesse sentido é o objeto molecular, pois apresenta alguma semelhança com o seu objeto, semelhança essa que pode ser visual ou de propriedades (SILVA, 2007).

Os índices têm a característica de representar uma característica física com os seus objetos e indica sua existência (SILVA, 2007). A Figura 6 representa os elementos químicos

indicando o objeto, como por exemplo, o elemento químico carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e outros elementos químicos.

Figura 6 - Representação química da molécula propanona (função orgânica cetona)



Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/7146915>. Acesso: 05/04/2018

A molécula de propanona, de função orgânica cetona, faz o estudante se remeter aos elementos químicos presentes na molécula promovendo uma significação pelo fato de indicarem o objeto e ser afetado por ele (SILVA, 2007; WARTHA; REZENDE, 2011).

Já o símbolo é um signo que é associado ao seu objeto em virtude de uma lei ou convenção, logo todas as palavras são símbolos porque não denotam coisas particulares, mas em espécie de coisas, próprios de sua língua de origem (SILVA, 2007). Assim, o estudante quando se remete as palavras “água” ou “cetona” numa aula sobre funções orgânicas, vem à mente desses a ideia cotidiana da água que bebe e faz uso no cotidiano, e o removedor de esmalte acetona, respectivamente.

A representação de uma equação química para a combustão do metano ($\text{CH}_4 \text{(g)} + 2 \text{O}_2 \text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2 \text{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O} \text{(g)}$), de caráter simbólico, não dá conta de todos os aspectos relacionados à combustão, uma vez que não considera os aspectos ambientais e econômicos, nem os aspectos macroscópicos e as modificações estruturais (SOUZA; PORTO, 2010). Nesse sentido, Souza (2012), fez uma análise de imagens presentes em livros didáticos destinados ao ensino superior de Química no Brasil ao longo do século XX e constatou que situações ou fenômenos eram representados unicamente sobre a forma macroscópica, de caráter mais indicial.

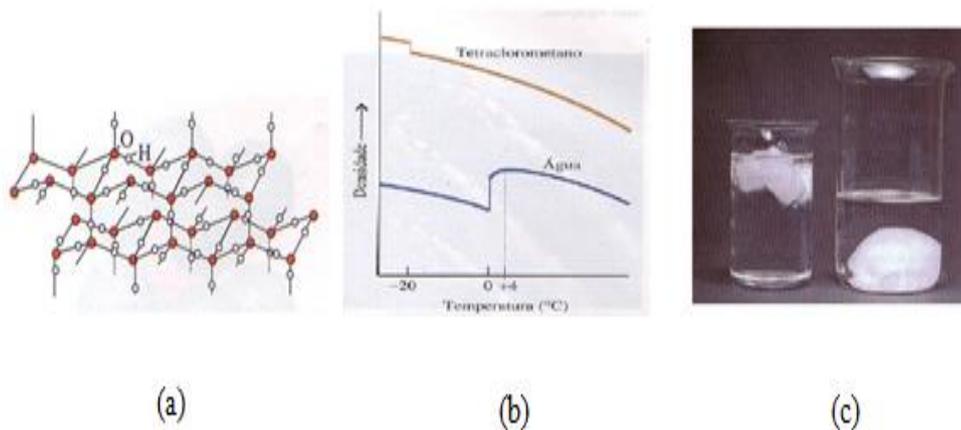
Os modelos representacionais propostos são importantes componentes para o Ensino de Química, visto que podem ser consociados com as representações semióticas peirceana. Na abordagem de Charles Sander Peirce é o signo que desencadeia a representação (WARTHA, 2013), e entende o signo como “algo que, sob certo aspecto ou de algum modo, representa alguma coisa para alguém” (PEIRCE, 2008, p.61).

Na pesquisa de Gois e Giordan (2007) esses fazem uma discussão detalhada acerca dos processos de significação de representações químicas na sala de aula de Química a partir das contribuições da semiótica peirceana. Um dos objetivos levantados na pesquisa diz respeito às contribuições dos níveis representacionais consociada com representações computacionais e suas contribuições para significação na sala de aula de Química. As conclusões do trabalho, para esse objeto de estudo, dão conta de que as representações computacionais nos processos de significação na sala de aula de Química permitem visualizar de forma dinâmica os fenômenos que não poderiam ser visualizados de outra maneira. Ainda, relatam que a cada dimensão do conhecimento químico prevalecem determinadas qualidades semióticas de significação.

Souza (2012) identifica nos livros didáticos as representações de determinados conceitos e o caráter dos signos, evidenciando que a qualidade icônica numa representação acontece na tentativa de apresentar semelhança com o que se representa; o caráter indicial como tendo um existente como objeto e o caráter simbólico quando o significado atribuído a representação é convencional, isto é, que se refere ao objeto por força de uma lei.

Souza (2012) enfatiza que a construção da realidade atômico-molecular foi facilitada pelos avanços da tecnologia e que o emprego dessa realidade pode ser evidenciado na Figura 7, em que a densidade da água é menor no estado sólido, se comparada ao estado líquido. Aqui, Souza (2012) toma como exemplo uma sequência (ATKINS; JONES, 2012) no qual é apresentado um arranjo para as moléculas de água no estado sólido (FIGURA 7a); a estrutura é seguida por um gráfico cartesiano (FIGURA 7b), que buscar evidenciar a densidade da água em diferentes temperaturas e por fim uma evidência experimental em que a água e o benzeno são colocados em contato com seus equivalentes no estado líquido (FIGURA 7c).

Figura 7 - (a) o gelo é formado por moléculas de água são mantidas unidas por ligações de hidrogênio em uma estrutura relativamente aberta; (b) Variação da densidade da água e do tetraclorometano com a temperatura; (c) como resultado de sua estrutura aberta, o gelo é menos denso que a água e flutua (esquerda), o benzeno sólido é mais denso que o benzeno líquido e o benzeno congelado afundam no benzeno líquido (direita)



Fonte: Souza (2012, p. 148)

Na Figura 7a, temos os construtores científicos exerce o papel de explicar os fenômenos observados em que o signo icônico (raio atômico, distância de ligação e arranjo) é interpretado de forma a prever a existências de certos comportamentos; tanto a Figura 7b e 7c, atua como índice do comportamento da matéria, pois possui um existente como objeto e a evidência experimental assumem papel de mera constatação do comportamento já esperado, e reforça o caráter predominantemente indicial por apresentar o béquer como existente (SOUZA, 2012).

Para Souza e Porto (2013) a mediação tem caráter interacional no processo em que o químico tem acesso ao fenômeno estudado que se manifestam a partir de instrumentos atuam como signos e se remetem a aspectos específicos e parciais dos objetos (realidade), a que se referem. Nesse aspecto, a abordagem semiótica tem como objetivo abordar as estratégias de comunicações do conhecimento químico, que são aquelas relativas ao processo de ensino e aprendizagem (falas e gestos do professor, textos, imagens, modelos moleculares, etc.), que são associadas aos construtores científicos ou linguísticos, teóricos e linguísticos que

assumem o papel de signos e geram interpretantes na mente dos estudantes; como ilustrado na Figura 8, em que a representação semiótica é abordada por meio dos construtos científicos (SOUZA; PORTO, 2013).

Figura 8 - Representação semiótica para abordagem de construtos científicos



Fonte: Souza; Porto (2012, p. 03)

Nessa perspectiva, as estratégias e comunicações são signos, cujos objetos são os conhecimentos químicos, que por interação e aproximação com o fenômeno apresentam qualidade da realidade, e dessa forma se desencadeia no intérprete. Diversas semioses demandam esforços por parte do interpretante para categorização e descrição, levando a hábitos de ações que se pode associar a proposta da comunicação relativa às concepções do interpretante (SOUZA; PORTO, 2012).

Silva (2014) realizou sua pesquisa com o objetivo de analisar os movimentos de contextualização e descontextualização por entre as dimensões empírica e abstrata do conhecimento químico, no discurso de um professor em sala de aula da 2ª série do nível médio, verificando as relações de tais movimentos com o uso de representações semióticas. Esse autor fez sua análise numa escola do agreste sergipano durante o desenvolvimento da sequência temática do conceito de propriedades coligativas. As categorias analisadas foram organizadas em três conjuntos: modelagem, níveis de referencialidade e operações epistêmicas. E além dessas categorias também foram analisadas as categorias triádicas de Peirce para caracterizar as representações semióticas na relação signo-objeto (índice, ícone e

símbolo). Para se ter uma ideia de como o autor fez essa categorização vamos tomar como base a análise de uma categoria por meio de um artigo desse autor (SILVA; SILVA, 2016). Com relação à categoria epistêmica modelagem: o discurso do professor se centrou mais no mundo dos objetos e eventos, sendo essa a categoria mais frequente, ou seja, de maior tempo com um percentual de 55,91%. Em seguida com 30,16% essa categoria é relacionada ao mundo das teorias e modelos, finalmente a relação que o professor fez entre os dois mundos (mundo dos objetos e dos eventos) foi de apenas um tempo percentual de 13,93%.

Silva (2014) chegou à conclusão de que o professor, na tentativa de facilitar o entendimento e descomplicar o conteúdo, embora haja contextualização, distanciou-se das teorias subjacentes aos fenômenos observáveis. Para esse autor, isto 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. Isso ocorre pela pouca utilização das representações semióticas, icônicas e indiciais, por parte do professor, que ocorreria pela utilização de modelos, além de gráficos e outras representações que organizam as informações e dão sentido ao mundo empírico.

Greszczyszyn et al. (2017) fizeram uma reflexão que reitera como a semiótica peirceana tem sido fundamental para a análise do processo de ensino e aprendizagem de Química, demonstrando que a compreensão dos conceitos químicos não podem ocorrer independente das suas representações e assim direcionaram a observação e a compreensão dos complexos processos de linguagens de mediação. Analisando alguns artigos publicados por outros autores, chegaram à conclusão de que por meio da semiótica peirceana, é possível ter uma melhor compreensão dos objetos sógnicos como representação do conhecimento químico. E que essa perspectiva apresenta um potencial teórico muito rico para, também, discutir a questão de representação do conhecimento químico, principalmente hoje no ambiente virtual, das múltiplas linguagens e da tecnologia melhorando as associações dos signos com os significados.

A seguir faremos uma abordagem do conceito teórico de solubilidade, do ponto de vista científico, evidenciando como esse se manifesta em questões ambientais, sociais,

políticos e histórico. E também uma breve apresentação de alguns trabalhos e pesquisas publicados recentemente acerca do conceito de solubilidade no ensino de Química.

2.5 O conceito de solubilidade

A solubilidade é um conceito importante na compreensão de alguns fenômenos cotidianos simples, como por exemplo, como o sabão remove sujeiras, o porquê de a gasolina ser adulterada com álcool e de como a manicure remove esmalte das unhas (SÁ; NETO, 2012). Do ponto de vista científico, a solubilidade é uma propriedade física de interesse em diversas áreas como a das ciências dos materiais, ambiental, farmacêutica, entre outras.

A solubilidade de uma substância química ocorre entre a interação de uma espécie que se deseja solubilizar (soluto), que está em menor quantidade, e a substância que a dissolve (solvente), que está em maior quantidade. Por sua vez, a solubilidade é definida “como a quantidade de soluto que dissolve em uma determinada quantidade de solvente, em condições de equilíbrio” (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013, p. 1248).

Para compreensão do conceito de solubilidade é preciso levar em consideração alguns fatores como a dependência da natureza das forças intermoleculares, da polaridade, da pressão, da temperatura e também da entropia das espécies envolvidas. Numa solução saturada a substância atinge seu limite de solubilidade quando o solvente dissolve todo o soluto possível, numa dada temperatura. O limite de solubilidade pode ser “medido” pela solubilidade molar de uma substância, que é a concentração molar de uma solução saturada (ATKINS; JONES, 2012).

Quando colocamos um pouco de cristal de açúcar na água, ligações de hidrogênio são formadas entre as moléculas de água e os cristais; já quando colocamos um sal na água as moléculas de água polares hidratam os íons e os retiram do retículo cristalino (ATKINS; JONES, 2012). Nesse aspecto, podemos entender que a solubilidade também depende da natureza das ligações químicas e das interações intermoleculares.

No Quadro 1 representamos a solubilidade de diferentes substâncias em g por 100 g de água a 20 °C.

Quadro 1. Solubilidade de algumas substâncias

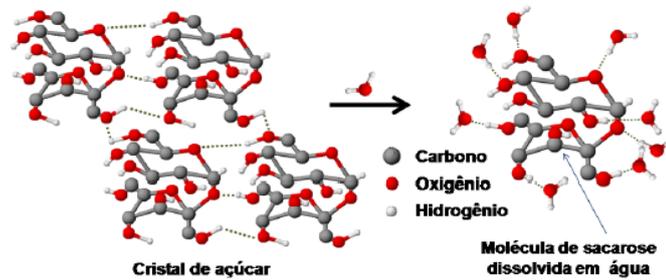
Substância	Solubilidade
Oxigênio (O ₂)	0,031
Hidróxido de cálcio [Ca(OH) ₂]	0,173
Nitrato de prata (AgNO ₃)	216
Amônia (NH ₃)	680

Fonte: Chemistry solutions (2019, adaptado).

Para as espécies químicas apresentadas no Quadro 1, um dos fatores que influencia a solubilidade é a temperatura e para essas espécies em solução o limite de solubilidade varia podendo essas soluções ser saturadas, aquela em que está em equilíbrio com excesso de soluto (RUSSEL, 1994). A solução saturada apresenta um limite para a quantidade de soluto que pode ser dissolvida em certa quantidade de solvente, como exemplo, apenas 36,0 g de cloreto de sódio, a 20 °C podem ser dissolvidos em 100 g de água pura (BRADY; RUSSEL; HOLM, 2002). Solução insaturada ou não saturada é aquela que tem uma concentração de soluto menor do que a de uma solução saturada (RUSSEL, 1994). A solução supersaturada, por sua vez, é aquela em que a concentração do soluto é maior do que a de solução saturada, ou seja, é aquela que contém mais soluto do que o necessário para a saturação, a uma dada temperatura (RUSSEL, 1994; BRADY; RUSSEL; HOLM, 2002).

A Figura 9 representa o fenômeno da dissolução de sacarose em água em que as interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio são cruciais no entendimento dos fenômenos observados e no comportamento das moléculas de sacarose dissolvidas em água.

Figura 9 - Representação dos cristais de sacarose dissolvidos em água



Fonte: Martins; Lopes; Andrade (2013, p. 1253)

A representação dos cristais de sacarose dissolvidos em água apresenta um caráter de natureza icônica, pois se baseia em qualidades e similaridades como raio atômico, distância de ligações e arranjo (SOUZA, 2012). O signo nesse sentido possui conexão física com o objeto representado (cristais de açúcar e moléculas de água), que pode ser por semelhança ou aproximação.

As forças intermoleculares são cruciais na explicação da solubilidade das substâncias (SOLOMONS; FRYHLE, 2005). O álcool, por exemplo, possui o grupo funcional –OH ligado a átomos de carbono saturado, que dependendo do número de carbonos na estrutura molecular, como por exemplo o C_2H_5OH , é um composto polar e portanto solúvel em água, devido as interações dipolo-dipolo do tipo ligações de hidrogênio, a explicação para essa propriedade reside no fato de que as atrações existentes entre as moléculas de água e as moléculas de etanol são, praticamente, da mesma ordem de grandeza (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013). Logo, podemos concluir que a compreensão das forças intermoleculares é de fundamental importância para que preveja ou compreenda determinadas propriedades químicas que depende da natureza dessas forças ou que sofrem influência dessas. A ligação de hidrogênio são atrações muito fortes, ocorre entre átomos de hidrogênio ligados a átomos pequenos fortemente eletronegativos (O, N, ou F), que confere algumas propriedades físicas das substâncias químicas como ponto de ebulição e ponto de fusão, por exemplo, (SOLOMONS; FRYHLE, 2005).

Na Figura 10 apresentamos um béquer à esquerda contendo água com uma pequena quantidade de glicose e o béquer da direita com uma quantidade de glicose maior, ambos em 100 mL de água.

Figura 10 - Béqueres contendo água com proporções diferentes de açúcar



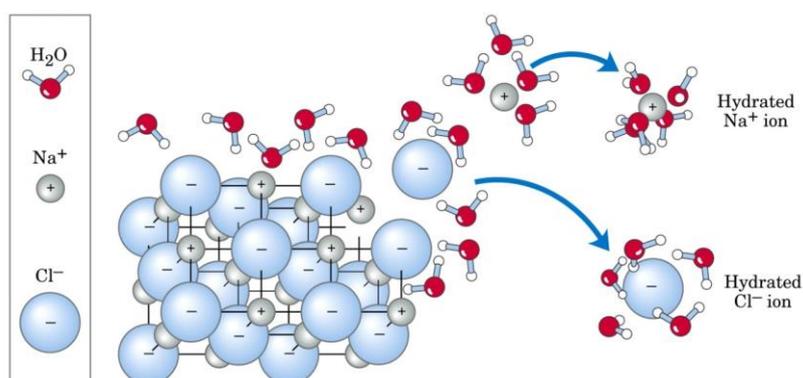
Fonte: Atkins; Jones (2012, p. 344)

Se o sistema for agitado com uma pequena quantidade de glicose, ela dissolve na água (béquer à esquerda), enquanto que no lado direito, se for adicionado em outro béquer uma grande quantidade de glicose, não se dissolve, e dizemos que essa solução está saturada. Esse fenômeno ocorre tanto pela natureza das forças intermoleculares envolvidas quanto pelo limite de solubilidade. Essa solução saturada representa o limite da capacidade do soluto em dissolver em uma determinada quantidade de solvente (ATKINS; JONES, 2012). Por sua vez, a solubilidade molar é a concentração molar de uma solução saturada, ou seja, a solubilidade molar de uma substância é o limite de sua capacidade de dissolver em uma determinada quantidade de solvente. “Os químicos orgânicos definem usualmente um composto como solúvel em água se pelo menos 3 g do composto se dissolve em 100 mL de água” (SOLOMONS; FRYHLE, 2005, p. 64).

O constituinte principal do sal de cozinha, NaCl, no estado sólido é um retículo cristalino, cuja natureza eletrostática explica as interações entre as suas partículas: íons de cargas positivas (Na^+ , cátions) e íons de cargas negativas (Cl^- , ânions) (LIMA; NÚÑEZ, 2012). Na água (H_2O) os átomos da substância NaCl são dissociados, ou seja, são desprendidos do sólido cristalino pela interação da polaridade da água que rodeia os íons, evitando que esses regressem ao sólido e formando assim uma camada de solvatação. A

explicação química para esse fenômeno reside no fato de que o átomo de oxigênio da molécula da água possui carga parcial negativa (δ^-), nesse sentido a água fica voltada para o cátion (Na^+) e o hidrogênio que possui carga parcial positiva (δ^+) volta-se para o ânion (Cl^-), como ilustrado na Figura 11 a seguir.

Figura 11 - Solvatação cloreto de sódio (NaCl).



Fonte: <https://pt.slideshare.net/danielleborges370/gua-camada-de-solvatao>. Acesso em: 12/09/2018.

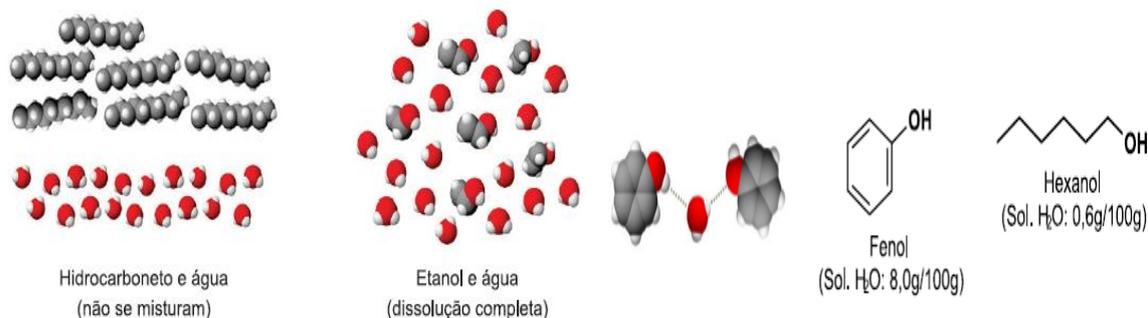
Quando não houver mais moléculas de água suficiente para atrair os íons do retículo cristalino do cloreto de sódio este sal irá se precipitar formando assim um corpo de fundo.

A polaridade é importante para o entendimento da solubilidade, que por sua vez carrega forte contribuição do pH da solução associada as constantes de equilíbrio das reações químicas. O CO_2 , por exemplo, tem sua solubilidade aumentada em água em função das intensas interações intermoleculares, que resultam em reações químicas (SILVA et al., 2017). De acordo com esse autor, as moléculas polares, como por exemplo, os haletos de hidrogênio (HF , HCl , HBr e HI), interagem via forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo, que se encontra em forma gasosa no estado padrão em temperatura ambiente; inclusive o HF interage via ligações de hidrogênio.

O fenol apresenta solubilidade maior em água do que o hexano em água, uma vez que na estrutura do fenol encontra-se o grupo $-\text{OH}$. Na Figura 12 apresentamos a explicação

desse fenômeno, que está relacionada com a maior acidez dos fenóis ($pK_a \sim 10$) quando comparada com a acidez dos alcoóis ($pK_a \sim 16$).

Figura 12 - Relação da polaridade com a acidez de algumas moléculas



Fonte: Martins; Lopes; Andrade (2013)

Se a cadeia carbônica de um álcool for grande, esse será muito menos solúvel na água, diz-se que a longa cadeia de carbono do álcool é hidrofóbica (*hydro*, água; *phobos*, temor, ou seja, “temente à água”), nesse sentido, apenas a parte pequena molécula contendo o grupo OH é hidrofílica (*philos*, amado, querido, “amante da água”), fazendo com que, geralmente, uma molécula dessa natureza ser mais solúvel em solventes pouco polares (SOLOMONS; FRYHLE, 2005). A explicação desse efeito hidrofóbico é complexa, que envolve uma variação desfavorável da entropia na água, segundo a qual:

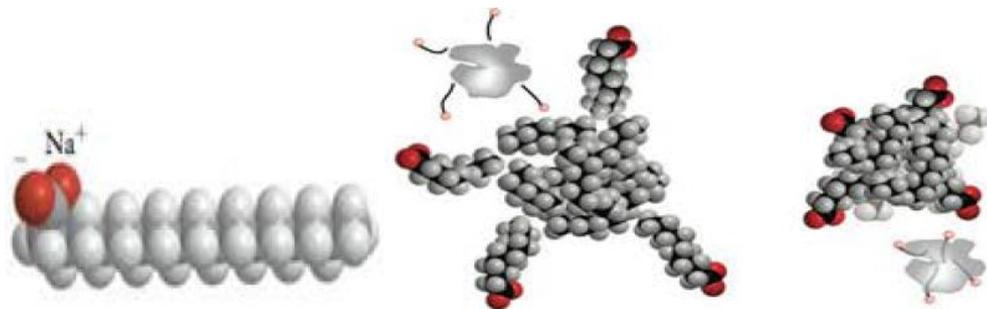
As mudanças de entropia têm a ver com as mudanças de um estado relativamente ordenado para um estado mais desordenado ou ao contrário. As mudanças de ordem para a desordem são favoráveis, enquanto que as mudanças da desordem para a ordem são desfavoráveis. Para uma cadeia apolar de um hidrocarboneto acomodar-se na água, as moléculas de água têm que assumir uma estrutura mais organizada ao redor da cadeia e, por isso, a mudança de entropia é desfavorável (SOLOMONS; FRYHLE, 2005, p. 64).

Os hidrocarbonetos são apolares devido à simetria existente dos arranjos formados em torno dos átomos de carbonos, garantindo um grande número de espécies, cujos momentos de dipolo resultantes são iguais ou próximos de zero (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013). De acordo com esses autores, a força de dispersão de London, que mantém as moléculas

unidas, aumenta com o crescimento da molécula, o que geralmente leva a um decréscimo na solubilidade nos hidrocarbonetos.

A Figura 13 representa a natureza química das substâncias no que se refere à polaridade, que é de grande importância para o entendimento do conceito de solubilidade.

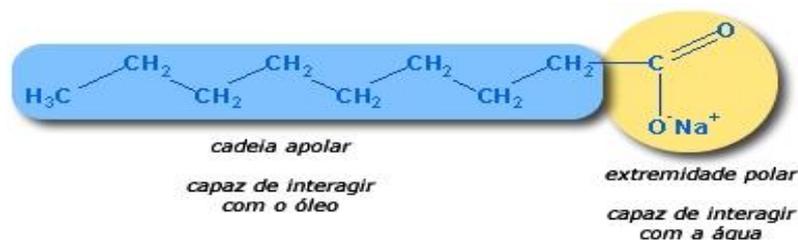
Figura 13 - Do lado esquerdo tem-se o estearato de sódio, $\text{NaCH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2$, e à direita, tem-se o que se chama das caldas de hidrocarboneto de um sabão ou surfactante que começa a dissolver em gordura



Fonte: Atkins; Jones (2012)

Os sabões são sais de sódio de ácidos carboxílicos de cadeia longa, incluindo os estearatos de sódio. Os ânions desse sal têm um grupo carboxilato polar ($-\text{CO}_2^-$) chamada de cabeça na extremidade de uma cadeia apolar o hidrocarboneto. A cabeça é hidrofílica, atrai água, enquanto a cauda é hidrofóbica, repele água (ATKINS; JONES, 2012). Na Figura 14 tem-se a representação da estrutura simplificada do sabão.

Figura 14 - Representação da molécula do sabão.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/como-sabao-limpa.htm>. Acesso em:

05/02/2019

Durante o processo de limpeza a gordura é envolvida pela parte apolar da molécula de sabão, já a parte polar do sabão interage com água formando assim um sistema água-sabão-gordura que é chamado de micela, dessa forma a micela permite que a água arraste-a, removendo assim a gordura.

Pode-se falar em solubilidade dos gases, uma vez que os peixes respiram o oxigênio dissolvido na água, que o refrigerante contém gás carbônico supersaturado em sua composição e que as águas do mar são acidificadas pela solubilidade do gás carbônico em água oriunda da poluição humana. Afinal como um gás se dissolve num sistema aquoso? A resposta está relacionada com a pressão e a temperatura do sistema, como veremos a seguir. A pressão exerce forte influência na solubilidade dos gases e que a solubilidade de um gás é diretamente proporcional a sua pressão parcial, P. Essa observação foi feita em 1801, pelo químico inglês William Henry, e é agora conhecida como Lei de Henry (ATKINS; JONES, 2012), normalmente escrita como:

$$s = k_H P \text{ (Equação 1) em que}$$

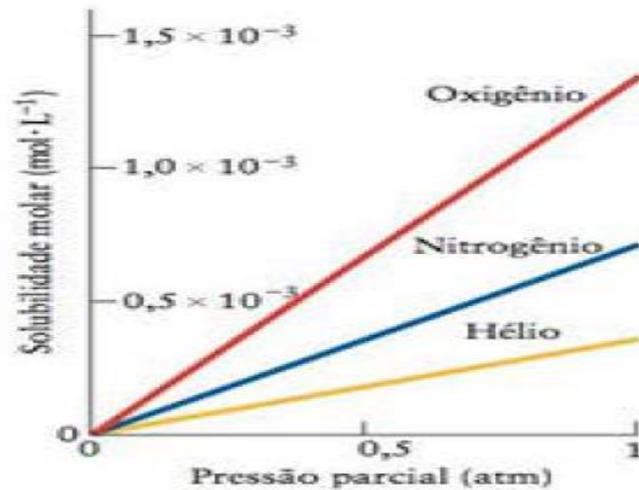
s = solubilidade do gás;

k_H = constante de Henry, depende do gás, do solvente e da temperatura e

P = pressão parcial do gás.

No gráfico 1 apresenta-se a relação da constante k_H , que é chamada de constante de Henry, com o gás, o solvente e a temperatura em um gráfico.

Gráfico 1 - Gráfico da variação da solubilidade molar dos gases oxigênio, nitrogênio e hélio conforme a pressão parcial



Fonte: Atkins; Jones (2012, p. 347)

De maneira geral um gás é mais solúvel quanto mais se aumentar a pressão parcial nesse gás, ou seja, o aumento da pressão favorece a solubilidade de um gás; assim como a diminuição da temperatura também favorece uma maior solubilidade desse gás, como descrito no exemplo da Tabela 2.

Tabela 2 - Solubilidade dos gases com relação à temperatura.

Temperatura (°C)	Volume de gás dissolvido na água (cm ³ /litro H ₂ O/atm)		
	CO ₂	H ₂ S	CH ₄
20	878	2.582	33,8
25	760	2.282	30,0
35	592	1.831	25,4

Fonte: <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/040.pdf>. Acesso em: 05/02/2019

Quando abrimos uma lata de refrigerante à pressão se reduz, acarretando na diminuição da solubilidade do CO₂, logo esse gás é liberado na forma de bolhas (efervescência), como representado na Figura 15.

Figura 15 - Lata de refrigerante sendo aberta, onde é possível notar a efervescência do gás.

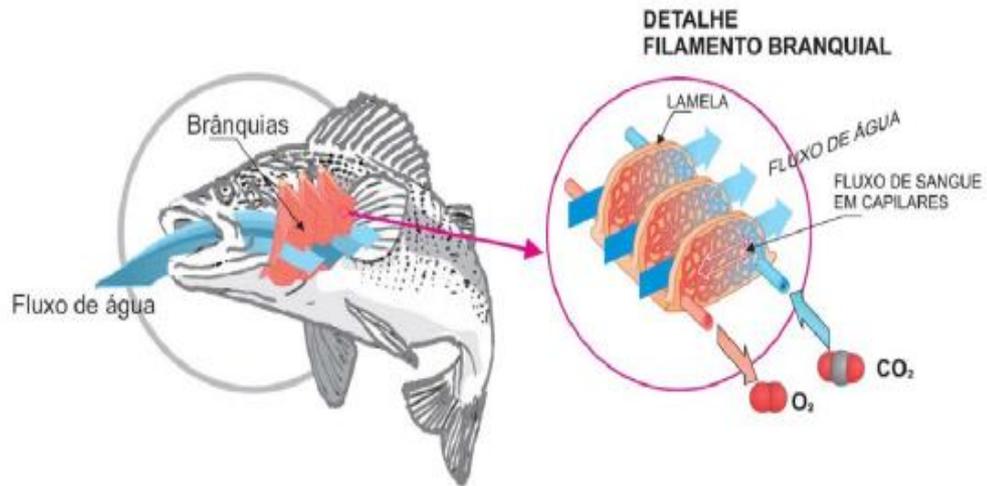


Fonte: <http://bioug.blogspot.com/2013/10/solucoes-e-propriedades-coligativas.html>. Acesso em: 07/02/2019

De acordo com Souza (2012), é possível notar nas informações fornecidas pelo gráfico que o signo é, conforme as circunstâncias, de caráter icônico de comportamento da matéria, tido como consequência da estrutura molecular. O caráter indexical é evidenciado pelo comportamento da matéria pelo qual teoria e modelos moleculares são apenas interpretantes possíveis, entendida como uma única forma pela qual o interpretante pode acessar a realidade, por meio do objeto dinâmico, por meio da mediação por um signo. O caráter simbólico do signo apresentado no gráfico é evidenciado pela teoria que precede a representação do comportamento dos gases ligados aos conceitos de físico-química, no sentido em que a pressão atmosférica exerce influência na solubilidade desses gases.

A solubilidade dos gases em meio aquoso e os processos biológicos são de fundamental importância para a vida (SILVA et al., 2017). Estes autores destacam dois processos biológicos importantes como a respiração e a fotossíntese. Em animais aquáticos, por exemplo, as guelras extraem o oxigênio que está dissolvido na água, de maneira muito eficiente, como representado na Figura 16.

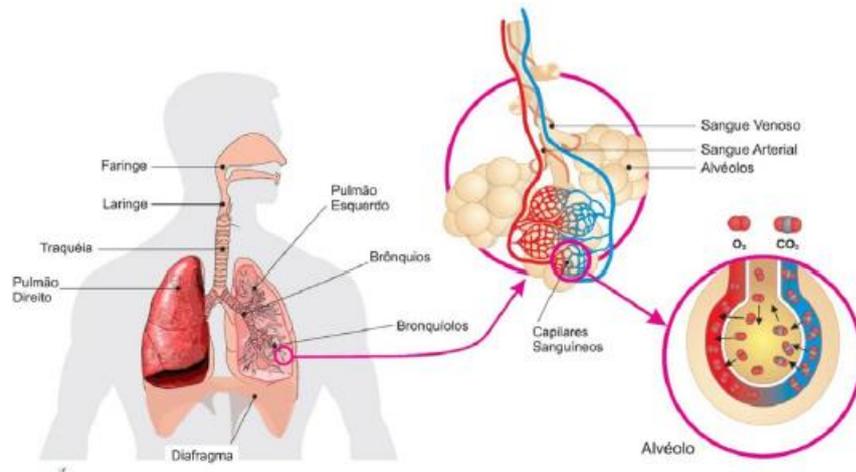
Figura 16 - Sistema respiratório de animais aquáticos.



Fonte: Silva et al. (2017, p. 828).

Os animais terrestres, por sua vez, desenvolveram pulmões mais eficientes, já que não têm restrições associadas à perda de água. No sistema respiratório humano, Figura 17, o ar entra pelo nariz, onde é aquecido e filtrado, e vai para cavidade nasal, em seguida passa pela faringe, laringe e traquéia, atingindo os brônquios, que promove as trocas gasosas. As ramificações dos brônquios em tubos cada vez mais finos são chamadas de bronquíolos, com terminações chamadas de alvéolos. A baixa solubilidade do oxigênio no sangue exige um transportador eficiente, função desempenhada pela hemoglobina (Hb) (SILVA, et al., 2017).

Figura 17 - Sistema respiratório humano.



Fonte: Silva et al. (2017, p. 828).

De acordo com Martins e Queiroz (2010), podemos afirmar que as setas indicadas nas figuras das respirações do animal aquático e do ser humano indicam o local que está ampliado e se direciona da área do macro para a área microscópica. Nesse sentido, o signo é do tipo predominantemente indexical relacionando as mesmas regiões com visões diferentes.

2.6 Pesquisas envolvendo o conceito de solubilidade no ensino de química

Azzolin et al. (2013), pretendendo investigar as concepções prévias dos estudantes do Ensino Médio sobre o conceito de Solubilidade, fizeram uma pesquisa em duas escolas públicas no estado do Rio Grande do Sul, que envolveram 314 alunos de todas as séries do nível médio (1º, 2º e 3º séries). O instrumento utilizado para coleta de dados, para primeira etapa, foi um questionário semi-estruturado com as seguintes questões: 1) O que você entende por solubilidade?; 2) Os conhecimentos sobre solubilidade são importantes em que parte do seu cotidiano? Na segunda etapa foram realizadas algumas questões adicionais em que faz correlação entre as aulas teóricas de Química sobre solubilidade com os conteúdos de Biologia como alimentos, processo de digestão dos alimentos e composição dos medicamentos.

Segundo os autores, seus resultados dão conta de que independente do nível escolar dos estudantes, seus conhecimentos são baseados no empirismo e não no conhecimento científico, o qual engloba os fatores determinantes como propriedades do soluto e do solvente (polar ou apolar), interações entre as partículas de soluto/solvente e influência da temperatura (AZZOLIN et al., 2013). Os autores chegaram à conclusão de que as concepções dos estudantes sobre o conceito de Solubilidade são associadas com a Alimentação, pois esse conceito de solubilidade é relacionado de forma interdisciplinar no ensino de Química.

A partir da análise do trabalho de Oliveira; Gouveia e Quadros, (2009), realizado no final da educação básica com o intuito de analisar as concepções dos estudantes sobre o conceito de Solubilidade/Miscibilidade, as autoras construíram um instrumento de coleta de dados utilizando um questionário aplicado em cinco turmas da 3º série do Ensino Médio, totalizando 91 estudantes de escolas particulares da região metropolitana de Belo Horizonte - MG. As questões versavam sobre a quantidade do etanol adicionado na gasolina e se pela adição de água no lugar de etanol na gasolina seria possível, relacionando esses fenômenos com a polaridade das espécies envolvidas.

Elas identificaram que, apesar dos estudantes estarem nos anos finais da educação básica, para alguns, ainda o conhecimento de solubilidade não estava muito claro, pois alegaram ser possível substituir o etanol por água (OLIVEIRA; GOUVEIA; QUADROS, 2009). Os alunos encontraram muitas dificuldades de explicar o conceito de solubilidade em questões cotidianas, demonstrando assim que não tinham domínio nem apropriação sobre o conceito em questão, pois muitas vezes esses se apropriavam de questões cotidianas para explicar os fenômenos.

No artigo de Gatti et al. (2015), percebemos que os motivos que levaram as autoras a investigar essa temática reside no fato de que os estudantes apresentam dificuldades para definir e explicar os conceitos. Nesse sentido, foi realizada uma intervenção didática com estudantes do Ensino Médio, que consistia em aplicar um pré-teste, abordar uma atividade experimental, discussão por meio de uma aula teórica, abordagem da modelagem molecular e apresentação de trabalhos. Também foi aplicado pós-teste. Com a inserção dessas práticas no processo de ensino e aprendizagem, as autoras perceberam que foi possível abordar os três

níveis representacionais da química (macro, micro e simbólico) e transitar entre esses níveis de maneira dinâmica.

Junqueira e Maximiano (2016) apresentam um estudo do uso do tema interações intermoleculares por futuros químicos para explicar situações envolvendo o conceito de solubilidade. Os autores chegaram à conclusão de que a maioria dos estudantes identifica corretamente a relação das interações intermoleculares com o conceito de solubilidade em questão, no entanto, houve indicações das interações envolvidas somente entre soluto e solvente, deixando de lado a ideia de processos e sistemas.

Esses autores chamam a atenção para a necessidade do aluno saber reconhecer e avaliar os tipos de interações existentes entre soluto e solvente, desenvolvendo assim um esquema de pensamento que considere todo o processo e não só estado final do sistema. Sugerem também que a solubilidade suporte a compreensão dos conceitos envolvidos na solubilidade por meio de modelos explicativos mais lógicos e coesos, superando a utilização de regras que nem sempre explicam os fenômenos do ponto de vista submicroscópico e por meio de representações desse nível do mundo da química (JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2016).

A seguir apresentamos o percurso metodológico que serviu de base para nossa investigação e análise empírica. Que caminhos seguimos, quais instrumentos utilizamos e quais análises utilizamos para compreensão dos fenômenos analisados no processo de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Apresentaremos a seguir os caminhos metodológicos traçados para coleta e análises dos dados. A pesquisa tem cunho qualitativo e os dados são tidos como signos e sua análise foi realizada tendo como base teórica o domínio microgenético (VALSINER, 2012).

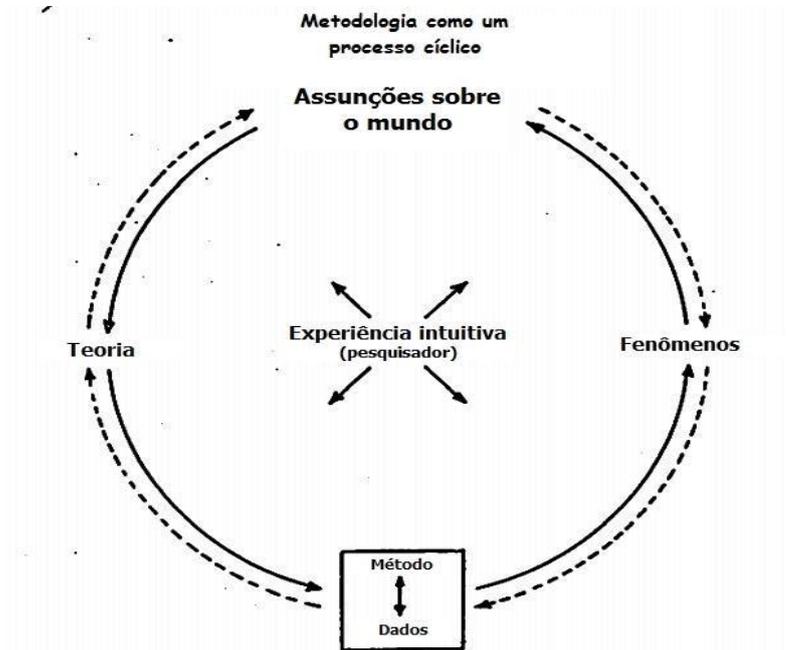
Para o desenvolvimento da pesquisa analisamos como a construção de significados em torno do conceito de solubilidade é feita tendo por base a semiótica. Buscamos relacionar a formação de conceitos com as contribuições da Psicologia Cultural Semiótica para o ensino de Química. Nesse processo, os diálogos e ações dos estudantes foram de extrema importância para compreensão do desenvolvimento e criação de novos signos em sala de aula. No presente trabalho, esta pretensão foi realizada para aprendizagem do conceito de solubilidade. Dessa forma, pretendemos contribuir com a construção de conhecimentos no campo da semiótica e na aprendizagem no âmbito da Psicologia Cultural.

3.1 Aporte metodológico

A presente dissertação se enquadra numa abordagem de pesquisa qualitativa, em que nos propomos a investigar o processo de construção de significados do conteúdo de solubilidade a partir da mediação semiótica. Para isso, adotamos o modelo do ciclo metodológico (BRANCO; VALSINER, 1997; apud BEZERRA, 2014; VALSINER, 2012), em que a construção dos dados está em constante diálogo com os pressupostos teóricos e a percepção do mundo por parte do pesquisador.

A Figura 18 representa a metodologia como um processo cíclico de construção do conhecimento geral que ocorre por meio da experiência intuitiva do pesquisador (BRANCO; VALSINER, 1997; apud BEZERRA, 2014, p. 81).

Figura 18 - Representação do ciclo metodológico



Fonte: Branco; Valsiner, 1997, apud Bezerra (2014, p. 81)

A imagem representa os caminhos e instâncias do processo de investigação que se deve levar em conta a subjetividade do investigador. As setas sólidas representam o sentido “natural” pelo qual a investigação está estruturada, por sua vez, as setas vazadas representam os caminhos que podem ocorrer intuitivamente, independentemente do plano metodológico, no sentido de promover modificações na compreensão de partes ou de todo o esquema de investigação ao longo do processo investigativo (BEZERRA, 2014).

A visão axiomática dos fenômenos consiste na forma como o pesquisador experimenta e formula ideias gerais sobre ela. As teorias se alimentam dessas ideias axiomáticas e servem como ponto de tradução em métodos que quando relacionadas com os fenômenos que produzem dados; que são representações de determinados aspectos que emergem dos fenômenos (VALSINER, 2012).

Com base no modelo de ciclo metodológico apresentamos, na Figura 19, nossa proposta de estudo, com as perspectivas teóricas que guiaram nossa investigação, cujos métodos de coleta e análise dos dados ocorrem pela mediação semiótica de signos, de tipo

ícone, índice e símbolos; que foram utilizados como ferramentas para identificar como os estudantes constroem significados.

Figura 19 - Ciclo metodológico das ações da investigação adotada nesse trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.2 Critérios de seleção dos participantes

No presente trabalho, solicitamos que a professora regente selecionasse cinco estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Justifica-se como critério de exclusão para não participação da pesquisa aqueles estudantes que apresentaram uma frequência inferior a 75% no bimestre escolar correspondente a realização desta pesquisa. O baixo desempenho na disciplina de química e a apresentação de dificuldades de aprendizagem foram os critérios de

seleção para os cinco estudantes. Justificamos tal critério pela possibilidade de avaliarmos como estudantes com este perfil manipulam recursos semióticos na construção de significados e como estes significados se aproximam do ponto de vista científico ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

O campo de investigação ocorreu na Escola Estadual Cônego Alexandre Cavalcanti, situada na cidade de Bezerros - PE. A referida escola é de tempo integral de acordo com o Programa Educação Integrada. A modalidade de educação integral foi atualizada pelo dispositivo da Lei Complementar nº 364, de 30 de Junho de 2017² que alterou a Lei Complementar nº 125, de 10 de Julho de 2008³, ambas as leis do estado de Pernambuco. As justificativas para escolha desta instituição se dão por ser integral, permitindo a utilização de espaço em contraturnos, facilitando o desenvolvimento da pesquisa e pelo fato da professora regente ser formada na UFPE/CAA e possui formação específica na área de Química. O que nos remete a possíveis justificativas de como o conteúdo é abordado em sala de aula, o que está em acordo com a meta 15 do Plano Nacional da Educação assegura que os professores da Educação Básica possuam formação específica de nível superior, obtida em curso licenciatura na área de conhecimento em que atuam (BRASIL, 2014).

Para intervenção, a prévia autorização na participação dos envolvidos ocorreu por meio da anuência do professor regente do Ensino Médio, da autorização da direção e coordenação e temos conforme exige o Comitê de Ética em Pesquisa - CEP da Universidade Federal de Pernambuco (ANEXO A) que teve o parecer consubstanciado aprovado por este comitê (ANEXO B). Convidamos os estudantes a participarem da pesquisa por meio de Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento.

Participaram do trabalho cinco estudantes do sexo feminino. Foram convidados outros estudantes, também do sexo masculino, no entanto, por falta de autorização dos pais ou responsáveis esses não puderam continuar. Para manter o anonimato e a integridade dos

² Disponível em: <http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=2&numero=364&complemento=0&ano=2017&tipo=&url=>. Acesso em: 21/01/2019.

³ Disponível em: <http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=5148&tipo=TEXTOTUALIZADO>. Acesso em: 21/01/2019.

participantes desta pesquisa, utilizaram-se nomes fictícios para identificá-los: Célia, Maria, Carla, Silvia e Joana.

3.3 Desenho metodológico da pesquisa

Considerando, como descrito anteriormente, que a atividade humana dos indivíduos é mediada por signos e instrumentos, tanto no plano social como no plano individual, nos parece relevante compreender o papel dos signos no domínio do conceito de solubilidade (PEREIRA, 2014; HERRERA, 2014; VIGOTSKI, 2007). Nesse sentido, apresentamos adiante o nosso percurso metodológico, que utilizou de uma intervenção didática por meio de um questionário, aulas expositivo-dialogadas e seminários.

- 1º momento: Questionário

No primeiro encontro, em duas aulas geminadas, realizamos um questionário com os participantes selecionados, com o objetivo de descrever o perfil social dos envolvidos e identificar quais tipos de signos os estudantes externalizam e que representam um conhecimento prévio sobre o conceito de solubilidade. O questionário também continha perguntas acerca do perfil social dos estudantes e da metodologia adotada pelo professor de química em sala de aula. As perguntas do questionário acerca do conceito de solubilidade estão apresentadas no Quadro 2. As perguntas do questionário na forma que foi apresentado aos estudantes podem ser visualizadas no Apêndice A.

Quadro 2 - Perguntas do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios sobre o conceito de solubilidade

3- Sobre o conceito de Solubilidade

3.1 Você já estudou sobre solubilidade? Como foi?

3.2 Fale de algum exemplo cotidiano que envolva o conceito de solubilidade. Explique o fenômeno envolvido.

3.3 O que é solubilidade?

3.4 Como você entende o significado atribuído ao termo solubilidade em cada situação descrita a seguir. Observação: termos como “misturar” e “dissolver” referem-se à solubilidade.

A) Por que será que conseguimos dissolver certa quantidade de açúcar na água e ao tentamos dissolver o óleo de cozinha nessa mesma água não conseguimos?

B) Por que os mecânicos utilizam gasolina para limpar a graxa de suas mãos e não água?

C) O que acontece quando tentamos dissolver cada vez mais açúcar em um copo com suco de fruta?

D) Por que no refrigerante gelado os gases presentes estão mais “quietos”, mais misturados; e no refrigerante quente, temperatura ambiente, os gases estão mais agitados?

E) Por que o despejo de esgotos nos rios provoca a morte de peixes? Qual a relação nesse sentido com a mistura dos gases com outros rejeitos e sais presentes na água?

Fonte: Elaborado pelos autores

O objetivo dessas questões foi de analisar as diferentes respostas dadas de maneira a observar formas diversas de falar sobre o conceito de solubilidade a fim de identificar como na externalização de signos pode emergir significados do conceito de solubilidade. Nesse sentido identificar a visão por parte dos estudantes acerca de diferentes concepções do conceito e de significados que eles trazem consigo acerca do conceito em questão.

A análise dos dados desse questionário foi feita com base no acesso do conhecimento prévio por meio da externalização à luz da segunda tricotomia de Peirce (da relação signo com o seu objeto) que classifica os signos em: ícones, índices e símbolos.

- 2º momento: Intervenção didática

Nesse momento, em quatro aulas geminadas divididas em dois encontros, sendo duas aulas em cada encontro, foi realizada uma intervenção didática com o objetivo de analisar a emergência de novos significados durante o processo de trocas discursivas e desenvolvimento do conceito de solubilidade, ou seja, na formação do conceito. A partir da análise microgenética, observamos quais tipos de signos que representaram novos significados externalizados durante momentos de conversação no processo da aula expositivo-dialogada e estudo por meio do texto: “Recordando o Conceito de Solubilidade”, processos esses que são detalhados a seguir.

a) Aula expositivo-dialogada: segundo encontro

Foi retomada nesse momento uma discussão acerca das respostas dos estudantes ao questionário e a forma como a professora abordou o conceito de solubilidade em sala de aula. Este processo de retomada teve como intuito fornecer elementos introdutórios do conceito para então partir dessa abordagem, caminhando para formação de significados do conceito de solubilidade, a partir também, do que não foi abordado anteriormente na vida do aluno.

Foi abordado entre os envolvidos uma discussão acerca de conceitos de solubilidade: 1) limite de solubilidade; 2) relação da solubilidade com a temperatura por meio de gráficos e tabelas; 3) a influência da pressão; 4) forças intermoleculares; 5) Lei de Henry e 6) limite de solubilidade de algumas substâncias. E também foi exibido um vídeo do canal Manual do Mundo com o título “Como fazer o teste da gasolina adulterada (experiência de Química)”. O

vídeo⁴ relata um experimento simples, utilizando água, gasolina, uma proveta e um béquer, para evidenciar por meio da solubilidade quanto de álcool tem na gasolina.

b) Aula expositivo-dialogada, estudo por meio de um texto, orientações e escolha do temas dos seminários: terceiro encontro

Retomou-se neste terceiro encontro ao questionário respondido no primeiro encontro e a aula expositivo-dialogada do segundo encontro.

Logo após a aula expositivo-dialogada foi realizada uma discussão acerca do conceito de solubilidade por meio da discussão de um texto, disponível no Apêndice B, extraído do livro Química – ENSINO MÉDIO de Mortimer e Machado⁵ e discussão de algumas questões anexas ao texto elaboradas pelo pesquisador acerca do conceito de solubilidade. A escolha deste livro se justifica pela sua aprovação no Programa Nacional do Livro Didático 2018 (PNLD 2018) e também pela abordagem do conceito de solubilidade relacionado com questões cotidianas.

Após esse momento, finalizando a aula, os estudantes tiveram a incumbência de escolher um dos temas listados no Quadro 3, para apresentar seus seminários numa data acordada entre os participantes. A sugestão foi feita no sentido de que eles elaborem sua apresentação em forma de cartazes ou slides, e que podem ser acompanhados de softwares, experimentos e/ou vídeos. Os participantes puderam pesquisar na internet ou outras fontes de pesquisas e fazer a sua apresentação na data acordada em comum acordo negociado.

⁴ Vídeo do canal do YouTube Manual do Mundo “Como fazer o teste da gasolina adulterada (experiência de Química)”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1u1f2NWBwVk>. Acesso em: 27/02/2018.

⁵ MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio**. 3 ed. São Paulo: Scipione, 2016.

Quadro 3 - Questões e temas de pesquisa

Questão	Temas sociais
1	Como a poluição atmosférica afeta o equilíbrio marinho? De que forma podemos salvar os oceanos e/ou diminuir esses impactos?
2	Quando abrimos um refrigerante este libera gás, isso ocorre porque a solubilidade do gás presente no líquido depende da temperatura e da pressão do sistema. Explique por que o gás fica mais agitado quando o refrigerante está natural e fica com menos bolhas quando este está gelado. Por que o gás presente no refrigerante se solubiliza no líquido?

Fonte: Elaborado pelos autores

Foi sugerido que as estudantes articulassem as suas apresentações e soluções da problemática relacionando, em alguns momentos, o conceito de Solubilidade com os seguintes conceitos:

- Gases presentes na composição;
- Influência da temperatura e da pressão das substâncias químicas apresentadas;
- Como as interações intermoleculares das substâncias envolvidas;
- Apresentação de gráficos e tabelas.

O pesquisador acompanhou o desenvolvimento dos seminários dos estudantes, auxiliando na construção e elaboração das apresentações, orientado para que elas relacionassem o conceito de solubilidade e seus significados com os conceitos da química listados. Para esta finalidade foram marcados encontros com os integrantes dos seminários para as devidas orientações.

- 3º momento: Seminários

No terceiro momento, em duas aulas geminadas, os estudantes apresentaram os resultados de sua pesquisa em seus grupos em forma de seminário, dos quais foram feitas indagações pela outra dupla para que fosse promovida uma discussão e melhor compreensão da proposta apresentada. A apresentação foi gravada em áudio/vídeo para melhor observação dos fenômenos e transcrição dos dados.

O objetivo dos seminários foi avaliar os estudantes quanto à formação do conceito de solubilidade e ressignificação desses significados que foram identificados por meio dos signos que eles externalizaram nos momentos das trocas discursivas em sala de aula. Os temas escolhidos versam sobre o conceito de solubilidade em diferentes contextos sociais, de forma que os estudantes expliquem tal conceito, e nesse sentido, analisamos como emergem os significados reconstruídos nos momentos de intervenção em sala de aula, categorizando para esse fim, os tipos de signos externalizados.

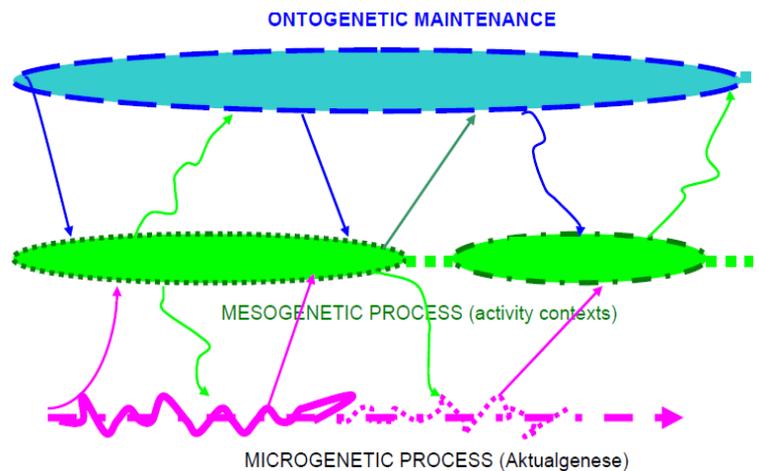
Para análise do seminário, buscamos identificar quais significados externalizados por meio dos signos que representam novas sínteses a partir do que foi internalizado – símbolo, ícone e índice.

3.4 Análise microgenética dos dados

A abordagem microgenética está inserida na perspectiva histórico-cultural e semiótica dos processos humanos. Desta perspectiva, Wertsch (1985, apud GOES, 2000) destaca as contribuições da análise microgenética na perspectiva das contribuições das pesquisas de Vigotski, que define a análise microgenética como algo que acompanha o processo de forma minuciosa, detalhando assim as ações dos envolvidos e as relações interpessoais, dentro de certo espaço de tempo que se projeta num estudo e numa forma de identificar transições genéticas. Essas transições ocorrem por meio das transformações nas ações dos sujeitos e a passagem do funcionamento intersubjetivo para o intra-subjetivo. “Portanto, desse ponto de vista, é destacado o exame de processos interativos e de pistas de internalização” (GOES, 2000, p. 14-15).

O domínio microgênético se dá no processo de internalização e externalização como forma de desenvolvimento humano que ocorre de forma dinâmica e irreversível entre o intersubjetivo e o intra-subjetivo (VALSINER, 2012). Valsiner (2012) propõe um esquema, que apresentamos na Figura 20, que relaciona os processos microgênicos, mesogênético e a manutenção ontogenética como uma construção mediada por signos. Para ele, a experiência vivida imediata do ser humano é microgênética, ocorrida no momento em que o indivíduo enfrenta o próximo e o inédito. O nível organizacional consiste em atividades e contextos naturais e vividos constantemente. O mais duradouro desses aspectos culturais é o do nível da ontogênese, cujo seu desenvolvimento se dá o longo do curso de toda vida.

Figura 20 - Relação entre ontogênese, mesogênese e microgênese



Fonte: Valsiner (2007, p. 266)

Neste trabalho, foi realizada uma análise microgênética de todas as ações dos participantes durante a intervenção. Essa análise é micro porque é orientada para minúcias indiciais que resulta da necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito, e é genética “por buscar relacionar os eventos singulares com outros planos de cultura, das práticas sociais, dos discursos circulares, das esferas institucionais” (GOES, 2000, p. 15).

Para transcrição dos dados utilizamos o método sugerido por Marcuschi (2000), como sendo uma análise detalhada utilizando sinais importantes de modo a contemplar aspectos importantes e detalhados contidos nos áudios e nos vídeos. No Quadro 4 estão representados os sinais que foram usados na transcrição dos episódios deste trabalho.

Quadro 4 - Legenda de sinais utilizados na transcrição dos episódios.

<p>[[- falas simultâneas. Utilizado quando dois falantes iniciam ao mesmo tempo um turno, usam-se colchetes duplos no início do turno simultâneo.</p> <p>(+) – pausas e silêncios são indicados entre parênteses, em caso de uma pausar maior pode-se aumentar a quantidade de sinais.</p> <p>() – havendo dúvidas quando não se entende parte da fala, marca-se o local com parênteses e em caso de suposição sobre a fala escrever dentro dos parênteses.</p> <p>/ - truncamentos bruscos das falas cortadas por colegas ou quando o sujeito corta uma unidade.</p> <p>[texto] – acréscimo do autor para acerca de comentários que indicam ações.</p> <p>[xxx] – parte da discussão suprimida por conter elementos não relevantes.</p>
--

Fonte: Marcuschi (2000, adaptado).

Para análise dos dados de cada momento dessa investigação tomou-se como base a semiótica peirceana, especificamente a classificação dos signos do tipo ícone, índice e símbolo. E as contribuições da perspectiva da Psicologia Cultural Semiótica, em que a mediação dos signos ocorre da externalização para internalização, pois acreditamos ser relevante compreender como ocorre o processo de construção de significados do conceito de solubilidade numa abordagem histórico-cultural.

Para análise do questionário realizou-se um levantamento de signos que expressam significados que os estudantes já trazem sobre o conteúdo, ou seja, suas concepções prévias acerca do conceito de solubilidade. Os signos externalizados foram identificados de acordo com os signos da segunda tricotomia (relação do signo com o objeto) que classifica os signos em ícones, índices e símbolos.

Na intervenção didática a análise foi realizada a partir das trocas discursivas, no qual serão classificados previamente os signos que serão colocados pelo professor em sala de aula, que podem auxiliar os estudantes a construir um argumento, estruturar uma ideia ou desenvolver uma habilidade específica. Os signos externalizados pelos estudantes durante a intervenção foram classificados em ícones, índices e símbolos.

Nos seminários analisamos a retomada de signos mediadores que ocorre por meio da externalização de novos significados e também da emergência de novos tipos de signos (aprendizagem).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentaremos a análise dos dados conforme as teorias adotadas e os métodos de análise, relacionando a mediação semiótica com o processo de ensino e aprendizagem para construção de significados do conceito de solubilidade.

4.1 Descrição do perfil social dos estudantes e da representação do conhecimento prévio

4.1.1 Perfil Social e Conhecimento Prévio Acerca do Conceito de Solubilidade

O perfil social e as concepções prévias acerca do conceito de solubilidade por parte dos estudantes envolvidos foram identificados por meio de um questionário. Conhecer o perfil social dos estudantes e de como eles se reportavam aos conceitos de química abordados em sala de aula foi de fundamental importância para compreendermos melhor como ocorre o processo de aprendizagem durante a intervenção realizada.

No Quadro 5 estão representadas as respostas dos estudantes para a questão de número 3.4 (ver Quadro 2) em que é abordado o significado do conceito de solubilidade em diferentes situações. Foi deixado claro que os termos como “misturar” e “dissolver” referem-se à solubilização.

Quadro 5 - Concepções prévias apresentadas pelos estudantes para questão a 3.4.

Questão	Pergunta	Resposta
A	Por que será que conseguimos dissolver certa quantidade de açúcar na água e ao tentarmos dissolver óleo nessa mesma água não conseguimos?	Todas: “Porque o óleo é apolar e a água polar”.
B	Por que os mecânicos utilizam gasolina para limpar a graxa de suas mãos e não água?	<p>Ce: “Porque a gasolina é apolar e a água polar, a graxa também é apolar, porque apolar com apolar dá certo”.</p> <p>M: “Porque a graxa é apolar e a água polar”.</p> <p>Ca: “Gasolina é polar, água apolar fica melhor para limpar”.</p> <p>S e J: “Porque o óleo é apolar e a água apolar”.</p>
C	O que acontece quando tentamos dissolver cada vez mais açúcar em um copo com suco de fruta?	<p>Ce: “Vai ficar supersaturado”.</p> <p>M: “Vai ficar o açúcar saturado porque vai dissolver”.</p> <p>Ca: “Vai ficar saturado porque o açúcar vai dissolver”.</p> <p>S: “Porque se adicionar muito açúcar fica uma solução supersaturada”.</p> <p>J: “Porque se adicionar muito açúcar fica uma solução supersaturada”.</p>

D	Por que no refrigerante gelado os gases presentes estão mais “quietos”, mais misturas; e no refrigerante quente, temperatura ambiente, os gases estão mais agitados?	<p>Ce: “Na geladeira ele vai ficar mais quieto e dissolver melhor, já ele natural fica menos solúvel”.</p> <p>M: “Na geladeira ele fica quieto e consegue dissolver melhor. E fora ele fica agitado e dissolve menos”.</p> <p>Ca: “Porque quando o refrigerante ‘tá’ na geladeira ele consegue dissolver melhor”.</p> <p>S e J: “Porque quando ele está frio as moléculas ficam menos agitadas, e quando está quente ficam mais agitadas”.</p>
E	Por que o despejo de esgotos nos rios provoca a morte de peixes? Qual a relação nesse sentido com a mistura dos gases com outros rejeitos e sais presentes na água?	<p>Ce e M: “Quando o O₂ acabar os peixes morrem porque precisam de oxigênio”.</p> <p>Ca: “Quando o O₂ acaba os peixes morrendo porque precisam de oxigênio para sobreviver”.</p> <p>S: “Quando o O₂ acaba os peixes morrem, pois eles precisam de CO₂ e O₂ para respirar”.</p> <p>J: “Porque eles precisam de oxigênio”.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda: Ce = Célia; M = Maria; Ca = Carla; S = Silvia e J = Joana.

Percebemos, por meio das concepções prévias dos estudantes que os significados apresentados do conceito de solubilidade em diferentes situações faziam associações com outros conceitos da química como a polaridade, a dissolução e as substâncias químicas o que é bastante importante do ponto de vista científico.

Outro fato que chamou bastante atenção foi o de como os estudantes associaram o conceito de limite de solubilidade com o de misturas, pois relataram que a solução pode ficar saturada ou supersaturada conforme se adiciona açúcar a um copo com suco de fruta (ver as respostas de Célia e Carla para a questão C e as respostas de Célia, Maria e Carla para a questão D). Abaixo destacamos outros pontos que achamos relevantes.

Para a questão que versava sobre a solubilidade do sistema líquido-gasoso, que se colocava o exemplo do refrigerante natural ou gelado, os estudantes responderam que os refrigerantes gelados conseguem dissolver melhor o gás presente no sistema e por outro lado o gás presente fica menos solúvel quando o refrigerante está fora da geladeira (natural), como evidenciado na fala de Maria. As falas de Silvia e Joana (opção “D”) foram importantes por relacionar o comportamento do refrigerante com as moléculas do gás envolvido.

Na última questão, que abordava a maneira como o despejo de esgotos provoca a morte dos peixes, os estudantes relataram que isso se dava porque a matéria orgânica consome o oxigênio dissolvido, de maneira que colocaram as fórmulas das substâncias químicas para representar o oxigênio (O_2) e o dióxido de carbono (CO_2).

Mesmo que muitas respostas, dadas pelos estudantes, apresentem alguns erros conceituais do ponto de vista científico, ficou evidenciado que os estudantes trazem consigo muitos significados importantes acerca do conceito de solubilidade. Muitos externalizaram o conceito da forma como aprenderam em sala de aula agregando com novos significados, nos dando indícios de como nortear nosso trabalho no sentido de formar e relacionar da melhor maneira possível os conceitos em sala de aula durante a intervenção.

Diante do exposto, apresentamos a seguir uma análise microgenética por meio da aula expositivo-dialogada com base na construção de novos significados a respeito do conceito de solubilidade, a partir da mediação de signos, consoante às perspectivas teóricas adotadas

como a histórico-cultural (VIGOTSKI, 2007) e da Psicologia Cultural Semiótica (VALSINER, 2012).

4.2 Construção de significados e signos mediadores na interação em sala de aula

A aula expositivo-dialogada foi dividida em dois encontros de duas aulas geminadas cada. Buscamos identificar como a construção de novos significados ocorre pela relação que eles fazem do conceito anteriormente abordado e com a disponibilização de diversos tipos de signos (ícone, índice e símbolo) que auxiliaram na construção desses significados durante as discussões levantadas no processo de aprendizagem. Ao iniciar as discussões, o pesquisador fez um levantamento junto aos estudantes das respostas apresentadas no questionário, possibilitando assim um movimento contínuo na abordagem do conceito.

4.2.1 Primeiro Encontro da Aula Expositivo-dialogada

Ao iniciar as discussões o pesquisador fez um levantamento junto aos estudantes das respostas apresentadas no questionário e também da relação do conceito, abordado pela professora regente, possibilitando assim um movimento contínuo na abordagem do conceito. A seguir, na Tabela 4, apresentamos a transcrição do primeiro trecho da construção de significados no que diz respeito às indagações acerca de como os estudantes aprenderam o conceito em momentos anteriores.

Tabela 3 - Signo icônico e simbólico mediando à significação do conceito macroscopicamente

TURNOS	INTERAÇÕES
1	Pesquisador: “A gente respondeu a um questionário com questões levantadas acerca da vida de vocês enquanto estudantes (perfil dos estudantes) e principalmente sobre o conceito de solubilidade [o professor retoma a algumas questões que fazem parte do questionário aplicado no primeiro momento]. De uma forma geral vocês chegaram ao consenso que solubilidade seria o que?”
2	Joana e Maria: “/ Uma diluição [[uma mistura de um soluto e um solvente só (+) (Aqui as duas alunas falaram simultaneamente acerca dessa concepção de solubilidade)”.

- 3 **Pesquisador:** “/ Vocês já estudaram sobre o conceito de solubilidade em sala de aula?”.
- 4 **Todos:** “(+++) Já!”.
- 5 **Pesquisador:** “A professora de vocês utilizou o que para abordar o conceito de solubilidade?”
- 6 **Joana:** “Água e sal (referindo-se a um experimento conduzido pela professora em sala de aula)”.
- 7 **Pesquisador:** “Descreva esse experimento para mim”.
- 8 **Maria:** “Eu não lembro, não”.
- 9 **Joana:** “[Um copo com água e ela mandou a gente adicionar sal no copo”.
- 10 **Maria:** “[Daí ela mandou a gente colocar álcool dentro do copo e observar o fundo do copo, mas a gente não viu nada”.
-

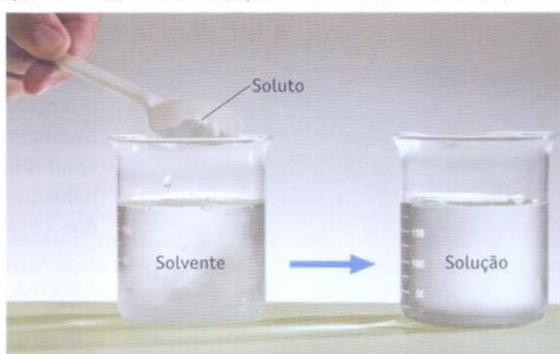
A partir dessas indagações iniciais em que os estudantes foram provocados a retomarem a momentos anteriores de seu aprendizado, percebemos que Joana e Maria, no Turno 2, fizeram uma ligação com a resposta constante no questionário apresentado no primeiro encontro, de que “a solubilidade é uma mistura de um soluto em um solvente”. Em seguida questionamos os estudantes acerca de como a professora regente abordou o conceito de solubilidade em sala de aula, como observado no Turno 6 e 9, Joana, descreveu que foi por meio de um experimento utilizando para esta finalidade água, sal e álcool e um copo. As concepções do conceito de solubilidade emergidas por meio das falas das estudantes nos dão indícios de como o signo do tipo ícone (a imagem do sal se dissolvendo no copo) foi relevante para externalização da definição do conceito. O domínio de certas expressões, tais como “mistura”, “soluto” ou “solvente” demonstra uma possível apropriação de uma linguagem científica, indicando que a linguagem adquiriu uma função intrapessoal (VIGOTSKI, 2007) na organização do pensamento. Nesse sentido, o caráter simbólico do signo é expresso por meio da apropriação de uma linguagem do mundo da química, identificadas justamente na verbalização e descrição da tarefa experimental, e é nesse aspecto que podemos inferir que tais significados são apresentados no nível macroscópico da química onde prevalecem os signos do tipo ícone e símbolo.

Apresentamos aos estudantes por meio de slides, Figura 21, algumas características do conceito de solubilidade a nível macroscópico.

Figura 21 - Representação do conceito de solubilidade a nível macroscópico da química.

SOLVENTE E SOLUTO

Em uma solução, sempre há dois componentes: o **solvente**, normalmente em maior quantidade, e o **soluto**, que vai dissolver no solvente.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/53455/>. Acesso: 27/06/2018.

A representação do conceito de solubilidade acima pode ser entendida como um objeto do mundo da química – a solubilidade, cuja característica pode ser desdobrada em signos do tipo ícone, por fazer similaridade com o objeto e é notado pelos fenômenos visuais de comportamento da matéria (a solubilização do sólido em líquido resultando numa solução); os signos do tipo índice se referem ao objeto denotando o conceito e indicando se o sólido dissolve, isto é, representando a solubilidade; por sua vez os signos do tipo símbolos fazem um movimento entre a figura apresentada e sua representação sígnica, o conceito é regulado pelas palavras (soluto, solvente e solução) apresentadas no objeto gerando significações (VALSINER, 2012).

Além da Figura 21, outro slide apresentava uma tabela de solubilidade, segundo a Tabela 5, apresentando os limites de solubilidade (g/L) para o cloreto de sódio e a sacarose nas temperaturas de 0 °C e 100 °C, respectivamente.

Tabela 4 - Representação da relação do coeficiente de solubilidade com a temperatura para o sal de cozinha e sacarose (açúcar)

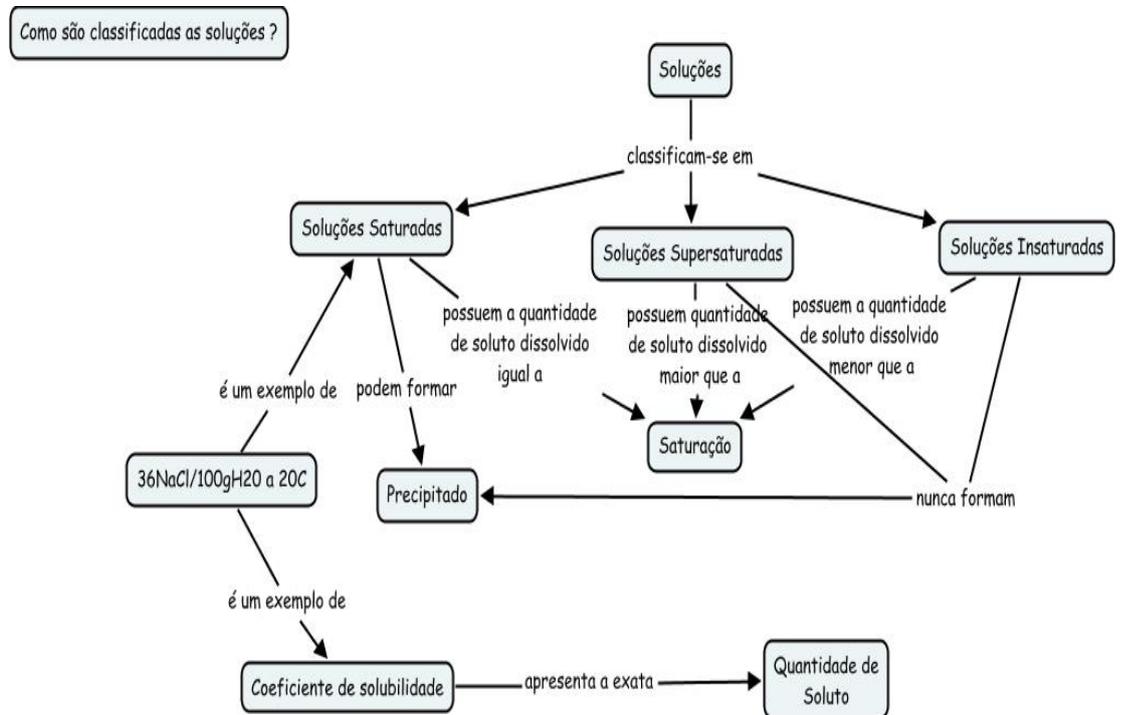
Exemplo	Cs (0°C)	Cs (100°C)
SAL NaCl	357g/L	398g/L
SACAROSE C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	420g/L	3470g/L

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/364712/>. Acesso em: 27/06/2018.

Assim, como a Figura 21, a tabela de solubilidade apresenta um conjunto de signos, representando alguns aspectos sobre o conceito em questão. Podemos observar que as fórmulas moleculares (NaCl e C₁₂H₂₂O₁₁), as unidades de medida (g/L), o símbolo de coeficiente de solubilidade (Cs) e as palavras (exemplo, sal e sacarose) se caracterizam como signos do tipo símbolo, sendo seus significados compartilhados e consensuais dentro da comunidade científica. Já as temperaturas 0°C e 100°C podem ser consideradas como signos do tipo índice, visto que guardam uma relação com o comportamento das substâncias indicadas na tabela quando dissolvidas em água. Importante destacar que só é possível interpretar o comportamento das soluções ao relacionar os dois tipos de signos representados na tabela, em que ambos se combinam favorecendo a construção de um significado mais amplo, que é a interpretação do comportamento desses solutos no solvente.

Por fim, nesse momento da intervenção, ainda apresentamos um mapa conceitual, mostrando algumas relações entre vários elementos envolvidos no conceito de solubilidade, como representado na Figura 22.

Figura 22 - Mapa conceitual apresentado as estudantes.



Fonte: <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1LHHDL139-WN8GZB-6R/Satura%C3%A7%C3%A3o%202D%202013.cmap>. Acesso em 26/06/2018.

Na Figura 22 temos a predominância do signo do tipo símbolo, representado pelos diversos conceitos distribuídos pelo mapa. Além disso, as expressões entre cada balão do mapa conceitual, além de ser um signo do tipo símbolo, indica uma relação, apresentando também uma natureza indexal.

As possíveis relações entre os signos (leitura de um texto, análise de imagens, interpretação de gráficos e tabelas) disponibilizados nos slides durante a discussão puderam ser capazes de mediar o processo de produção de significados. Tal resultado converge com a ideia de que representações semióticas são vistas como importantes ferramentas de ensino e aprendizagem ao passo que é também uma forma de olhar esse processo e agir de forma crítica sobre ele (WARTHA, REZENDE, 2015, 2017). Nessa perspectiva, apresentamos a seguir o desdobramento de como os significados foram sendo construídos a partir da mediação de tais signos disponibilizados na tabela de solubilidade e nas Figuras 21 e 22. A

transcrição do acompanhamento desse processo de ensino e aprendizagem está organizada na Tabela 6.

Tabela 5 - Signos mediando o processo de significação

TURNOS	INTERAÇÕES
41	Pesquisador: “O que é coeficiente de solubilidade? É a quantidade fixa de uma substância que dissolve na água para uma determinada temperatura [xxx]. Aqui eu trouxe dois exemplos: o sal de cozinha e a sacarose”.
42	Todas : “[Cloreto de sódio / (menciona as estudantes se referindo ao sal de cozinha)”.
43	Pesquisador: “Numa temperatura a 0 °C são necessárias 357g/L para 100g de água de um certo sal [xxx]. [O professor enfatiza a diferença entre coeficiente de solubilidade e densidade, apesar de terem as mesmas unidades. É apresentada uma tabela contendo o coeficiente de solubilidade para certa substância com a variação da temperatura].”
44	Joana: “Esse daí é a quantidade que precisa para se dissolver é?”.
45	Maria: “[Por isso que a professora disse que quando colocamos sal numa panela com água demora mais para ferver /”.
46	Pesquisador: “Através desse mapa conceitual temos a relação de uma solução insaturada, saturada e supersaturada [xxx]. [O professor relaciona as propriedades da solução utilizando um mapa conceitual].”.
47	Joana: “Insaturada é quando temos mais solvente do que soluto?”.
48	Silvia: “Isso!”.
49	Pesquisador: “(É apresentada a diferença entre insaturada, saturada e supersaturada por meio de uma figura de um copo com água em que é adicionado sal a esse sistema) [xxx]”.
50	Joana: “A diluída é a mesma coisa de insaturada?”.
51	Pesquisador: “Sim (+). Por que o sal não fica visível na água nesse processo aqui? (O professor mostra uma figura de um copo com água onde uma pessoa irá acrescentar certa quantidade de sal de cozinha)”.
52	Joana: “O sal se dissolve”.

Neste trecho, podemos notar que no Turno 42 todas as alunas remetem a fórmula molecular NaCl (signo do tipo símbolo) à substância cloreto de sódio. Essa relação

estabelecida é importante, pois ancora um possível conhecimento prévio sobre as propriedades do cloreto de sódio (estudadas anteriormente) para a construção de novos significados, relativos ao coeficiente de solubilidade. Após a explicação apresentada no Turno 43, Joana, no turno seguinte, apresenta um esforço para compreensão do que está sendo falado, se apoiando na tabela para interpretação. Especificamente, ela se remete à quantidade que está na tabela, mostrando um esforço em relacionar tal quantidade (signo do tipo símbolo) com a temperatura (signo do tipo índice). No Turno 45, Maria faz uma relação com um conhecimento prévio (a explicação fornecida pela professora sobre o sal de cozinha). Retomando o que afirmamos acima, sobre a relação com o conhecimento prévio no Turno 42, observamos como, de fato, o signo do tipo símbolo, neste caso, suportou a construção de um significado novo sobre a solubilidade do sal (agora, a situação explicada pela professora anteriormente ganha sentido, ao se relacionar com os dados da tabela de solubilidade).

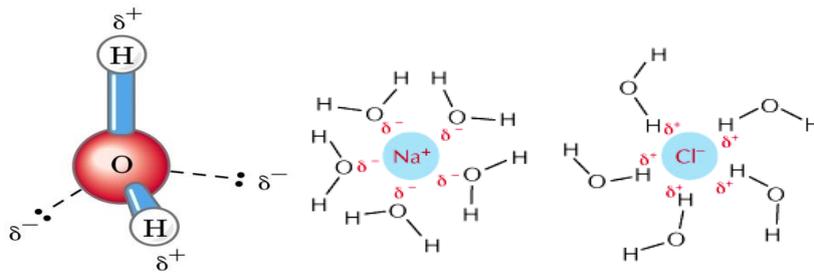
No Turno 46, há a apresentação do mapa conceitual, o que medeia o processo de significação nos turnos seguintes. A partir do Turno 47, na tentativa de relacionar os conceitos presentes no mapa conceitual, Joana e Silvia discutem sobre a insaturação de uma solução. Mais uma vez, o exemplo da dissolução do sal é retomado (a iconicidade da imagem do experimento da professora medeia o processo de significação), mas agora sendo relacionado com a imagem apresentada na Figura 21, um conjunto de signos simbólicos, indexais e icônicos. Neste momento, o mapa conceitual, juntamente com os dados da tabela de solubilidade e a imagem atuam como um conjunto relacionado de signos, apoiando o processo de significação de Joana e Silvia, fazendo com que ambas cheguem à conclusão sobre em que situação o sal será solúvel em água. A internalização dos significados por meio desses signos foi um processo que ocorreu ao longo das trocas discursivas e da socialização entre os estudantes em sala de aula fazendo uso dos signos disponibilizados, neste caso os construtos científicos presentes nos slides e na fala do professor, e da relação dos significados que os estudantes apresentam ao falar do conceito.

Tal resultado nos mostra indícios de apenas que um tipo de signo dificilmente mediará o processo sozinho, sendo importante o estabelecimento de uma correlação semiótica, para que a construção de significados seja possível. Pensando em sala de aula, isso indica que

recursos utilizados pelos professores e preferência, devem conter uma diversidade de tipos de signos (simbólicos, indexais e icônicos) de forma que, ao se estabelecer as devidas relações, os alunos possam construir seus significados acerca dos conceitos estudados.

Outra dimensão dada ao conceito de solubilidade diz respeito a sistemas gasoso-líquido em que gases em certas condições de pressão e temperatura se dissolvem em líquidos. Para tanto destacamos a relação desse fenômeno com aspectos cotidianos como a respiração dos peixes, as trocas gasosas em animais e gaseificação de bebidas. A transcrição do primeiro momento da aula expositivo-dialogada está representada na Tabela 4. O final da discussão girou em torno da seguinte imagem, apresentada na intervenção, Figura 23, para retomada do exemplo da dissolução do sal na água:

Figura 23 - Nível atômico-molecular na explicação do conceito de solubilidade.



Fonte: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4086253/mod_resource/content/1/Apostila%20-%20Fisiologia%20Vegetal.pdf. Acesso 26/06/2018.

Na imagem da Figura 23, temos a presença dos três tipos de signo: o ícone é representado a partir dos modelos representacionais, em que há uma tentativa de reproduzir atributos pertencentes ao objeto em questão (molécula da água e íons sódio e cloro); o índice é caracterizado pelo o que as cargas representam (o processo de solvatação, com moléculas de água envolvendo os íons de sódio e cloro); por fim, o signo do tipo símbolo é caracterizado pelas imagens representando os elementos químicos (O, H, Na e Cl) e o signo de carga parcial δ . Na Tabela 7 apresentamos o diálogo em torno dessa discussão.

Tabela 6 - Signos icônicos, indiciais e simbólicos mediando a construção de significados

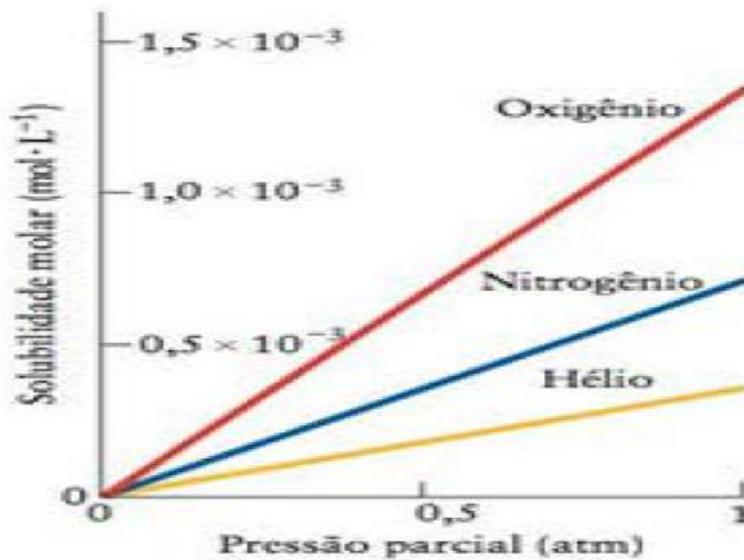
TURNOS	INTERAÇÕES
59	Pesquisador: “Que outros exemplos a gente pode citar desse fenômeno de solubilidade?”.
60	Silvia: “[Açúcar no suco”.
61	Célia: “/ Ele (professor) disse alguma coisa da [geladeira no começo da aula [o estudante se referia aqui ao exemplo dos gases presentes no refrigerante (Indagação do questionário)”.
62	Carla: “[Foi do guaraná!”.
63	Pesquisador: “/ Mas qual é a mistura que tem [no refrigerante?”.
64	(Os estudantes conversam entre si).
65	Professor: “/ Qual o gás responsável pela efervescência?”.
66	Joana: “ (+) Tem oxigênio”.
67	Pesquisador: “O responsável pela efervescência é o gás carbônico [xxx]. Voltando aquela pergunta do início: Por que o sal e o açúcar se dissolvem na água? (O professor apresenta umas imagens baseadas no modelo atômico-molecular para explicar a solubilidade do sal e do açúcar a nível submicroscópico)”.
68	Joana: “O positivo (carga do sódio) atrai o negativo (carga do oxigênio)? Ah! Os opostos se atraem”.

No Turno 61, observamos que Célia retomou a pergunta do questionário sobre os gases no refrigerante, o que desencadeou uma discussão. A pergunta, atuando como signo do tipo símbolo, também se caracterizou como um ícone, a partir das imagens mentais suscitadas pelo discurso. Importante destacar que a partir do Turno 67 há uma tentativa de relação entre a solubilidade dos gases, açúcar e sal, da discussão anterior. No Turno 68 Joana parece compreender o que acontece com as partículas do soluto em água, a partir da apresentação da imagem da Figura 23 (símbolo, índice e ícone), sendo um indício da compreensão do conceito de solvatação.

4.2.2 Segundo Encontro da Aula Expositivo-dialogada

No segundo momento da aula expositivo-dialogada, realizamos uma discussão do que foi abordado na aula anterior. A questão chave para o ponto de partida de uma discussão do conceito de solubilidade ao nível microscópico da química surgiu a partir de uma das indagações feitas pelo durante a aula “Mas o que acontece submicroscopicamente (com o fenômeno da solubilidade)?”, ver Turno 69. Os estudantes apresentaram concepções apenas dos fenômenos observados macroscopicamente sem fazer referência ao nível da química que o professor indagou. Desse modo iniciamos o segundo momento da aula expositiva dialogada apresentando modelos nesse nível da química e relacionando o conceito de solubilidade em questão. Importante destacar que a discussão apresentada a seguir foi com base na imagem da Figura 23 (já apresentada) e no Gráfico 2:

Gráfico 2 - Relação da solubilidade molar x pressão parcial de alguns gases



Fonte: Atkins; Jones (2012, p. 347)

O gráfico, por si só, já se caracteriza como um signo do tipo índice, pois representa o comportamento ou fenômeno, indicando um certo estado. Neste caso, o Gráfico 2 representa o quanto solúvel é um gás em função de sua pressão parcial. Além disso, temos o signo do tipo símbolo, sendo representado pelas palavras e demais símbolos representando unidades de

medida (pressão, concentração) e os valores numéricos. Na Tabela 8 apresentamos o diálogo referente à mediação desses signos.

Tabela 7 - Aprendizagem por meio dos signos do tipo índice e símbolo

TURNOS	INTERAÇÕES
73	Joana: “O que são esses símbolos parecendo um oito (δ^+ e δ^-)? (A estudante se referia aqui as cargas parciais dos átomos da molécula de água)”.
74	Pesquisador: “São cargas parciais, que quando negativa representa a região da molécula com maior densidade eletrônica e positiva a região com menor densidade eletrônica (o professor explica nesse momento o momento dipolar das moléculas relacionando com a polaridade dessas por meio de vetores) [xxx]. Por que o sabão limpa a sujeira das coisas?”.
75	Carla: “Por que ele é apolar?”.
76	Pesquisador: “Tem relação! Olhem esta estrutura do sabão. O que eu falei na aula passada? Que todos os compostos constituídos apenas de carbonos e hidrogênio são apolares, então toda essa parte da estrutura do sabão é apolar, já esta outra parte é polar. Logo a parte apolar que não se dissolve na água se agarra com a sujeira e a parte polar se agarra com água e dessa forma a sujeira é arrastada [xxx]”.
77	Joana: “Há um limite de solubilidade maior com o aumento da temperatura”.
78	Pesquisador: “Geralmente o aumento da temperatura aumenta a solubilidade do sólido, mas temos algumas exceções como esses sais apresentados aqui no gráfico que relaciona o coeficiente de solubilidade com a temperatura em graus Celsius. Já para os gases ocorre o contrário: é a diminuição da temperatura ou o aumento da pressão que faz aumentar a solubilidade de um gás como evidenciado na tabela e nos gráficos aqui apresentados”.
79	Joana: “Gás se dissolvendo na água? (+) Interessante”.
80	Pesquisador: “Sim! É o que acontece com o gás carbônico oriundo da poluição se dissolvendo nas águas dos oceanos e esse mesmo gás carbônico dissolvido no refrigerante [xxx]. (Em seguida o professor reproduz um vídeo que explica como se dá a adulteração da gasolina nos postos de combustíveis pela adição de quantidade de álcool maior que o permitido em legislações específicas. No vídeo é demonstrado um experimento simples). Agora vamos lê o texto ‘Recordando o conceito de solubilidade’”.

No Turno 73, Joana apresenta um esforço para compreender e interpretar o que a Figura 23 está representando. A pergunta sobre o significado dos símbolos que representam as cargas parciais (δ^+ e δ^-) se relaciona com seu esforço para construir um novo significado

(conceito de solvatação) iniciado no Turno 79 da Tabela 8, relacionando com seu conhecimento prévio sobre o comportamento das cargas elétricas (observar a fala “os opostos se atraem”). O que vem a seguir é o desencadeamento de um diálogo em que Joana e Carla tentam relacionar os conceitos de solubilidade e solvatação. Joana, usando o Gráfico 2 como signo mediador, conduziu as indagações nos Turnos 73 e 77. Por sua vez, Carla também fez uma indagação (Turno 75) evidenciando que os diversos signos disponíveis no Gráfico 2 mediarão o processo. Essa operação em que os estudantes fazem com a memória é canalizada por signos, e são os resultados de um desenvolvimento social que vão gerando novos significados ao longo da busca da solução dos problemas enfrentados, a partir dos signos disponibilizados aos estudantes durante o processo de discussões entre si em sala de aula (SILVA, 2018; VALSINER, 2012; VIGOTSKI, 2007).

4.3 Retomada dos signos mediadores: externalização de novos significados

Como tarefa a ser realizadas pelos estudantes, sugerimos que eles se dividissem em dois grupos e em seguida solicitamos que cada grupo escolhesse um tema para seminário. Durante o processo de apresentação dos participantes identificamos os signos externalizados presentes nas falas e nos materiais preparados. Assim, pudemos identificar como os estudantes fizeram uso dos signos disponibilizados durante o processo de ensino e aprendizagem em momentos anteriores.

Ressaltamos que, de maneira geral, o signo do tipo símbolo, sendo expresso pela linguagem atravessou todo o processo de aprendizagem. Nesse sentido, nos parece relevante identificar e categorizar os signos do tipo ícone e índice, além do signo do tipo símbolo quando emergiu em outras formas, além da linguagem oral e escrita.

4.3.1 Primeiro Grupo (Maria e Sílvia)

O primeiro grupo formado por Maria e Sílvia optou pelo tema “Como a poluição atmosférica afeta o equilíbrio marinho? De que forma podemos salvar os oceanos e/ou diminuir esses impactos?”. Esta dupla elaborou seu seminário por meio de slides, porém sem uso de imagens, apenas com textos. Por meio da exposição das participantes, buscamos identificar a emergência dos signos produzidos nas falas. Na Tabela 9 apresentamos alguns trechos relevantes da análise.

Tabela 8 - Transcrição do diálogo da primeira dupla para a explicação do problema

TURNOS	INTERAÇÕES
119	Maria: “Bom, a gente ficou com poluição atmosférica (++) [Referindo-se ao tema do seminário, cuja apresentação se deu por meio de slides]”.
120	Sílvia: “Como a poluição atmosférica afeta no equilíbrio marinho? [Problemática do seminário]. / A poluição atmosférica libera CO ₂ , esse gás carbônico se dissolve no ambiente marinho. Quando ele se dissolve no ambiente marinho o meio fica ácido e isso impacta na vida dos seres vivos”.
121	Maria: “Como o CO ₂ se dissolve na água? Sabe-se que a solubilidade de um gás num líquido é proporcional a pressão exercida pelo gás sobre o líquido. Logo, o CO ₂ se dissolve em água exercendo uma pressão sobre o líquido a baixas temperaturas”.
122	Pesquisador: “[Então tem que ter uma pressão alta e uma temperatura baixa?.
123	Sílvia e Maria: “[[Isso (+).

Os signos foram identificados nas ferramentas apresentadas e nos diálogos dos participantes na tentativa de explicação do problema. Quando Maria e Sílvia levantam o questionamento, como por exemplo, “Como a poluição atmosférica afeta o equilíbrio marinho?” ao buscar resolver tal questão a palavra “dissolve” (Turno 120) realça a ideia do conceito de solubilidade de um gás em água. Isto indica que há uma retomada à discussão realizada sobre a solubilidade do gás carbônico em água nos momentos do questionário e da aula expositivo-dialogada. Nesse sentido a dupla relacionou a solubilidade de um gás com a pressão e a temperatura fazendo o uso de signos do tipo símbolo, ou seja, os significados atribuídos as palavras “misturar” e “dissolver” regulando o conceito em questão (PEIRCE,

2008). Os slides utilizados na apresentação dos seminários como estiveram carregados de palavras também são classificados como signos do tipo símbolo (Turno 120). Maria (Turno 121) faz referência ao gráfico apresentado na aula expositivo-dialogada, pois a ela relaciona ao conceito de solubilidade do gás com a pressão, nesse aspecto, predomina o signos do tipo índice por fazer referência ao gráfico anteriormente visto.

Para resolução do problema também identificamos o signo do tipo símbolo, visto que essa foi à única ferramenta apresentada nos slides e no diálogo. Nesse sentido daremos ênfase a uma análise centrada nas concepções e construção dos significados apresentados pela dupla. A seguir na Tabela 10 apresentamos a transcrição utilizada pela dupla para resolução do problema.

Tabela 9 - Transcrição do diálogo da primeira dupla para resolução do problema

TURNOS	INTERAÇÕES
124	Sílvia: “De que forma podemos reduzir a poluição marinha? Use menos produtos químicos para limpar a casa, o uso de produtos químicos tóxicos como alvejante e amônia para limpar a casa prejudica o abastecimento de água, descarte o lixo adequadamente, nunca despeje algo que não seja biodegradável pelo ralo [xxx]”.
125	Maria: “Não descarte medicamentos em vasos sanitários. Os medicamentos são compostos de uma variedade de substâncias que podem ser prejudiciais ao abastecimento de água, não jogue lixo no vaso, jogar no vaso itens que não se desfazem como fraudas e lenços umedecidos e aplicadores plásticos de tampão pode causar problemas no sistema de esgotos”.

Para resolução do problema enfrentado a dupla recorreu a questões ligadas ao meio ambiente como forma de diminuir impactos ambientais. Nesse sentido diversos produtos foram mencionados pela dupla.

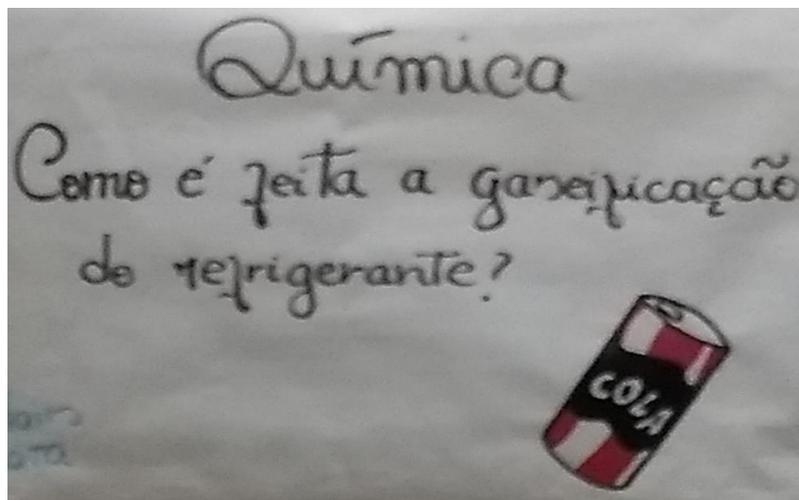
O conceito de solubilidade foi pouco explorado por esta dupla, de forma que poderiam relacionar a problemática proposta com outros significados e conceitos da química. Nesse sentido, nota que houve uma dificuldade desses estudantes abordarem um conceito tendo por base outras experiências com o mundo da química. Tais dificuldades nos dão indícios de que os sistemas de instrumentos e signos disponibilizados anteriormente talvez não fossem tão relevantes para serem retomados e mediar a construção de novos significados. O que observamos é que elementos oriundos de concepções prévias foram mais relevantes,

mediando semioticamente a externalização de novos significados a fim de resolver o problema. Nesse sentido, observamos que novos signos foram produzidos pela dupla, expressando novos significados, a partir da apropriação de um discurso que buscou relacionar a solubilidade com problemas ambientais.

4.3.2 Segundo Grupo (Carla, Joana e Célia)

O segundo grupo, formado por Carla, Joana e Célia optou pelo tema “Quando abrimos um refrigerante este libera gás, isso ocorre porque a solubilidade do gás presente no líquido depende da temperatura e da pressão do sistema. Explique por que o gás fica mais agitado quando o refrigerante está natural e fica com menos bolhas quando este está gelado. Por que o gás presente no refrigerante se solubiliza no líquido?”. Esta dupla elaborou seu seminário de forma escrita e por meio de um cartaz contendo um desenho com uma frase, conforme a Figura 24.

Figura 24 - Desenho contido no cartaz



Fonte: própria

Por meio da transcrição das falas, Tabela 11, notamos como o grupo mobilizou elementos referentes ao conceito de solubilidade para resolução do problema, externalizando novos significados através da mediação de alguns signos.

Tabela 11 - Transcrição do diálogo do segundo grupo para resolução do problema

TURNOS	INTERAÇÕES
126	Carla: “Química do refrigerante [Refere-se ai tema do seminário, cuja apresentação ocorreu por meio de um cartaz e de textos]. Acidulante é uma substância, que além de realçar o sabor, atua diminuindo o pH do refrigerante, tornando-o mais ácido e impedindo a proliferação de microrganismos, o ácido cítrico é um exemplo de acidulante”.
127	Joana: “Como é feita a gaseificação do refrigerante? Os fabricantes juntam a água e o gás em um aparelho chamado carbonizador. Quando esses dois ingredientes se misturam a água dissolve o CO ₂ , dando origem a uma terceira substância, o ácido carbônico, que tem forma líquida. Depois, acrescenta-se o xarope a esse ácido. O último passo é inserir uma dose extra de CO ₂ dentro da embalagem para aumentar a pressão interna e conservar a bebida.”
128	Carla: “Agora a pergunta que está na folhinha ([Referindo-se a problemática do seminário])”.
129	Joana: “É o seguinte, quando a temperatura está elevada as moléculas estão mais agitadas, então a gente consegue visualizar aquelas bolhinhas que ficam. E quando ele está \”.
130	Carla: “[[Menos agitada?]”.
131	Joana: “E quando ele está a uma temperatura mais baixa aí as moléculas estão mais quietas e a gente não consegue visualizar tanto essa movimentação”.
132	Pesquisador: “Quando se coloca gás carbônico na solução, esta fica insaturada, saturada ou supersaturada \?”.
133	Joana: “[[Supersaturada! Porque eles botam muito gás (+).
134	Pesquisador: “O CO ₂ liberado nas fumaças de transportes e de fábricas se dissolve nas águas dos oceanos, com isso acontece o quer com a água dos oceanos?”
135	Joana: “\ Vira poluição não é? (++)”.
136	Célia: “Afeta os animais (+++)”.
137	Pesquisador: “O meio fica? (++)”.
138	Célia: “[[Ácido. Ela prejudica os animais que estão vivendo lá (+)”.

A discussão realizada durante a intervenção sobre a solubilidade dos gases parece ter sido relevante, visto que no Turno 127 Joana faz a menção à fabricação dos refrigerantes. Essa retomada pode refletir o quão relevante foi a discussão e os signos envolvidos (a tabela e

o gráfico de solubilidade – signos do tipo símbolo, ícone e índice, como explicamos anteriormente). No Turno 129, Joana descreve em termos macroscópicos o comportamento de um líquido aquecendo. Mesmo que seja expresso pela linguagem oral (signo do tipo símbolo), Joana remete a uma imagem, possivelmente relacionada a algo vivenciado em seu cotidiano ou na própria sala de aula. Como ela citou uma relação com a temperatura, imaginamos que isso seja uma relação estabelecida, mais uma vez, com a tabela de solubilidade e o gráfico, mostrados na intervenção (o mesmo pode ser observado no Turno 131). A partir do Turno 132, a linguagem (como em todo o processo) medeia à construção de novos significados, a partir da discussão e contribuição mútua de todos os envolvidos no diálogo.

Podemos notar, a partir das falas, indícios de que esse grupo se apropriou do conceito de solubilidade, sendo capaz de explicar a problemática enfrentada de modo que relacionaram a forma como o gás se dissolve na água com a temperatura e a solubilidade, remetendo a signos apresentados anteriormente. Isso nos fornece pistas de que os signos fornecidos durante a intervenção, além das aulas anteriores com a professora da turma, foram importantes para emergência de novos significados. Essa relação entre o instrumento (slide) e o sistema de signo (a representação do conceito de solubilidade) denota para os estudantes um meio de contato social com outras pessoas que ao se deparar com a pergunta em questão formula um plano de ação para solucionar o problema (VIGOTSKI, 2007). Numa problemática futura podemos dizer que o estudante ao se deparar com um problema diferente, mas que necessite dos mesmos conceitos e significados, utilizando o instrumento da ação conduzirá o processo por meio da fala canalizada pela operação psicológica. Modificando nesse sentido o significado do signo, signo esse que Vigotski (2007) tratou como uma representação direta do objeto a ser lembrado. Assim, lembrar com a ajuda dos signos fez com que os estudantes relacionassem os conceitos com momentos anteriores de sua aprendizagem.

Analisando o cartaz apresentado pelo grupo, em que é representado por meio de uma imagem, uma lata de refrigerante e a seguinte frase “Química: como é feita a gaseificação do refrigerante?” podemos destacar a predominância do signo do tipo ícone, pois em sua representação os estudantes buscaram ao máximo por meio da imagem uma semelhança com o refrigerante real (PEIRCE, 2008), além do símbolo por meio da frase escrita.

Ao fazer relação da problemática em questão com a imagem contida no cartaz, as estudantes buscaram chamar atenção dos presentes em sala para o que viria apresentar. A emergência do signo do tipo ícone foi identificado também no Turno 131, Tabela 11, em que Joana, ao comentar o comportamento das moléculas de CO_2 , remete a uma imagem, mesmo que mental.

Podemos considerar que estes processos ocorrem a partir da internalização, ocorrida anteriormente, dos significados relacionados ao signo (ver discussão sobre a solubilidade do CO_2 em água nas Tabelas 7 e 8) e a necessidade de se remeter ao mesmo signo (mediador) para externalizar, relacionando com a problemática apresentada, em uma tentativa de construir novos significados. Nesse sentido, a resolução do problema proposto “Como é feita a gaseificação do refrigerante” passou a ter uma dimensão social, cuja solução é tida a partir da operação com signos e carrega consigo algumas preocupações ambientais, como visto entre os Turnos 134 a 138 da Tabela 11.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na problemática desse trabalho de pesquisa, “Como se dá o processo de construção de significados do conceito de solubilidade a partir da dinâmica de mediação semiótica?”, podemos identificar de maneira detalhada que os estudantes internalizaram significados por meio de um sistema de signos disponibilizados, combinando-os com os signos já existentes, referentes ao conhecimento prévio. Percebemos que a construção de significados se torna mais efetiva quando há uma discussão e envolvimento de todos no processo de ensino e aprendizagem, com a disponibilização de vários tipos de signos. Em nossos dados, quando os estudantes externalizaram significados relativos ao conceito de solubilidade, trazem consigo o sistema, elementos que caracterizavam a função mediadora dos três tipos de signos (símbolo, ícone e índice), não havendo a predominância de algum específico.

Os signos disponibilizados foram aqueles que buscaram representar o objeto imediato, bem como os significados que os instrumentos e signos carregavam consigo com o intuito de evidenciar os fenômenos envolvidos no conceito de solubilidade. Por sua vez, a representação do objeto dinâmico auxiliou os estudantes a interpretar os significados atribuídos aos conceitos com sua experiência de vida tendo seus modos de falar, pensar e compreender os conceitos de forma intuitiva. Nesse sentido a manipulação e a emergência de signos, tanto a nível representacional contido no objeto externo; quanto aquele identificado a partir da reconstrução psicológica, internamente, foi de fundamental importância para a emergência de novos significados.

Analisando as concepções dos estudantes identificadas por meio do questionário aplicado inicialmente percebemos que os significados construídos sobre o conceito de solubilidade eram explicados a nível macroscópico da Química e por muitas vezes apenas por meio dos fenômenos físicos. Tal análise foi crucial no sentido que essas identificações nortearam a construção da discussão realizada no segundo momento por meio de uma aula expositivo-dialogada.

A mediação de signos, entendidos como ferramentas culturais na construção de significados, ocorreu pelas intervenções em sala de aula a nível microgenético. A manipulação dos signos e o domínio e/ou uso dos significados de solubilidade foram compreendidos numa perspectiva histórico-cultural em que a negociação e ressignificação dos conceitos são orientados pelo desenvolvimento social.

Os signos disponibilizados por meio da aula expositivo-dialogada tiveram sua gênese a partir da tentativa dos estudantes em solucionar os problemas colocados. Na tentativa de explicação dos conceitos, indícios de como novos significados foram sendo construídos por meio da mediação dos signos foram identificados a partir das trocas discursivas. No estágio superior ao estágio inicial a operação psicológica orientada internamente por signos vai fazendo com que as ferramentas culturais disponíveis sejam suficientes para solucionar o problema. É nesse aspecto que analisamos e categorizamos os signos disponibilizados e emergidos pelos participantes no processo de construção de significados:

- a) Os signos do tipo ícone tiveram como função prioritária representar e reproduzir atributos relacionados a elementos envolvidos no conceito de solubilidade. Assim, tivemos as representações de solutos sendo dissolvidos em água, representações de átomos, moléculas e íons, e do processo de solvatação;
- b) Os signos do tipo índice foram aqueles que representaram o conceito de solubilidade por ligação com o modelo representacional dos fenômenos envolvidos, como por exemplo, a mistura do sal de cozinha em um copo com água e dos gases presentes no refrigerante evidenciando que há solubilização dessas substâncias químicas no líquido. A representação de tais processos por meio dos gráficos também se caracterizou com um signo do tipo índice. Além disso, a fala das estudantes nos momentos em que esses faziam relações do conceito de solubilidade com outros conceitos da Química, como aconteceu

nos momentos de interpretação do processo de solvatação e no mapa conceitual;

- c) Por sua vez, os signos do tipo símbolo foram identificados por toda linguagem oral e escrita permeada durante o processo de significação, além das representações simbólicas envolvidas no conceito, como unidades de medida, símbolos de elementos químicos e de cargas elétricas. Por meio da mobilização e indícios de apropriação desse sistema semiótico, pudemos observar o quão às estudantes estavam compreendendo acerca dos conceitos discutidos. Ao se deparar, por exemplo, com as palavras “misturar” e “solubilizar”, relacionadas com uma problemática cotidiana, eles realizavam uma operação psicológica no sentido de resolver o problema enfrentado, de modo que atribuíam a esse conceito os significados aprendidos anteriormente tentando explicar o fenômeno e relacionando-os a solubilidade por meio da representação desse fenômeno e pela linguagem.

Percebemos que a solubilidade como um conceito que carrega contribuições tanto dos fenômenos químicos quanto dos fenômenos físicos, por vezes é abordada em sala de aula e nos livros didáticos como sendo um conceito unicamente um fenômeno físico. Essa compreensão e modo de falar do conceito de solubilidade podem limitar bastante a compreensão da interação da matéria, das energias envolvidas e outras propriedades químicas, uma vez que as discussões a nível microscópico da Química ficam relegadas. Essa abordagem unicamente do ponto de vista físico leva a utilização de apenas um tipo de signo, o que pode gerar problemas de aprendizagem. Segundo os dados analisados, quanto maior a variedade de signos, e o estabelecimento de relações entre eles, mais propensos à construção de novos significados os alunos estarão.

Com isso, ainda na aula expositivo-dialogada, promovemos uma discussão que levasse em consideração a relação do conceito de solubilidade com outros conceitos da química para explicação dos fenômenos observados. Conceitos como o da polaridade, retículo cristalino, relação da temperatura e pressão, acidez ou alcalinidade do meio, da lei de Henry na explicação da solubilidade para sistema gasoso-líquido, interações intermoleculares e das

energias envolvidas são importantes para compressão dos fenômenos relacionados a solubilidade. Para essa abordagem mais ampla, se fez necessário lançar mão de signos do tipo ícone, índice e símbolo.

Durante a apresentação dos seminários, observamos que o grupo da problemática de “como a poluição ambiental afeta o equilíbrio marinho” utilizou slides para promover uma discussão do conceito científico em relação ao problema enfrentado. Ao fazer uso do conceito de solubilidade, os estudantes apresentaram uma explicação baseada na relação entre pressão e temperatura para solubilidade do gás carbônico em água, recorrendo à forma como o conceito foi abordado em sala de aula. Isso remeteu a signos do tipo símbolo, ícone e índice, disponibilizados e discutidos durante a discussão. Notamos que mais do que a discussão com base nos signos, a relação entre eles se tornou essencial na compreensão de conceitos.

Avaliamos que, apesar de em alguns momentos elas não souberam justificar o conceito, ficou evidente que ao se utilizar dos signos do tipo símbolo, por exemplo, elas relacionaram de forma correta a interpretação do conceito de solubilidade a partir da relação com outros tipos de signos (a iconicidade das imagens representando a solvatação e a natureza indexal do gráfico). Já o grupo que ficou com a problemática “a química do refrigerante” se utilizou de um texto e de um cartaz com o tema a ser abordado. Este grupo recorreu aos signos do tipo ícone, quando buscaram fazer uma associação do tema com o conceito, a partir da imagem do refrigerante. Ao passo que tal cartaz também representa os signos do tipo índice por fazer referência do conceito com a problemática, dando indícios do que estava por vir acerca do tema e recorreram aos signos do tipo símbolo por apresentarem um conjunto de interpretação dos significados. O conceito, por sua vez, foi relacionado com o de mistura saturada e supersaturada, da solubilidade do gás carbônico com a temperatura e pressão e com a acidez, mesmo que de forma superficial, do ponto de vista científico.

Ainda de acordo com os seminários, não podemos afirmar que houve predominância de um determinado tipo de signo. Apesar de em alguns momentos um tipo de signo prevalecer como o signo do tipo símbolo, visto que este signo perpassou toda intervenção didática. A relação dos signos dos tipos símbolo, indexal e icônico estabelecido foram mais importante para a compreensão do conceito, construção de novos significados e mobilização de ideias;

uma vez que esses signos representam o conceito de solubilidade conforme ele era apresentado ou emergido nas relações de ensino e aprendizagem e nas relações dos estudantes em sala de aula por meio da linguagem.

Compreendemos que nesse aspecto há a transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal que leva um estágio superior em que as operações psicológicas mediada por signos antes externos, transformam-se numa reconstrução de novas entidades psicológicas fazendo com que esses processos retornem aos seus estágios iniciais (VIGOTSKI, 2007). Ao retomarem a estágios anteriores da abordagem do conceito de solubilidade as estudantes fazem uso dos signos que mais lhes chamaram atenção ou que foram estabilizados em forma de novos significados e sentidos. A negociação proposta por meio do diálogo em sala de aula acerca do conceito de solubilidade foi realizada por meio da constante externalização de sentidos e significados, a partir dos signos disponibilizados em momentos anteriores ao passo que foram construindo novos significados, e assim novos signos foram emergindo.

Diante do exposto em nossos estudos podemos destacar algumas contribuições da Psicologia Cultural Semiótica para a área de Ensino de Ciências:

- Destacamos o papel da perspectiva histórico-cultural, como uma teoria que busca identificar a revolução do sistema psicológico superior canalizado por signos na interação social. Podemos destacar ainda que nos momentos de externalização/internalização do conceito de solubilidade o desenvolvimento e produção de novos significados foi mediada pelas ferramentas culturais disponível e nesse sentido podemos falar de ressignificação como um processo de transformação e construção de novos significados (SILVA, 2018);

- Destacamos ainda o papel do signo como um processo que media a aprendizagem dos estudantes em que as representações do conceito de solubilidade e seu conjunto de significados foram cruciais para analisar e identificar quais signos eram utilizados no uso do conceito de solubilidade. Analisamos, também, a que momentos da intervenção ou fora dela, e até em momentos anteriores de sua aprendizagem, os estudantes recorriam para explicar o conceito. Mesmo que alguns estudantes apresentassem uma linguagem fora do contexto

conceitual do ponto de vista científico, acreditamos que tais formas de falar do conceito fazem parte do processo de construção de significados e de sua negociação e ressignificação;

- Ao conhecer o percurso que os estudantes fazem na construção de significados e no uso dos conceitos podemos contribuir para um ensino que compreenda que as definições prontas dadas pelos instrumentos de ensino não constituem um saber findado e acabado, mas sim uma ferramenta entre tantas que os professores podem utilizar em sala de aula. Nesse sentido, destacamos que a partir da definição de um conceito o professor pode criar meios auxiliares que produzam significados e emergências de novos significados. A relação entre os signos e a aprendizagem é essencialmente de natureza social e de construtores de significados.

Em contraposição a perspectiva unicamente cognitivista, a metodologia adotada neste trabalho buscou o tempo todo caminhar seguindo a perspectiva histórico-cultural e de sua convergência para semiótica peirceana, trazendo contribuições de como as relações sociais canalizadas pelas trocas discursivas em sala de aula promovem a construção de significados referente ao conceito de solubilidade. Mesmo diante desta perspectiva, identificamos neste trabalho duas limitações: a primeira diz respeito ao sistema de signos disponibilizados aos estudantes, se esses de maneira satisfatória construíram significados promovendo um aprendizado coletivo; a segunda, se os signos identificados e categorizados a partir das trocas discursivas representavam a dinâmica do pensamento dos estudantes a respeito do conceito. Diante disso, nossos resultados empíricos nos levam a uma ampliação desses estudos, em que podemos analisar como esses signos atuaram na forma de promover ou inibir a aprendizagem.

A representação dos conceitos da química sempre foi um desafio para o processo de ensino e aprendizagem dado a abstração desse conhecimento. Todavia, várias pesquisas e estudos têm contribuído para ampliar a compreensão desse universo. Com isso esperamos contribuir com este trabalho para um olhar mais dinâmico em sala de aula em que se leve em consideração não apenas as definições prontas acerca dos conceitos, mas de seus significados e representações gerados pelos estudantes e professores. Assim, acreditamos que é a partir da transformação dos conceitos em significados que os estudantes sintetizam o saber em algo para um uso cotidiano ou científico, apropriando-se de um conhecimento necessário à compreensão de mundo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. C. C.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. **Pesquisa e estudos sobre Semiótica Peirceana na Área de Ensino de Ciências – um estudo das tendências de pesquisa no ENPEC (2005-2014)**. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC), Águas de Lindóia, 2015.
- AIZAWA, A.; NETO, B. S.; GIORDAN, M. **Análise dos modos semióticos de representação estrutural química: categorias emergentes na formação inicial de professores**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, SP, 2013.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- AZZOLIN, K. A. S. et al. Solubilidade: concepções prévias de estudantes do ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, v. 4, n. 2, p. 95-105, 2013.
- BEZERRA, R. F. **O virtual e a técnica: a microgenêse da ação instrumental mediada por artefatos que se comportam**. Recife, 2014. 237f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Cognitiva) - Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.
- BRANCO, A. U.; VALSINER, J. Changing methodologies: A co-constructivist study of goal orientations in social interactions. **Psychology and Developing Societies**, v. 9, n. 1, p. 35-64, 1997.
- BRADY, J. E.; RUSSELL J. W.; HOLUM, J. R. **Química: A matéria e suas transformações**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2002.
- BRASIL. **Plano Nacional de Educação - PNE/Ministério da Educação**. Brasília, DF: INEP, 2014.

CAPPECHI, M. C. M. Argumentação numa aula de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 6ª reimpr. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DAWKINS, R. **Deus um delírio**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007, p. 27.

FIDALDO, A.; GRADIM, A. **Manual da Semiótica**. 2004/2005. Disponível em:<<http://www.bocc.ubi.pt/pag/fidalgo-antonio-manual-semiotica-2005.pdf>> Acesso em 22 abr. 2017.

GATTI, I. C. et al. Abordagem temática no ensino de Química: solubilidade e polaridade de substâncias orgânicas através de vitaminas. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 13, n. 1, p. 166-187, 2015.

GRESCZYSCZYN, M. C. C. et al. **A perspectiva semiótica de Pierce para o Ensino e Aprendizagem de Química**. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, SC, 2017.

GOES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**, ano XX, nº 50, Abril, 2000.

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.

GORRI, A. P. **Análise semiótica de representações moleculares na comunicação de conhecimentos sobre ácidos e bases em livros-texto de química orgânica: primeira e segunda tricotomia peirceana**. Florianópolis, 2014, 213f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

GORRI, A. P.; EICHLER. **Sobre a Linguagem da Química Orgânica: Ácidos, Bases e seus Signos**. Anais do 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), Rio Grande do Sul, 2013.

HERRERA, F. J. R. **Desenvolvimento de valores sociais na perspectiva da Psicologia Semiótica-Cultural: Um estudo com meninos brasileiros e colombianos em contexto lúdico sugestivo de violência.** Brasília, 2014, 237f. Tese (Doutorado em Processos de Desenvolvimento Humano e Saúde, na Área de Desenvolvimento Humano e Educação) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, 2014.

JOHNSTONE, A. H. . **Macro and micro-chemistry.** The School Science Review, p. 64-377. 1982.

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

JOHNSTONE, A.H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, n. 70, p. 701-704, 1993.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. **Concepções de graduandos em química sobre as interações intermoleculares envolvidas no fenômeno de solubilidade.** Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Florianópolis, SC, 2016.

KAVALEK, D. S. et. al. **Charles Sanders Peirce e a Química.** Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Florianópolis, SC, 2016.

LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. A solubilidade dos compostos iônicos: como os licenciandos em química explicam o comportamento do cloreto de prata? **Rev. Ensaio**, v. 14, n. 01, p. 257-259, 2012.

MARCUSCHI, L. **A Análise da conversação.** Editora Ática: São Paulo. 2000.

MAHAFFY, P. The future shape of chemistry education. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 229-245, 2004.

MARTINS, L. M. A Internalização de Signos como Intermediação entre a Psicologia Histórico-Cultural e a Pedagogia Histórico-Crítica. In: BARBOSA, M. V.; MILLER, S.; MELLO, S. A. (Org.). **Teoria Histórico-Cultural: Questões Fundamentais para a Educação Escolar.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

MARTINS, L.; QUEIROZ, J. Morfologia para setas em livros didáticos: Uma abordagem semiótica. **Revista Arcos Design**, v. 5, n. 2, p. 2-16, 2010.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

MARX, K. ENGELS, F. **A Ideologia Alemã (Primeiro Capítulo)**. Fonte Digital, Edição Eletrônica: Ed. Ridendo Castigat Mores (www.jahr.org), 1999. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/ideologiaalema.html>. Acesso em: 20/08/2018.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 267- 285, 1995.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.3, p.283-306, 2002.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. **Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais**. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, 2009.

NÖTH, W. **Panorama da semiótica: de Platão a Peirce**. 4ª ed. São Paulo: Annablume, 2005.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADROS, A. L. Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes. **Revista Química Nova na Escola: Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar**, v. 31, n. 1, p. 23-30, 2009.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. 4ª ed., São Paulo: Perspectiva, 2008.

PEREIRA, A. P. **DISTRIBUIÇÃO CONCEITUAL NO ENSINO DE FÍSICA QUÂNTICA: Uma aproximação sociocultural às teorias de mudança conceitual**. Porto Alegre, 2012. 210f. Tese (Doutorado em Ensino de Física). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em Ciências. **Ciências & Educação**, v. 18, n.1, p. 23-39, 2012.

CHEMISTRY SOLUTIONS. **Physical Properties of Solutions**. Disponível em: https://chemistrysolutions.wordpress.com/2011/03/02/9-physical-properties-of-solutions-2/?fbclid=IwAR29rcDXNTxqg-OEaFecDba372TJrjerHI9ReTLicYuVAiOix_W8QUMAJUU. Acesso em: 20/01/2019.

QUADROS, A. L. et al. A Construção de Significados em Química: A Interpretação de Experimentos por Meio do Uso de Discurso Dialógico. **Química Nova na Escola: Relatos de Sala de Aula**, v. 37, n. 3, p. 204-213, 2015.

REGO, T. C. **Vigotski: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 12 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, v. 2, 1994.

SÁ, L. V.; NETO, H. S. M. **Uma proposta experimental para o Ensino do Conteúdo de Solubilidade**. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e X Encontro de Educação da Bahia (EDUQUI). Salvador – BA, 2012.

SAVIANI, D. O conceito Dialético de Mediação na Pedagogia Histórico-Crítica em Intermediação com a Psicologia Histórico-Cultural. In: BARBOSA, M. V.; MILLER, S.; MELLO, S. A. (Org.). **Teoria Histórico-Cultural: Questões Fundamentais para a Educação Escolar**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

SILVA, J. C. **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**. São Cristóvão - SE, 2014. 131f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Universidade Federal e Sergipe, Campus Universitário Prof. José Aluizio de Campos, 2014.

SILVA, J. G. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre a representação estrutural em química.** São Paulo, 2007. 172p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação, 2007.

SILVA, L. A. et al. Solubilidade e reatividade dos gases. **Revista Química Nova**, v. 40, n. 7, p. 824-832, 2017.

SILVA, J. R. R. T. **MEMÓRIA E APRENDIZAGEM: construção de significados sobre o conceito de substância química.** Recife – PE, 2018. 217p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, 2018.

SILVA, J. C.; SILVA, A. C. T. **Aspectos epistêmicos semióticos: análise quantitativa de uma sequência de aulas da unidade temática “Propriedades Coligativas das Soluções”.** Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Florianópolis, SC, 2016.

SILVA, J. R. R. T. **Substância Química: a história de um devir.** Curitiba: Appris, 2017. 99p.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** 8^a ed. São Paulo: LTC, 2005. 766p.

SMOLKA, A. L. B. Sobre significação e sentido: uma contribuição à proposta de Rede de Significações. In: ROSSETI-FERREIRA; AMORIM; SILVA; CARVALHO (Orgs.). **Rede de significações e o estudo do desenvolvimento humano.** Porto Alegre: Artmed, 2004.

SOUZA, K. A. F. D. **Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX. 2012.** São Paulo, 2012. 189f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2012.

SOUZA, K. A. F. D. **Interação, interpretação e representação: análise semiótica de obstáculos textuais e imagéticos presentes em livros didáticos de química.** Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, 2013.

SOUZA, S. J. **Infância e linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin**. 12 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2009.

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. **Elementos da Semiótica peirceana na educação Química: considerações e possibilidades**. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Brasília, DF, 2010.

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. **Interação, interpretação e representação: análise semiótica de obstáculos textuais e imagéticos presentes em livros didáticos de química**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, SP, 2013.

TREVISAN, M. D.; CARNEIRO, M. C. Uma descrição semiótica da metáfora no ensino de biologia: asserções sobre a célula animal. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p479-496, 2009.

VALÉRIO, T. A. M.; LYRA, M. C. D. P. Significados Ambivalentes no Processo de Adoção: Um Estudo de Caso. **Revista Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 21, n. 2, p. 337-348, 2016.

VALSINER, J. **Culture and human development**. London: Sage Publications, 2000.

VALSINER, J. Culture and its Transfer: Ways of Creating General Knowledge Through the Study of Cultural Particulars. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9707/2307-0919.1013>. **Online Readings in Psychology and Culture**, v. 2, n. 1, 2003.

VALSINER, J. **Culture in minds and societies: Foundations of Cultural Psychology**. New Delhi: Sage Publications, 2007.

VALSINER, J. **Fundamentos da Psicologia Cultural – Mundos da mente, mundos da vida**. (A.C. Bastos, Trad.). Porto Alegre: Artmed, 2012.

VALSINER, J. **An invitation to Cultural Psychology**. London. SAGE Publications, 2014.

VALSINER, J.; ROSA, A. (Eds.). **The Cambridge handbook of sociocultural psychology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. **Vygotsky: uma síntese**. 5 ed. Edições Loyola: São Paulo, 2006.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WARTHA, E. J. **Processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Química Orgânica sob um olhar da Semiótica Peirceana**. São Paulo, 2013. 239p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2013.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da Semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p.275-290, 2011.

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

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

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. **Educação Química em ponto de vista**, v. 1, n. 1, p. 181-202, 2017.

WERTSCH, J.V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge Mass.: Harvard University Press, 1985.

**APÊNDICE A. QUESTIONÁRIO APRESENTADO AOS ESTUDANTES PARA
LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES ACERCA
DO CONCEITO DE SOLUBILIDADE**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Nome completo (social): _____

Data de nascimento: ____/____/____

Gênero: _____

1- Perfil social dos envolvidos na investigação

1.1 O que pretende fazer quando terminar o Ensino Médio?

1.2 Gosta de estudar Química? O que mais te atrai nas aulas de química?

1.3 Qual o conteúdo que você mais gosta de Química? Por quê?

2- Material pedagógico adotado e a metodologia adotada

2.1 Além das aulas expositivas (aquelas aulas quadro-marcador) quais outras atividades são feitas em sala de aula (vídeo, experimentos, software, entre outros)? Relate como.

2.2 Você estuda ou consulta outros livros didáticos?

2.3 São propostas pesquisas em sítios de internet? Como?

2.4 São propostos seminários? Vocês apresentam? Relate.

3- Sobre o conceito de Solubilidade

3.1 Você já estudou sobre solubilidade? Como foi?

3.2 Fale de algum exemplo cotidiano que envolva o conceito de solubilidade. Explique o fenômeno envolvido.

3.3 O que é solubilidade?

3.4 Como você entende o significado atribuído ao termo solubilidade em cada situação descrita a seguir. Observação: termos como “misturar” e “dissolver” referem-se à solubilidade.

A) Por que será que conseguimos dissolver certa quantidade de açúcar na água e ao tentamos dissolver o óleo de cozinha nessa mesma água não conseguimos?

B) Por que os mecânicos utilizam gasolina para limpar a graxa de suas mãos e não água?

C) O que acontece quando tentamos dissolver cada vez mais açúcar em um copo com suco de fruta?

D) Por que no refrigerante gelado os gases presentes estão mais “quietos”, mais misturados; e no refrigerante quente, temperatura ambiente, os gases estão mais agitados?

E) Por que o despejo de esgotos nos rios provoca a morte de peixes? Qual a relação nesse sentido com a mistura dos gases com outros rejeitos e sais presentes na água?

APÊNDICE B – TEXTO EXTRAÍDO DO LIVRO: “QUÍMICA: ENSINO MÉDIO

RECORDANDO O CONCEITO DE SOLUBILIDADE

Lembrando o que foi estudado nos Capítulos 2 e 5 do Volume 1, a solubilidade é uma propriedade específica que depende da natureza das substâncias envolvidas (soluto e solvente) e da temperatura do sistema. Por causa da extensa utilização desse tipo de propriedade, para um grande número de substâncias o valor da solubilidade em várias temperaturas já foi determinado com grande precisão. As tabelas de solubilidade são bastante específicas: para cada substância elas fornecem um valor de solubilidade em água, álcool e outros líquidos mais comuns, em várias temperaturas.

A solubilidade é normalmente definida como a quantidade máxima (em massa) de determinada substância que é possível dissolver num volume determinado do solvente. Para uma temperatura definida, a solubilidade de uma substância sólida pode ser expressa em gramas de soluto por litro de solução (g/L) ou em gramas de soluto por centímetro cúbico de solução (g/cm³). Como você deve ter notado, a solubilidade pode apresentar as mesmas unidades de grandeza da densidade (g/cm³). A diferença é que a densidade expressa a massa por unidade de volume para um único material (uma substância ou uma mistura). Já a solubilidade indica a quantidade, em massa, de um soluto que é possível dissolver num determinado volume de solução.

Com relação à influência da temperatura na solubilidade de uma substância, um aspecto importante merece ser destacado: observamos, na maioria das substâncias, um aumento da solubilidade com o aumento da temperatura. Essa, entretanto, é apenas uma regra geral. Com algumas substâncias acontece exatamente o inverso, ou seja, uma diminuição da solubilidade com o aumento da temperatura. As razões desse comportamento diferente das substâncias não serão estudadas agora. Nesse momento, o importante é destacar que a solubilidade varia com a temperatura.

Outro aspecto importante é o fato de a solubilidade não ser definida apenas para sistemas sólido-líquido. Você já pensou, por exemplo, em como os peixes respiram? O oxigênio que eles utilizam não é o que compõe a água, mas sim o oxigênio gasoso, exatamente igual ao que respiramos, que se encontra dissolvido nela. Portanto, faz sentido falar em solubilidade de gases em líquidos.

Um líquido pode também ser solúvel em outro líquido. Você sabia, por exemplo, que a gasolina que movimenta parte dos veículos brasileiros atualmente é uma mistura de vários componentes, entre eles o álcool etílico? Essa mistura é homogênea justamente pelo fato de o álcool ser solúvel na gasolina.

¹ Para a substância representada pela fórmula NaHCO₃, a IUPAC recomenda a nomenclatura hidrogenocarbonato de sódio. No entanto, essa substância é popularmente conhecida como **bicarbonato de sódio**. Em nossos textos, optamos por manter o nome popular para a substância.

Substância	Solubilidade
sal comum (NaCl)	36,0
sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	33,0
cloreto de chumbo (PbCl ₂)	0,99
hidróxido de cálcio [Ca(OH) ₂]	0,16
sulfato de bário (BaSO ₄)	2,53 · 10 ⁻⁴
talco (silicato de magnésio)	≈ 0
iodo sólido (I ₂)	0,016
bicarbonato de sódio ¹ (NaHCO ₃)	9,6
sulfato de cobre (CuSO ₄)	20,7
cloreto de potássio (KCl)	7,4
éter dietílico (CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃)	222,0
parafina	≈ 0

Quadro 1.1

Solubilidade de diferentes substâncias em g por 100 g de água a 20 °C.

Questões

- 1- O que é solubilidade?
- 2- O que é soluto e solvente?
- 3- Qual a influência da temperatura na solubilidade?
- 4- Os gases como dióxido de carbono e oxigênio se dissolvem na água. Como o gás oxigênio é importante para a vida dos peixes?

- 5- O gás carbônico é dissolvido no refrigerante aumentando a pressão. Nesse sentido, responda:
 - A) A solução é saturada, insaturada ou supersaturada? Por quê?
 - B) A solubilidade do gás carbônico aumenta com o aumento da pressão?
 - C) O gás carbônico dissolve mais na pressão atmosférica ou com a aplicação de uma grande pressão sobre esse?
 - D) Por que o gás contido no refrigerante fica menos agitado quando esse está congelado? Relacione a solubilidade do gás carbônico com o aumento ou diminuição da temperatura.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____
{ou menor que está sob sua responsabilidade} para participar, como voluntário (a), da
pesquisa: Construção de significados sobre o conceito de Solubilidade com base na dinâmica
da mediação semiótica.

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) (Jefferson David dos
Santos, Rua José do Patrocínio, 122, Bezerros-PE, Bairro: Sapucarana, CEP: 55660-000,
email: jds-david@hotmail.com. Também participaram dessa pesquisa os pesquisadores: Prof.
Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva, telefone: (81) 99660-4544 e está sob orientação do:
Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos, telefone: (81) 99795-5967.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação
dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a
concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao
final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** Os participantes serão submetidos a uma experiência pedagógica que busca avaliar a aprendizagem dos alunos com base numa intervenção planejada de acordo com a perspectiva da Psicologia Semiótico-Cultural (internalização + externalização) à luz da representação semiótica de Charles Sanders Peirce, a qual se constitui no referencial teórico e metodológico que embasa a experiência pedagógica.

- **Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa.** A pesquisa será realizada na própria escola em que ele estuda e será realizada a partir do segundo bimestre de 2018 e termina no mesmo bimestre desse ano. As visitas para participação na pesquisa serão negociadas com os próprios participantes, cabendo a eles decidir pelo melhor dia de acordo com o calendário escolar e com as decisões do professor de sala de aula.

- **RISCOS diretos.** O único risco que podem surgir durante as intervenções didáticas diz respeito aos tipos de questionamentos do questionário, da entrevista ou durante o processo nas relações interpessoais. Isto pode gerar desconforto ou constrangimentos o que será amenizado apresentando tais questionamentos e orientações suficientes e necessárias previamente, a fim de garantir o respeito e a paz.

- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.** A pesquisa tem um caráter fortemente pedagógico e a discussão dos seus efeitos nos participantes das instituições de ensino deve estar circunscrita aos aspectos qualitativos da aprendizagem, tais como a melhoria da compreensão de novos conceitos, procedimentos e atitudes, a capacidade de resolver problemas, a estruturação de um pensamento crítico, entre outros aspectos que se relacionam com as potencialidades do desenvolvimento humano ao se adquirir novos conhecimentos.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em (computador pessoal), sob a responsabilidade do (pesquisador), no endereço (acima informado), pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

Jefferson David dos Santos

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A
VOLUNTÁRIO**

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo Construção de significados sobre o conceito de Solubilidade com base na dinâmica

da mediação semiótica, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

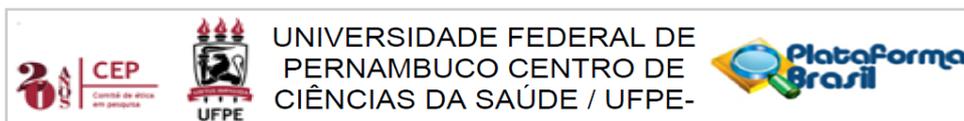
Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do

voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO B - CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE SOLUBILIDADE COM BASE NA DINÂMICA DA MEDIAÇÃO SEMIÓTICA

Pesquisador: JEFFERSON DAVID DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 89425018.7.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO ACADEMICO DO AGRESTE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.754.158

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGEEM da Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico do Agreste para do Mestrado Acadêmico, sob a orientação do Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos e Co-orientação do Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva.

Objetivo da Pesquisa:

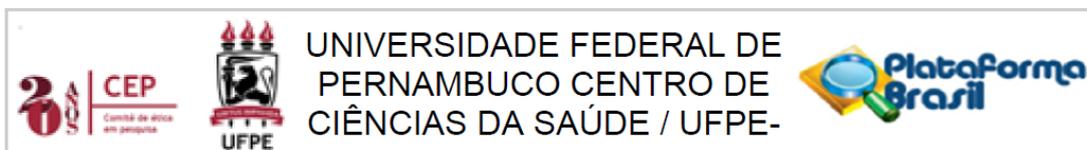
Objetivo geral:

Analisar o processo de construção de significados do conceito de Solubilidade a partir da dinâmica da mediação semiótica em alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Objetivos específicos:

- Categorizar os signos utilizados pelos participantes em símbolo, ícone ou índice;
- Analisar qual tipo de signo, além da linguagem (signo do tipo símbolo), pode ser mais relevante na construção de significados para o conceito de Solubilidade;
- Avaliar a aprendizagem dos alunos de acordo com a perspectiva da Psicologia Cultural Semiótica.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.754.158

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O risco que podem surgir durante as intervenções didáticas diz respeito aos tipos de questionamentos do questionário, da entrevista ou durante o processo nas relações interpessoais. Isto pode gerar desconforto ou constrangimentos o que será amenizado apresentando tais questionamentos e orientações suficientes e necessárias previamente, a fim de garantir o respeito e a paz.

Os benefícios diretos e indiretos para os voluntários desta pesquisa dizem respeito ao caráter fortemente pedagógico e a discussão dos seus efeitos nos participantes das instituições de ensino deve estar circunscrita aos aspectos qualitativos da aprendizagem, tais como a melhoria da compreensão de novos conceitos, procedimentos e atitudes, a capacidade de resolver problemas, a estruturação de um pensamento crítico, entre outros aspectos que se relacionam com as potencialidades do desenvolvimento humano ao se adquirir novos conhecimentos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

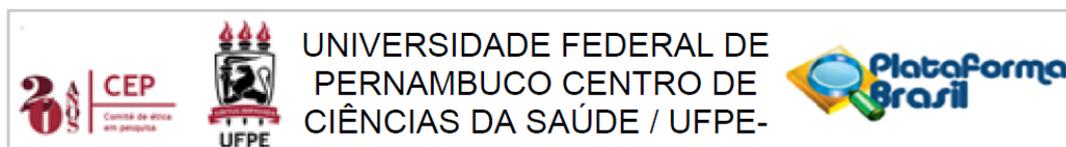
A pesquisa tem sua importância apresentada uma vez que a partir da noção, por parte desses trabalhos, da existência de materiais semióticos que atravessam diversos recursos didáticos e estão presentes no processo de aprendizagem, parece relevante investigar como tais materiais semióticos influenciam no processo de construção de significados do conceito de Solubilidade, nos mostrando indícios de como os signos atuam na aprendizagem de conceitos científicos. Ademais, identificar quais tipos de signos (além da linguagem), segundo a classificação peirciana, parece ser mais relevante na aprendizagem do referido conceito. Tal estudo pode contribuir para a área de Ensino de Ciências Naturais, no sentido de indicar quais tipos de materiais semióticos podem ser utilizados em estratégias de ensino que facilitem a construção de significados por parte dos estudantes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes termos de apresentação obrigatória:

1. Projeto completo;
2. TCLE;
3. TALE;
4. Orçamento;
5. Cronograma;

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.754.158

6. Carta de anuência;
7. Declaração de regularidade de matrícula;
8. Folha de rosto; e
9. Currículo lattes das pesquisadoras envolvidas na pesquisa.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem inadequações e/ou pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

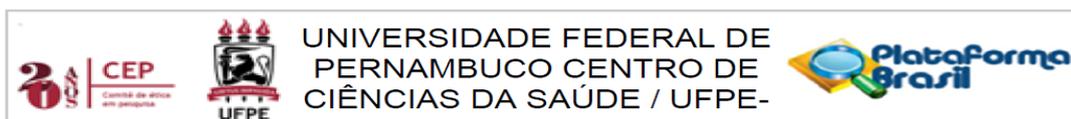
Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.754.158

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1106380.pdf	10/05/2018 18:22:31		Aceito
Outros	DeclVinculo.docx	10/05/2018 18:19:58	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Outros	TermoUsolImagem.doc	10/05/2018 15:05:34	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Outros	CurJefferson.pdf	10/05/2018 15:02:40	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Outros	CurAyron.pdf	10/05/2018 15:02:15	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Outros	CurJoao.pdf	10/05/2018 15:01:29	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisaNOVO.docx	10/05/2018 14:55:30	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.doc	10/05/2018 14:38:48	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	10/05/2018 14:37:21	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Outros	CartadeAnuencia.pdf	13/04/2018 10:52:54	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Outros	Confiabilidade.pdf	13/04/2018 10:42:46	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	13/04/2018 10:32:12	JEFFERSON DAVID DOS SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

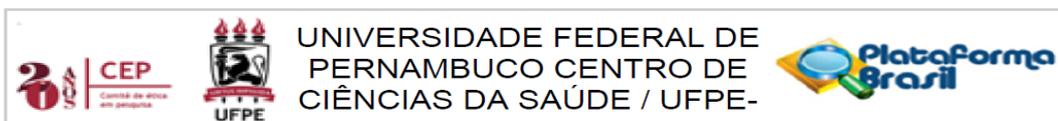
Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 04 de Julho de 2018

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.754.158

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br

ANEXO C – TRANSCRIÇÃO DA INVESTIGAÇÃO DESTE TRABALHO

- ✓ **Aplicação do questionário para conhecer as concepções prévias dos estudantes acerca do conceito de solubilidade. Três aulas geminadas (06/08/2018).**
- ✓ **Primeiro encontro da aula expositivo-dialogada. Duas aulas geminadas (09/08/2018).**

Turno	Participante	Diálogo
1	Pesquisador	A gente respondeu a um questionário com questões levantadas acerca da vida de vocês enquanto estudantes (perfil dos estudantes) e principalmente sobre o conceito de solubilidade [o professor retoma a algumas questões que fazem parte do questionário aplicado no primeiro momento]. De uma forma geral vocês chegaram ao consenso que solubilidade seria o que?
2	Joana e Maria	/ Uma diluição [[uma mistura de um soluto e um solvente só (+) (Aqui as duas alunas falaram simultaneamente acerca dessa concepção de solubilidade)
3	Pesquisador	/ Vocês já estudaram sobre solubilidade em sala de aula?
4	Todos	(+++). Já.
5	Pesquisador	A professora utilizou o que para abordar o conceito de solubilidade?
6	Joana	Água e sal (se referindo a um experimento simples).
7	Pesquisador	/ Descreva esse experimento para mim.
8	Maria	Eu não lembro, não.
9	Joana	[[Um copo com água dentro e ela mandou a gente adicionar sal

		copo.
10	Maria	[[Daí ela mandou a gente colocar álcool dentro do copo e observar fundo do copo, mas a gente não viu nada.
11	Sílvia	[[Só tinha uns “negocinhos” brancos.
12	Pesquisador	/ Mas quando ela colocou o álcool na solução com água e sal aconteceu o quê?
13	Joana	/ Nada!
14	Pesquisador	/ Quando você coloca uma pequena quantidade de sal na água vai acontecer o quê?
15	Joana	[[Dissolver.
16	Pesquisador	A solução estava o quê? Insaturada, saturada ou supersaturada?
17	Maria e Sílvia	[[Eu acho que estava insaturada
18	Joana	/ Por que tem mais solvente do que soluto
19	Pesquisador	E tem um limite, não é de solubilidade?
20	Maria	/ Isso!
21	Pesquisador	O que é esse limite de solubilidade?
22	Joana	[Os estudantes ficam conversando entre si para se chegar uma conclusão] quando tem um limite para dissolver uma quantidade [xxx].
23	Pesquisador	Tudo isso envolver o conceito de solubilidade: o que vocês estão me falando e o que vocês estão relatando através do experimento (o experimento que os estudantes relataram fazer anteriormente

		com a professora em sala de aula)
24	Pesquisador	Solução é uma mistura homogênea. O que é uma mistura homogênea?
25	Joana	É quando não dá pra saber que ela é misturada]]
26	Pesquisador	E a heterogênea?
27	Silvia	Que não dá pra ver.
28	Joana	/ Tipo água e óleo.
29	Pesquisador	[[E essa solução ela se divide em soluto e solvente (os estudantes acompanham o raciocínio falando também). Nesse experimento que vocês relataram quem é o soluto e quem é o solvente?
30	Celia	[[O soluto é o sal e o solvente é a água (que foi acompanhada pelos demais estudantes em seu raciocínio)
31	Pesquisador	[[Então podemos depreender daí que o sal está em menor quantidade e a água está em maior quantidade [xxx]. [o professor explica o conceito de solubilidade e cita alguns exemplos]
32	Pesquisador	/ Mas afinal o que é solubilidade?
33	Joana	A diluição de soluto no solvente.
34	Pesquisador	Vamos ver a definição que trouxe para gente comparar com a de vocês. A definição de vocês também está certa. Ao afirmar que duas substâncias se misturam estamos nos referindo ao termo solubilidade. Termos como misturar e dissolver se referem à solubilidade (o professor explica formalmente o conceito de

		solubilidade, ou seja, a definição encontrada no livro) [xxx].
35	Carla	Na sala de aula a gente ainda não viu isso não num foi? Por que os gases se dissolvem na água? [questiona o estudante as suas colegas]
36	Maria	[[Eu acho que não, sei não.
37	Pesquisador	Por que o sal se dissolve na água?
38	Joana	[[Não faço ideia, essa parte a gente ainda não aprendeu [inaudível]
39	Pesquisador	Cada substância tem sua quantidade que se dissolve na água determinada temperatura [xxx]
40	Joana	Porque a densidade deles são diferentes?
41	Pesquisador	O que é coeficiente de solubilidade? É a quantidade fixa de uma substância que dissolve na água para uma determinada temperatura [xxx]. Aqui eu trouxe dois exemplos: o sal de cozinha e a sacarose.
42	Todas	[[Cloreto de sódio / (menciona os estudantes se referindo ao sal de cozinha).
43	Pesquisador	Numa temperatura a 0 °C são necessárias 357g/L para 100g de água de um certo sal [xxx]. (O professor enfatiza a diferença entre coeficiente de solubilidade e densidade, apesar de terem as mesmas unidades. É apresentada uma tabela contendo o coeficiente de solubilidade para certa substância com a variação da temperatura).
44	Joana	Esse daí é a quantidade que precisa para se dissolver é?

45	Maria	[[Por isso que a professora disse que quando colocamos sal numa panela com água demora mais para ferver /.
46	Pesquisador	Através desse mapa conceitual temos a relação de uma solução insaturada, saturada e supersaturada [xxx]. (O professor relaciona as propriedades da solução utilizando um mapa conceitual).
47	Joana	Insaturada é quando temos mais solvente do que soluto?
48	Silvia	Isso.
49	Pesquisador	(É apresentada a diferença entre insaturada, saturada e supersaturada por meio de uma figura de um copo com água em que é adicionado sal a esse sistema) [xxx].
50	Joana	A diluída é a mesma coisa de insaturada?
51	Pesquisador	Sim (+). Por que o sal não fica visível na água nesse processo aqui? (O professor mostra uma figura de um copo com água onde uma pessoa irá acrescentar certa quantidade de sal de cozinha).
52	Joana	O sal se dissolve.
53	Pesquisador	E se continuássemos a adicionar mais sal a essa mesma quantidade de água?
54	Maria	(++) Aí fica supersaturada.
55	Pesquisador	Em que momento tem-se uma solução?
56	Joana	Quando se tem uma mistura saturada [inaudível].
57	Pesquisador	Quem é o soluto e quem é o solvente?
58	Todos	[O soluto é o sal e o solvente é a água (++)].

59	Pesquisador	/ Que outros exemplos a gente pode citar desse fenômeno de solubilidade?
60	Silvia	[Açúcar no suco.
61	Celia	/ Ele (professor) disse alguma coisa da [geladeira no começo da aula [o estudante se referia aqui ao exemplo dos gases presentes no refrigerante. (Indagação do questionário).
62	Carla	/ [[Foi do guaraná!
63	Pesquisador	/ Mas qual é a mistura que tem [no refrigerante?
64	Todos	(Os estudantes conversam entre si).
65	Pesquisador	/ Qual o gás responsável pela efervescência?
66	Joana	(+) Tem oxigênio.
67	Pesquisador	O responsável pela efervescência é o gás carbônico [xxx]. Voltando aquela pergunta do início: Por que o sal e o açúcar se dissolvem na água? (O professor apresenta umas imagens baseadas no modelo atômico-molecular para explicar a solubilidade do sal e do açúcar a nível microscópico).
68	Joana	O positivo (carga do sódio) atrai o negativo (carga do oxigênio)? Ah! Os opostos se atraem.

Segundo encontro da aula expositivo-dialogada. Duas aulas geminadas (28 de agosto de 2018)

Turno	Participante	Diálogo
69	Pesquisador	Vamos retomar rapidamente o que vimos na aula anterior (o

		professor faz uma breve explanação do que foi abordado na aula anterior) [xxx]. Mas o que acontece microscopicamente (com o fenômeno da solubilidade)? Por que o sal ou açúcar se dissolve na água? E por que chega um ponto que eles não se dissolvem mais? (O professor fez questão de lembrá-los da explicação dada relativa aos íons, retículos cristalinos, compostos moleculares e suas interações intermoleculares, principalmente a ligação de hidrogênio envolvido no fenômeno da solubilidade).
70	Carla	Mas isso é muito complicado! (++).
71	Pesquisador	Por quê?
72	Celia	Que é o precipitado (a estudante se referindo ao copo de fundo quando as interações água e íons do sal cloreto de sódio no fenômeno de solvatação).
73	Joana	O que são esses símbolos parecendo um oito (δ^+ e δ^-)? (A estudante se referia aqui as cargas parciais dos átomos da molécula de água).
74	Pesquisador	São cargas parciais, que quando negativa representa a região da molécula com maior densidade eletrônica e positiva a região com menor densidade eletrônica (o professor explica nesse momento o momento dipolar das moléculas relacionando com a polaridade dessas por meio de vetores) [xxx]. Por que o sabão limpa a sujeira das coisas?
75	Carla	Por que ele é apolar?
76	Pesquisador	Tem relação! Olhem esta estrutura do sabão. O que eu falei na aula passada? Que todos os compostos constituídos apenas de carbonos e hidrogênio são apolares, então toda essa parte da estrutura do

		sabão é apolar, já esta outra parte é polar. Logo a parte apolar que não se dissolve na água se agarra com a sujeira e a parte polar se agarra com água e dessa forma a sujeira é arrastada [xxx].
77	Joana	Há um limite de solubilidade maior com o aumento da temperatura.
78	Pesquisador	Geralmente o aumento da temperatura aumenta a solubilidade do sólido, mas temos algumas exceções como esses sais apresentados aqui no gráfico que relaciona o coeficiente de solubilidade com a temperatura em graus Celsius. Já para os gases ocorre o contrário: é a diminuição da temperatura ou o aumento da pressão que faz aumentar a solubilidade de um gás como evidenciado na tabela e nos gráficos aqui apresentados.
79	Joana	Gás se dissolvendo na água? (+) Interessante.
80	Pesquisador	Sim! É o que acontece com o gás carbônico oriundo da poluição se dissolvendo nas águas dos oceanos e esse mesmo gás carbônico dissolvido no refrigerante [xxx]. (Em seguida o professor reproduz um vídeo que explica como se dá a adulteração da gasolina nos postos de combustíveis pela adição de quantidade de álcool maior que o permitido em legislações específicas. No vídeo é demonstrado um experimento simples). Agora vamos lê o texto “Recordando o conceito de solubilidade”.
81	Joana	/ Um exemplo de solubilidade é o suco
82	Pesquisador	Por quê?
83	Celia	Porque [[dissolve açúcar na água e depois a polpa da fruta
84	Joana	/ A água é o solvente e o [[açúcar é o soluto

85	Carla	/ Ou [[o pozinho
86	Pesquisador	E se aumentássemos [[a temperatura do líquido do suco?
87	Joana	Quanto maior a temperatura maior o seu limite de solubilidade (+)
88	Pesquisador	A gente lembra-se da aula expositivo-dialogada em que no sistema sólido-líquido (como o exemplo do sal de cozinha ou açúcar em água) em que o aumento da temperatura favorece o aumento da solubilidade, com algumas exceções como visto nos gráficos e nas tabelas. Já para o sistema líquido-gasoso (como o oxigênio dissolvido na água ou o gás carbônico dissolvido nos refrigerantes) a diminuição da temperatura favorece o aumento da solubilidade e/ou com o aumento da pressão [xxx].
89	Joana	O gás oxigênio se dissolve na água (+++).
90	Pesquisador	Os gases como dióxido de carbono e oxigênio se dissolvem na água. Como o gás oxigênio é importante para a vida dos peixes?
91	Joana	(++) Ele se dissolve.
92	Pesquisador	O gás carbônico é dissolvido no refrigerante aumentando a pressão. Nesse sentido, responda: A solução é saturada, insaturada ou supersaturada? Por quê?
93	Joana	Que solução?
94	Pesquisador	Quando você coloca gás carbônico na água para formar o refrigerante. / Quando você aumenta a pressão você solubiliza [[uma grande quantidade/
95	Joana	(++) Acho que ele é supersaturada
96	Pesquisador	A solubilidade do gás carbônico aumenta com o aumento da

		pressão?
97	Joana	Acho que (+) não
98	Professor	Quanto mais eu aumento a pressão mais eu vou dissolver?
99	Carla	/ Eu acho [] que não
100	Pesquisador	Quem lembra do que foi apresentado no gráfico acerca da lei de Henry que a solubilidade é a igual a constante dos gases vezes a pressão?
101	Joana	/ Mais eu dissolvo ele!?! (+)
102	Pesquisador	O gás carbônico dissolve mais na pressão atmosférica ou com a aplicação de uma grande pressão
103	Carla	/ Se aumentasse a pressão.
104	Pesquisador	Por que o gás contido no refrigerante fica menos agitado quando esse está congelado?
105	Joana	Porque as suas moléculas estão mais calmas.
106	Pesquisador	Por que elas estão mais calmas?
107	Joana	Porque está mais frio (++)
108	Professor	E isto implica o que na solubilidade? Que ele está mais solúvel ou menos solúvel?
109	Carla	Menos ele se dissolve (++)
110	Pesquisador	Ocorre o processo inverso quando se trata de gás (+++)
111	Joana	Mais ele se dissolve? (++) Não era quando ele estava mais quente

		que se dissolvia?
112	Pesquisador	Mais ele se dissolve porque aqui é para o gás. No sólido se observava isso que você está falando. Por isso que aquela efervescência fica bem pequena quando o refrigerante está gelado [xxx].
113	Pesquisador	Relacione a solubilidade do gás carbônico com o aumento ou diminuição da temperatura. Vamos lá! Se eu diminuo a temperatura o gás carbônico vai solubilizar mais ou menos?
114	Celia	(++) Mais
115	Pesquisador	Se eu aumentar a pressão?
116	Joana	(++) Ele se dissolve mais também (+)
117	Pesquisador	E se aumentar a temperatura?
118	Joana	(++) Aí ele vai se dissolver menos porque é um gás. [[O gás é o inverso não é? (++) Meus deus quando a pessoa pensa que tá entendendo aí é tudo ao contrário.

Seminários. Quatro aulas geminadas (29/11/2018)

Turno	Participante	Dialogo
119	Maria	Bom, a gente ficou com poluição atmosférica [Referindo-se ao tema do seminário, cuja apresentação se deu por meio de slides].
120	Silvia	Como a poluição atmosférica afeta no equilíbrio marinho? [Problemática do seminário]. A poluição atmosférica libera CO ₂ , esse gás carbônico se dissolve no ambiente marinho.

		Quando ele se dissolve no ambiente marinho o meio fica ácido e isso impacta na vida dos seres vivos.
121	Maria	Como o CO ₂ se dissolve na água? Sabe-se que a solubilidade de um gás num líquido é proporcional a pressão exercida pelo gás sobre o líquido. Logo, o CO ₂ se dissolve em água exercendo uma pressão sobre o líquido a baixas temperaturas.
122	Pesquisador	[[Então tem que ter uma pressão alta e uma temperatura baixa?
123	Silvia e Maria	[[Isso (+).
124	Silvia	De que forma podemos reduzir a poluição marinha? Use menos produtos químicos para limpar a casa, o uso de produtos químicos tóxicos como alvejante e amônia para limpar a casa prejudica o abastecimento de água, descarte o lixo adequadamente, nunca despeje algo que não seja biodegradável pelo ralo [xxx]
125	Maria	Não descarte medicamentos em vasos sanitários. Os medicamentos são compostos de uma variedade de substâncias que podem ser prejudiciais ao abastecimento de água, não jogue lixo no vaso, jogar no vaso itens que não se desfazem como fraudas e lenços umedecidos e aplicadores plásticos de tampão pode causar problemas no sistema de esgotos,
126	Carla	Química do refrigerante [Refere-se ai tema do seminário, cuja apresentação ocorreu por meio de um cartaz e de textos]. Acidulante é uma substância, que além de realçar o sabor, atua diminuindo o pH do refrigerante, tornando-o mais ácido e impedindo a proliferação de microrganismos, o ácido cítrico é um exemplo de acidulante.

127	Joana	Como é feita a gaseificação do refrigerante? Os fabricantes juntam a água e o gás em um aparelho chamado carbonizador. Quando esses dois ingredientes se misturam a água dissolve o CO ₂ , dando origem a uma terceira substância, o ácido carbônico, que tem forma líquida. Depois, acrescenta-se o xarope a esse ácido. O último passo é inserir uma dose extra de CO ₂ dentro da embalagem para aumentar a pressão interna e conservar a bebida.
128	Carla	Agora a pergunta que está na folhinha ([Referindo-se a problemática do seminário]).
129	Joana	É o seguinte, quando a temperatura está elevada as moléculas estão mais agitadas, então a gente consegue visualizar aquelas bolhinhas que ficam. E quando ele está \.
130	Carla	[[Menos agitada?
131	Joana	E quando ele está a uma temperatura mais baixa aí as moléculas estão mais quietas e a gente não consegue visualizar tanto essa movimentação.
132	Pesquisador	Quando se coloca gás carbônico na solução, esta fica insaturada, saturada ou supersaturada \?
133	Joana	[[Supersaturada! Porque eles botam muito gás (+).
134	Pesquisador	O CO ₂ liberado nas fumaças de transportes e de fábricas se dissolve nas águas dos oceanos, com isso acontece o que com a água dos oceanos?
135	Joana	\ Vira poluição não é? (++).
136	Celia	Afeta os animais (+++).

137	Pesquisador	O meio fica? (++).
138	Celia	[[Ácido. Ela prejudica os animais que estão vivendo lá (+).