

O papel dos signos no ensino do conceito de solubilidade

The role of signs in solubility concept teaching

Emmanuela Florian Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
emmanuela.marq@gmail.com

Elaine Pavini Cintra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
elainecintra@ifsp.edu.br

Resumo

Pesquisas no campo da educação relatam a importância das representações simbólicas no ensino de ciências, uma vez que proporcionam o desenvolvimento de habilidades específicas de leitura e interpretação de gráficos, tabelas, diagramas e outros recursos importantes para a compreensão dos conteúdos científicos (DUVAL, 2006; SOUZA e PORTO, 2010). Tendo em vista este cenário, é relevante compreender como os signos investigados por Peirce (1839-1914) e estudados por Santaella (2012), se fazem presente nesse contexto e como sua abordagem auxilia na construção de significados em aulas de ciências, em especial na Química. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência dos diferentes signos na abordagem do conceito de solubilidade, verificando sua relevância dentro da metodologia adotada pelo docente. Com base nas tricotomias proposta por Peirce: signo, objeto e interpretante, as aulas foram divididas em episódios e os signos classificados com base nas abordagens realizadas.

Palavras chave: Solubilidade, Representações externas, Química.

Abstract

Researches in the field of education report the importance of symbolic representations in science teaching. They provide the development of specific skills of reading and interpretation of graphs, tables, diagrams and other important resources for the understanding of scientific contents (DUVAL, 2006; SOUZA and PORTO, 2010). Considering this scenario, it is relevant to understand how the signs investigated by Peirce (1839-1914) and studied by Santaella (2012), are present in this context and how their approach helps in the construction of meanings in science classes, especially in the Chemistry. Thus, the present work aims to analyze the influence of different signs in the process of teaching and learning the concept of solubility. Based on the trichotomies proposed by Peirce for, sign, object, and interpretant the classes had been divided into episodes and the signs were analyzed based on the approach presented by the teacher.

Key words: Solubility, External Representations, Chemistry.

Introdução

Os meios de comunicação atuais utilizam uma série de representações para transmitir informações e dados de diferentes setores da sociedade, sejam eles educacionais, políticos ou de entretenimento. Gráficos, tabelas, diagramas e uma série de outros recursos são utilizados como estratégias para a propagação dessas informações e, por esse motivo, é importante que o cidadão seja capaz de ler e interpretar esses recursos.

No caso das ciências, em particular, a química o uso de representações é comum e necessário para explicação e compreensão de diversos conceitos e fenômenos. O processo de construção do conhecimento por meio das representações possui larga abrangência e tem sido estudado por diversos autores. Peirce (1839-1914) foi precursor no estudo da semiótica, que reconhece as diversas formas de linguagem por meio dos signos e suas funções representativas. Steinbring (2006) ressalta que a construção do conhecimento por meio das múltiplas representações requer estudo, prática e conhecimentos que não são automáticos aos leitores e por isso devem ser desenvolvidos no contexto escolar. (WARTHA e REZENDE, 2011; FARIAS, 2007).

Contudo, os alunos ainda apresentam dificuldade em compreender como o discurso científico se relaciona com as múltiplas representações e parte desse cenário é consequência da falta de habilidade em transitar por meio delas. Duval (2006) propõe que construção do conhecimento científico se dá também por meio das representações o que pressupõe o aprimoramento de ferramentas que auxiliem na análise de recursos semióticos a fim de uma interpretação que vá além do conteúdo explícito (DUVAL, 2006).

Semiótica e as categorizações fenomenológicas

Peirce (2012) propôs o estudo dos signos como entidades nas quais se representam, de maneiras particulares, imagens, ideias ou conceitos, mais amplamente denominados objetos. No estudo da semiótica, a compreensão dos signos está associada a uma relação triádica entre **signo**, **objeto** e **significante**. Segundo Santaella (2012) essa relação pode ser resumida em três aspectos mais gerais, a **relação do signo consigo mesmo**, a **relação do signo com seu objeto** e a **relação do signo com seu interpretante** (ALMEIDA, SILVA e VERTUAN, 2011).

Signos podem ser compreendidos como algo que, de certo modo, irá representar um objeto, mas também será capaz de materializar uma ideia na mente de alguém. Por esse motivo é considerado como o pilar da relação triádica com o **objeto** e o **interpretante**. O **objeto** é tudo aquilo que chega à mente do indivíduo por intermédio do signo, podendo ser algo concreto, imaginável ou inimaginável. Por fim, o **interpretante** é o efeito que a relação entre o signo e o objeto cria na mente do intérprete; é uma propriedade subjetiva que o signo possui em si mesmo e não depende somente da forma que uma mente, em particular, possa compreendê-lo. A Figura 1 apresenta essa relação.

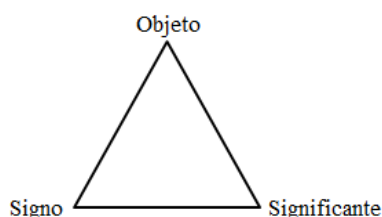


Figura 1: Relação triádica de Peirce (2012).

Os signos podem ser classificados como **quali-signos**, **sin-signos** ou **legi-signos**, dependendo da maneira como eles se comportam em relação a si mesmos. **Quali-signos** são signos que

apresentam uma relação de qualidade com seu objeto e, conseqüentemente, com seu interpretante. É um tipo de signo que representa objetos que só podem ser mostrados ou imitados, como por exemplo, uma cor característica de um elemento químico. **Sin-signos** remetem a ideia de único e singular, um sin-signo é um objeto de experiência direta. É um signo que tem a função de indicar seu objeto de estudo, um exemplo importante são os casos de titulações ácido-base com indicadores coloridos. Apesar das cores serem quali-signos, a mudança de cor é um sin-signo no sentido de que indica que a neutralização está completa. **Legi-signos** são aqueles que agem semioticamente no sentido de gerar signos interpretantes. Um signo só funciona como legi-signo na medida em que a lei é tomada como propriedade que irá reger o funcionamento sígnico como, por exemplo, as regularidades da tabela periódica (SANTAELLA, 2012).

O **objeto** é tudo aquilo que o signo representa, no entanto, é necessário que o contexto no qual ambos estejam inseridos seja familiar ao interpretador de modo que esse possa fazer inferência e chegar a uma leitura conclusiva. A relação do signo com o objeto também foi proposta como sendo triádica podendo este ser um **ícone**, um **índice** ou um **símbolo**. Um **ícone** apresenta seu objeto como consequência de sua similaridade, ou seja, é uma imagem imediata e seu objeto, quer ele exista ou não. **Índices** são signos que se referem ao objeto por ter com ele uma relação dinâmica, eles não possuem nenhuma semelhança significativa com seu objeto, somente o apontam, remetem ou indicam. O índice conduz o pensamento para uma experiência particular de interpretação, evidencia sobre o que estamos falando, estabelece uma compreensão e exerce uma influência compulsiva no intérprete, forçando-o a atentar para o objeto indicado. Exemplos de índices são termômetros, cronômetros, a condução de energia em uma solução (indica a presença de íons) e etc. Já os **símbolos** são signos cuja virtude está na generalidade da lei, regra, hábito ou convenção de que eles são portadores. Apresentam-se como uma mediação entre o objeto e a geração do interpretante, pode ser uma associação de ideias e representar o próprio conceito. Trazendo para o contexto do ensino de química, símbolos podem ser diagramas matemáticos que representam seu objeto de estudo como consequência de sua relação com o fenômeno estudado (SANTAELLA, 2012).

Por fim, para produzir um significado com base no signo e em seu objeto o interpretante passa por três estágios, um estágio imediato, a primeiridade, ou seja, a possibilidade inscrita no signo para significar, um estágio dinâmico, secundidade, isto é, a interpretação dos resultados factuais do signo, e um estágio final, a terceiridade que representa uma regra ou padrão para o entendimento do signo. Estes três estágios também podem ser interpretados como a relação do signo com seu interpretante, podendo ser uma **rema**, um **dicente** ou um **argumento**. **Rema** é o primeiro efeito que o signo é capaz de provocar em seu intérprete, pode ser uma qualidade ou um sentimento. É um signo relacionado ao seu objeto por associações gerais e qualitativas, exemplos de rema podem ser estados da matéria como líquido sólido ou gasoso. **Dicente** é um signo que será interpretado como proponente ou veiculador de alguma informação sobre algo existente. Quando se classificam as substâncias em simples ou compostas tem-se um signo dicente. **Argumento** é terceiro efeito do significante, quando um signo é interpretado por meio de regras e princípios guia, sem os quais as representações não poderiam significar, uma vez que, derivam de uma conclusão de premissas. Os argumentos podem ser indutivos ou dedutivos e se apresentam como explicações e justificativas para o fenômeno investigado (SANTAELLA, 2012).

De acordo Peirce (2012) a construção de significados se dá a partir do momento em o indivíduo é capaz de transitar entre os vértices do triângulo de maneira natural. Para isso, é necessário que o leitor esteja habituado com o sistemas de signos e possua habilidades

relacionadas à sua leitura e interpretação, a fim de distinguir um signo de outro e reconhecer suas particularidades. Nesse mesmo sentido, Ausubel (2000, apud SOUZA e PORTO, 2010) afirma que a construção do conhecimento só é possível a partir das interações que são estabelecidas com ideias e conceitos já bem conhecidos e definidos pelo aluno (SOUZA e PORTO, 2010).

Metodologia

A metodologia adotada partiu da análise do áudio e vídeo de três aulas de Química, a respeito de solubilidade, de uma Escola Técnica Federal do estado de São Paulo. A turma participante possuía 24 alunos, cursando o 1º ano do Ensino Técnico Integrado. O docente investigado possui licenciatura em química, mestrado e doutorado na área da história da ciência e leciona há aproximadamente 15 anos. Cada aula possuía, em média, 40 minutos de gravação e a partir delas foram selecionados trechos dos vídeos com episódios menores, nos quais o professor iniciava e finalizava abordagens utilizando um determinado signo. A Figura 2 ilustra, esquematicamente, a forma como os episódios foram classificados e os signos que serão alvo de estudos em cada um deles.

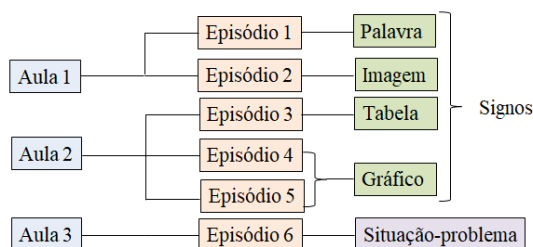


Figura 2: diagrama dos episódios analisados

As sequências foram analisadas com base no modelo triádico de Peirce (2012) verificando como estratégias utilizadas pelo docente, para associar o conceito de solubilidade aos signos apresentados, auxiliaram na construção do conhecimento. Também se analisou a fala e as interações do professor com os alunos a fim de verificar as relações estabelecidas e como elas influenciaram na abordagem do conceito estudado (ROTH e TOBIN, 1997; SANTAELLA, 2012).

Resultado e discussão

Para desenvolver o conceito de solubilidade o docente abordou situações específicas do cotidiano dos alunos, utilizando como exemplo o preparo de um suco, um achocolatado ou um soro. A construção dos significados teve início no Episódio 1 com a apresentação no quadro da **palavra solubilidade** que, no que diz respeito à relação do signo com ele mesmo pode ser considerado um sin-signo, uma vez que indica o objeto (conceito) que será estudado. No que diz respeito ao seu objeto, é um símbolo pois representa de maneira “direta” seu objeto. Por fim, com relação ao seu interpretante, por aparecer em uma situação de primeiridade e despertar nos alunos apenas uma ideia do que será investigado, trata-se de uma rema. A Figura 3 apresenta o momento exato em que o professor escreve o signo na lousa para iniciar a discussão com os alunos.

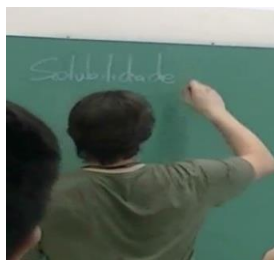


Figura 3: Momento em que o professor escreve a palavra na lousa.

No Episódio 2 o professor chama a atenção para a imagem de um copo com água no qual tem-se a dissolução de um comprimido de Sonrisal®. Dificilmente essa mesma representação, em outro contexto, seria associada ao conceito de solubilidade. Segundo Porto e Souza (2010) os fenômenos que antes eram representados somente por seus aspectos macroscópicos passam ser apresentados de forma mais complexa e abstrata, por esse motivo devemos considerar que a interpretação de uma imagem como um signo para o conceito de solubilidade se dá a partir do momento em que, por não ser autossuficiente, o contexto no qual o signo está inserido permite estabelecer relações com o conceito estudado. Por representar um conceito abstrato, o signo (imagem do copo com a solução) é um quali-signo; em sua relação com o objeto, por sua relação dinâmica, é um índice e seu com seu interpretante configura-se como uma rema.

Dando continuidade à aula, no Episódio 3, o professor apresenta uma tabela com os valores de massa de açúcar e carbonato de cálcio que podem ser solubilizados em uma quantidade fixa de água em diferentes temperaturas. Esse novo signo (tabela) busca estabelecer uma relação mais teórica do conceito que está sendo estudado. Desta vez, o objeto pode ser internalizado pelos alunos, visto que todos eles já preparam uma solução e também são capazes de relacionar a influência do aumento da temperatura na solubilidade de um soluto, em situações já vivenciadas por eles. Concomitante à análise da tabela, no Episódio 4, o professor projeta um *template* no qual os alunos deveriam transpor os dados da tabela em um arquivo do Excel e, automaticamente, um gráfico de massa do soluto solubilizada em água em função da temperatura é esboçado. O objeto de estudo (solubilidade) relaciona-se com ambos os signos (gráfico + tabela) a fim de construir um interpretante dinâmico, ou seja, que relaciona o conceito com múltiplas formas de representação e tem seus princípios consolidados de diferentes maneiras. Nesse episódio a relação triádica com o gráfico é estabelecida em função da relação anterior que já fora estabelecida com a tabela. A tabela é um sin-signo, indicativo, dicente, isso porque indica propriedades de seu objeto de estudo e não possui uma semelhança direta com o fenômeno investigado. O gráfico é um legi-signo, uma vez que apresenta o comportamento do fenômeno com base em leis teóricas. É icônico, pois remete, de maneira direta aos dados da tabela e é também um argumento, pois apresenta tendências esperadas para a solubilidade das substâncias frente à variação de temperatura.

Em seguida, no Episódio 5, o professor explora algumas características que são fundamentais para análise do conteúdo que é apresentado no gráfico, chamando a atenção para a escala e a identidade dos eixos, enfatizando informações que podem ser extraídas e como o aluno pode utilizar o gráfico para fazer previsões a respeito do fenômeno estudado. Esse tipo de estratégia deixa claro o objetivo do professor com relação ao uso dessa representação, visto que, a partir desse momento os alunos são levados a refletir sobre as tendências que podem ser observadas nas curvas presentes no gráfico, ressaltando a importância deste signo para a compreensão do conceito estudado.

Por fim, no Episódio 6, são apresentadas situações-problema nas quais os alunos devem estabelecer, de forma independente, uma relação entre objeto (conceito), signos (palavra, imagem, tabela e gráfico) e representante (interpretação do conceito) a fim de solucionar os problemas propostos nos exercícios. As questões apresentadas foram estruturadas de modo que os discentes deveriam analisar informações não somente explícitas, mas também conteúdos implícitos e conceituais (POSTIGO e POZO, 1999) a partir das representações gráficas, estabelecendo novamente as relações triádicas de Pierce.

Considerações finais

A utilização de diferentes signos para a abordagem do conceito de solubilidade proporcionou o desenvolvimento de estratégias e habilidades específicas para a leitura e interpretação de linguagens próprias das ciências. Em um primeiro momento, ao explorar a palavra solubilidade o professor teve a oportunidade de discutir com os alunos situações próximas ao cotidiano deles, como por exemplo, a dissolução de achocolatado ou açúcar no leite. A imagem do copo com água e Sonrisal[®] apresentada no livro destacou-se por não ser um objeto específico desse conceito, no entanto, devido ao contexto no qual ela estava inserida incitou discussões a respeito do fenômeno e favoreceu no processo de construção de significados. A relação do conceito de solubilidade com a tabela e o gráfico apresentados evidencia a importância do conhecimento de linguagens não textuais para o aprendizado das ciências. O professor construiu um gráfico de maneira dinâmica, permitindo aos alunos perceberem como informações, antes em uma tabela, dão origem à curvas que apresentam tendências que, ao serem interpretadas, contribuem para melhor compreensão do conceito de solubilidade e do coeficiente de solubilidade.

Agradecimentos e apoios

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica oferecida e ao IFSP – Campus São Paulo.

Referências

- ALMEIDA, L. M. V.; SILVA, K.P.; VERTAUN, R. Sobre a categorização dos signos na semiótica peirceana em atividades de modelagem matemática. **Revista eletrônica de Investigación em Educación em Ciencias**, v. 6, n. 1, p.1-10, 2011.
- DUVAL R. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, 61:103-131, 2006.
- FARIAS, M. M. do R. As representações matemáticas mediadas por softwares educativos em uma perspectiva semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de Matemática. 2007. **Dissertação (Pós-Graduação em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista**, Rio Claro.
- PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2012.
- POSTIGO, Yolanda POZO, Juan Ignacio. Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica. En J. I. Pozo e C. Monereo (Coords.). **El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo** Madrid: Santillana/Aula XXI, 251-267, 1999.
- ROTH, Wolff-Michael; TOBIN, Kenneth. Cascades of inscriptions and the representation of nature: how numbers, tables, graphs, and money come to represent a rolling ball. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 9, p. 1075-1091, 1997.
- SANTAELLA, L. **A Teoria Geral dos Signos: como as linguagens significam as coisas**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- SOUZA, K. Ap. F.; PORTO, A. P. Elementos da semiótica peirceana na educação em Química: considerações e possibilidades. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**, Brasília, 2010.
- STEINBRING, H. What Makes a Sign a Mathematical Sign - An Epistemological Perspective on Mathematical Interacion. **Educational Studies in Mathematics**, Netherlands, v. 61, n. 1-2, p. 133-162, 2006.
- 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, p. 275-290, 2011.