

Os registros semióticos em aulas de Química do ensino médio e a aprendizagem significativa

The semiotic registers in Chemistry classes of secondary education and the meaningful learning

Carolina José Maria

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP/PPGE
crjmaria@unimep.br

Maria Guiomar Carneiro Tommasiello

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP/PPGE
mgtomaze@unimep.br

Joaquim Bernardino Lopes

UTAD - Portugal, Escola de Ciências e Tecnologias e Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores blopes@utad.pt

Resumo

Este estudo teve como foco os registros semióticos presentes em aulas de Química ministradas para o nível médio de ensino de uma escola pública do interior do estado de São Paulo. O objetivo principal foi identificar e compreender quais registros foram (e como) utilizados em aula. Efetuaram-se gravações em áudio e vídeo das aulas observadas a partir das quais se elaboraram Narrações Multimodais. Estas foram analisadas com a ajuda do NVivo 8[®] (software de análise qualitativa). Os resultados apontaram que existe uma diversidade de registros semióticos presentes nas aulas analisadas, alguns são utilizados com maior frequência do que outros. Porém, a conversão entre registros semióticos, ação primordial para uma aprendizagem significativa dos conceitos químicos, não foi devidamente explorada, o que prejudica o desenvolvimento da habilidade de representar e comunicar os fenômenos químicos.

Palavras chave: registros semióticos, ensino de Química, narração multimodal, ensino médio.

Abstract

This study focused on the semiotic registers present in Chemistry classes taught to the average level of education in a public school in the state of São Paulo. The main objective was to identify and understand which registers were (and how) used in class. They were made in audio and video recordings of lessons observed from which it developed Multimodal Narrations. These were analyzed with the help of NVivo 8[®] (qualitative analysis software). The results showed that there is a diversity of semiotic registers attend classes analyzed, some are used more frequently than others. But, the conversion between semiotic registers, action

essential for meaningful learning of chemical concepts, has not been properly explored, which impairs the development of the ability to represent and communicate chemical phenomena.

Key words: semiotic registers, Chemistry teaching, multimodal narration, secondary education.

Introdução

Para muitos estudantes aprender Química é uma tarefa extremamente complexa, devido ao alto nível de abstração que requer tal disciplina e também devido a aparente distância que há entre os conceitos químicos e o seu dia a dia. O ensino de Química, assim como o de qualquer outra ciência, também exige o ensino de uma linguagem específica - a linguagem científica. De acordo com Lemke (2003) “a linguagem natural da ciência é uma integração sinérgica de palavras, diagramas, fotos, gráficos, mapas, equações, tabelas, gráficos e outras formas de expressão visual e matemática”.

Tendo em vista as dificuldades acima citadas, os professores de Química recorrem a múltiplas representações externas para favorecer a aprendizagem dos conceitos químicos pelos alunos. Estas por serem representações comunicáveis e partilháveis por sujeitos são de natureza semiótica (GARCIA e PALACIOS, 2006). No entanto, nem sempre as representações semióticas são suficiente e adequadamente exploradas. Neste estudo vamos enfatizar os registros semióticos, utilizados em aulas de Química para o nível médio de ensino de uma escola pública estadual do interior de São Paulo. Vamos utilizar a noção de registro semiótico, seguindo de perto Duval (1993), como sendo um sistema de representação comunicável e partilhável, isto é, semiótico, que cumpre as funções de: i) comunicar; ii) representar objeto/acontecimento de diferentes modos e iii) passar de um registro a outro. São exemplos de registros semióticos, a linguagem natural, a escrita, a representação visual, simbólico-aritmética e no caso da química a representação ao nível macroscópico ou nível microscópico.

Para Lemke (2003) a linguagem científica apresenta vários recursos semióticos e a integração de diferentes modos de representação pode assegurar a compreensão de conceitos científicos. A aprendizagem é significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980) quando o aluno consegue atribuir significados a um conteúdo ou a uma explicação, todas as vezes que o aluno estabelece relações entre o que aprende e o que já conhece. Tal colocação reforça a ideia de que o trabalho com diferentes registros semióticos favorece a aprendizagem significativa dos conceitos.

A compreensão de um conceito científico requer o uso de numerosas representações - verbal, gráfica, numérica, etc., pois estes podem contribuir para a compreensão mais ampla do contexto e, portanto, para a organização de representações internas do aluno (ZOMPERO e LABURÚ, 2010). Os mesmos autores mostram que a produção dos alunos, quando a eles é oferecida a possibilidade de trabalhar com vários registros semióticos, é qualitativamente diferente da produção obtida quando esses recursos não estão disponíveis em sala de aula.

O ensino baseado em um único tipo de registro semiótico e sem a devida ênfase nos processos de conversão pode dificultar a transferência do conceito aprendido para outras situações (ROQUE; SILVA, 2008; MATURANO; AGUILAR; NUÑEZ GRACIELA, 2009), pois uma vez que a linguagem científica, especificamente da Química, não é apropriada pelo aluno, este terá dificuldade para estabelecer relações, para compreender que o conceito tratado em sala de aula pode explicar as situações que ele vivencia em seu dia a dia.

Assim, este estudo procurou responder às seguintes questões: Quais e como são utilizados os registros semióticos pela professora em sala de aula? A conversão entre registros semióticos é explorada pela professora? De que modo? Estes registros são utilizados pelos alunos?

METODOLOGIA

Para responder as questões desse estudo foram observadas oito aulas de uma professora de Química em uma escola pública periférica de uma cidade do interior de São Paulo. O caso desta professora é representativo do Ensino de Química numa escola da rede pública do Estado de São Paulo, pois sua formação inicial e continuada, as suas condições de trabalho, o acesso aos recursos didáticos, as condições físicas (salas de aula, excesso de alunos, ausência de laboratório de Ciências, etc.), as orientações do governo estadual as quais deve seguir, são semelhantes às de muitos professores de Química, especificamente nas escolas públicas periféricas da cidade onde o estudo foi realizado.

Para a coleta de dados utilizamos a gravação em áudio e em vídeo e a recolha de outros dados tais como o caderno de campo do pesquisador, o caderno de anotações do aluno, o Caderno do Aluno e do Professor distribuídos pelo governo do estado de São Paulo e uma entrevista com a professora. Com base nestes dados foram elaboradas Narrações Multimodais (LOPES et al, 2010) de cada aula, de modo que a ação didática fosse capturada como um todo. Para garantir a clareza, a completude e a credibilidade das narrações multimodais, estas passaram por um processo de validação realizada por um segundo investigador que não tinha conhecimento algum sobre o caso estudado.

Para realizar a análise dos dados, as narrações multimodais foram importados para o software de análise qualitativa NVivo 8[®]. O uso deste software permite que a análise seja estendida a todas as narrações multimodais e também permite um refinamento das categorias elaboradas. O processo de análise ocorreu em várias etapas. Na primeira etapa - análise de primeira ordem - foi realizado um processo de categorização aberto, onde a partir das próprias narrações multimodais foram elaboradas as categorias relacionadas ao nosso foco de estudo, ou seja, uma análise *open code* foi realizada, em que o desenvolvimento de categorias foi guiado pelos dados. Para complementar o processo de elaboração das categorias recorreremos à literatura e discussões frequentes sobre os vários registros semióticos utilizados em aulas de química.

Cada categoria elaborada recebeu um nome e uma descrição. A elaboração das categorias é um processo aberto, que pode mudar a cada nova leitura e reflexão acerca das narrações multimodais. Em cada narração multimodal foram categorizados trechos que, em uma fase posterior foram interpretados. Vale ressaltar que os trechos das narrações podem ser descritos por várias categorias, estas não são mutuamente exclusivas. Todos os trechos que mostraram evidência de aspectos interessantes sobre o uso de registros semióticos em sala de aula foram categorizados. A categorização das narrações multimodais também foi feita por outros pesquisadores, a fim de validar tal categorização e garantir a sua fiabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos nesta seção os registros semióticos introduzidos pela professora e pelos alunos, bem como o uso que é feito destes registros pelos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da sala de aula estudada. Apresentamos também a discussão acerca da utilização e importância dos registros semióticos como recursos no processo de ensino e

aprendizagem nas aulas de Química.

Registros semióticos utilizados pela professora

Ao longo das aulas analisadas foi possível observar que em sua ação a professora utilizava os registros semióticos apresentados no quadro 1. Além dos registros semióticos identificados nas aulas, o quadro 1 também apresenta a descrição de cada registro.

Registro Semiótico	Descrição
Fórmula	A professora utiliza uma fórmula química (símbolos, equações, etc.) como registro semiótico.
Linguagem natural	A professora utiliza a linguagem natural (oral e escrita) como registro semiótico.
Gestos e expressões	A professora utiliza gestos e expressões faciais pra chamar a atenção dos alunos, para confirmar ou negar as intervenções feitas pelos alunos, bem como, durante as suas explicações.
Manuseio de instrumentos e materiais	A professora manuseia instrumentos e outros materiais para representar os fenômenos estudados.
Nível macroscópico	A explicação do conceito está pautada no que é visível e/ou palpável ao aluno. Ex: o acendimento de uma lâmpada para explicar a condução de corrente elétrica.
Nível microscópico	A explicação do conceito está pautada em elementos que remetem para objetos não diretamente visíveis e/ou palpáveis pelo aluno. Ex: a ideia de átomos, elétrons, prótons, etc.
Tabela de dados	A professora utiliza como registro semiótico tabelas para a organização dos dados da atividade.
Representação visual	A professora utiliza em suas explicações representações visuais, tais como, esquemas facilitadores, regras.

Quadro 1: Registros semióticos utilizados pela professora

O registro semiótico “fórmula” foi utilizado em todas as aulas observadas, sendo adotado pela professora para explicar a ocorrência dos fenômenos estudados, para representar as substâncias.

A linguagem natural (oral e escrita) é o registro semiótico predominante durante as aulas, porém destacamos tal registro para indicar todas as vezes em que a linguagem esteve associada a outros registros semióticos, a professora além de utilizar a linguagem oral e/ou escrita utilizava também registros como gestos e expressões ou manipulava algum material (O Caderno do Aluno e do Professor, por exemplo), entre outros. O fato de terem sido observados durante as aulas a presença de diferentes registros semióticos associados não significa que a conversão entre estes diferentes registros ocorreu. Em muitos casos foi possível observar apenas a coexistência de registros sem que ocorresse a conversão.

Isto ficou evidente em algumas aulas, quando a professora fez uso de gestos e expressões para reforçar a sua própria explicação. Tal fato pode ser evidenciado por um trecho da aula em que é feita a discussão sobre a condutibilidade elétrica dos materiais. Segundo a professora *“Tem que ter ligação, mas eles (elétrons) têm que ter mobilidade, eles têm que poder se movimentar por que não é uma corrente? Quando a gente fala corrente,*

elétron vai, elétron vem, elétron vai, elétron vem e a lâmpada acende”. Enquanto falava sobre a movimentação dos elétrons, a professora fazia gestos com as mãos indicando que para que haja condução de corrente elétrica os elétrons se movimentam de um lado para o outro.

No quadro seguinte (Quadro 2) apresentamos alguns tipos de conversão entre registros semióticos utilizados pela professora, bem como alguns tipos de coexistência de registros semióticos.

	Tipo de conversão entre registros semióticos	Coexistência de registros semióticos
Professora	Linguagem natural → fórmula (eletrônica; estrutural)	Linguagem natural → linguagem gestual
	Nível microscópico → Nível macroscópico	Linguagem natural → Tabela de dados
	Nível macroscópico → Nível microscópico	

Quadro 2: Tipos de conversão e coexistência de registros semióticos utilizados pela professora

No que diz respeito aos registros semióticos nível macroscópico e nível microscópico, a análise das aulas nos permite afirmar que a utilização de aspectos microscópicos é muito maior (quase 6,5 vezes maior) do que a utilização de aspectos relacionados ao nível macroscópico dos fenômenos. É muito recorrente o uso de termos como átomos, elétrons, íons, etc. E tais termos são pouco relacionados a aspectos macroscópicos ou outros registros semióticos, associação que auxiliaria o aluno na compreensão dos conceitos químicos.

Em relação à conversão entre os registros semióticos observados em aula, os resultados mostram que este processo aconteceu algumas vezes, por exemplo, quando foram discutidos em aula alguns aspectos da molécula de água, em determinado momento foi solicitado aos alunos, via linguagem natural (oral e escrita), que representassem um arranjo para a molécula de água. Neste momento, os alunos foram chamados a realizar uma conversão entre diferentes registros (enunciado - representação de estrutura).

Registros semióticos utilizados pelos alunos

Os registros apresentados e explorados pela professora são tomados como modelo pelos alunos. Verificou-se que metade dos registros utilizados pela professora passou a ser utilizado pelos alunos (Quadro 3). Além dos registros semióticos identificados nas aulas, o quadro 3 também apresenta a descrição de cada registro.

Registro Semiótico	Descrição
Fórmula	O aluno utiliza uma fórmula química (símbolos, equações, etc.) como registro semiótico.
Tabela de dados	O aluno utiliza como registro semiótico uma tabela na qual organiza os dados da atividade.
Nível macroscópico	A resposta escrita do aluno está apoiada no nível macroscópico, ou seja, em suas respostas aparecem elementos visíveis e/ou palpáveis.
Nível microscópico	A resposta escrita do aluno está apoiada no nível microscópico, ou seja, em suas respostas aparecem elementos que não são visíveis e/ou palpáveis.

Quadro 3: Registros semióticos utilizados pelos alunos

A utilização dos registros semióticos utilizados pelos alunos ocorre, principalmente, durante a resolução dos exercícios propostos, uma vez que a participação dos alunos em aula é muito pequena, poucas discussões ocorreram durante as aulas observadas.

Os alunos utilizaram o registro semiótico “fórmula” apenas nos exercícios, tomando como modelo o que a professora ensinou. Nos exercícios em que os alunos deveriam utilizar o registro semiótico “fórmula”, de maneira geral, o enunciado apresentava-se em linguagem natural escrita (com a presença de termos específicos da ciência Química) e era solicitada a conversão para o registro “fórmula”. Como mostram o trecho e a figura 1 a seguir: Estabeleça as ligações (fórmula eletrônica) entre o F (flúor) e o Al (alumínio).



Figura 1: Exercício resolvido pelos alunos

Levando-se em consideração os exercícios que foram trabalhados durante as aulas foi possível notar que algumas questões exigem a conversão entre registros semióticos, solicitam especialmente, que o aluno explique em nível microscópico uma realidade por ele observada (nível macroscópico), como mostra a questão apresentada na figura 2.

Analisando os dados coletados, pode-se perceber que alguns materiais no estado sólido, como a madeira, são isolantes, e outros, como o ferro e o alumínio, são condutores. Considerando a corrente elétrica como movimento de cargas elétricas, que suposição é possível fazer sobre a natureza e a liberdade de movimento das partículas que constituem os materiais condutores (sólidos, líquidos e dissolvidos)?

É preciso ter íons livres para poder conduzir a corrente elétrica.

Figura 2: Exercício proposto pelo Caderno do Aluno

No entanto, na mesma figura 2, nota-se que questões desta natureza foram pouco exploradas durante a correção feita pela professora. Esta afirmação é reforçada ao observarmos a resposta elaborada por um dos alunos (Figura 2).

De modo geral, os alunos utilizavam o registro semiótico nível macroscópico para a resolução de exercícios que solicitavam a descrição de elementos visíveis e/ou palpáveis. Já o registro semiótico nível microscópico foi utilizado para explicar a natureza dos fenômenos observados nas aulas, como por exemplo, a condutividade elétrica dos diferentes materiais. O nível microscópico teve maior destaque durante as aulas, foi mais valorizado pela professora, e conseqüentemente, pelos alunos, uma vez que as colocações dos discentes eram coincidentes com as da professora ou eram reescritas com outras palavras, porém baseadas nas colocações da professora. Porém, a conversão entre estes registros não é tida como prioridade nas referidas aulas.

Em relação ao registro semiótico tabela de dados, este foi utilizado pelos alunos apenas quando a professora adotou uma tabela para organizar os dados do experimento realizado e quando o exercício solicitava o agrupamento de materiais de acordo com critérios determinados.

Discussão dos resultados

Os resultados obtidos por este estudo indicam a presença de diversos registros semióticos nas aulas analisadas. Em geral, estes registros são introduzidos e trabalhados pela professora e, posteriormente, utilizados pelos alunos na resolução dos exercícios. No entanto, se a diversidade de registros é fundamental, o desenvolvimento de atividades que visam à

conversão entre registros é tão essencial quanto. Os registros semióticos estão presentes nas aulas e atividades que exigem a conversão entre os registros também são propostas, porém este processo nem sempre é devidamente explorado pela professora. De acordo com Duval (1999) a conversão é uma habilidade fundamental para a compreensão e o domínio da linguagem científica, sem a qual a tarefa de transferir os novos conhecimentos para novas situações torna-se extremamente complexa.

A utilização de diferentes registros semióticos em sala de aula tem como função primeira mostrar que um mesmo objeto pode ser representado por diferentes linguagens (DUVAL, 1993). E esse caminhar do aluno de uma representação a outra deve ser um dos principais objetivos do professor. A importância de se alcançar tal objetivo é justificada pela dificuldade em desenvolver um trabalho com representações suficientemente claras e exploradas, a ponto de ter significado para o aluno. Tal conversão entre registros semióticos possibilitaria aos alunos mais oportunidades para o desenvolvimento da habilidade de representar e comunicar os fenômenos químicos estudados (NUÑEZ, RAMALHO, PEREIRA, 2011).

Assim como afirma Lemke (2003) e outros estudiosos da área, é fundamental que haja uma diversidade de registros semióticos permeando as aulas. Em sala de aula o professor se depara com diferentes alunos que apresentam perfis de aprendizagem diferentes, assim utilizar uma única linguagem, dificulta a apropriação dos conceitos químicos ensinados. Muitas vezes o professor acredita que os alunos estão apreendendo de fato o significado pretendido, quando na verdade a aprendizagem significativa não está ocorrendo.

O ensino pautado predominantemente em aspectos microscópicos contraria a orientação apresentada pela Proposta Curricular do Estado de São Paulo - Química (2008) a qual sugere que o estudo dos conceitos químicos deve ser iniciado a partir dos aspectos macroscópicos em direção aos aspectos microscópicos dos fenômenos estudados.

Documentos oficiais como os PCN+ Ensino Médio, documento que complementa os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002), destacam como competências a serem desenvolvidas pelos alunos, no campo da representação e da comunicação, a leitura, a interpretação, a seleção e uso adequado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráficos, bem como a tradução de uma forma de representação em outra. Corroborar tal orientação a concepção de Duval (1993) de que um conceito só é assimilado quando o indivíduo tem condições de fazer a conversão entre diferentes registros semióticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Registros semióticos importantes para o ensino de Química estão presentes nas aulas observadas. Os dados permitem afirmar que há certa diversidade de registros utilizados durante as aulas, no entanto, estes não são convenientemente explorados, nem se ajuda que o aluno caminhe de uma representação a outra. Tal seria necessário, pois compreender os conceitos químicos carece de um leque alargado de registros semióticos e a conversão entre eles.

O ensino de Química apoiado em apenas um registro semiótico, sem a devida ênfase no processo de conversão entre registros dificulta a utilização dos conceitos em diferentes situações. Apenas a coexistência de registros semióticos não garante a aprendizagem significativa dos conceitos químicos.

É fundamental que os professores tenham a compreensão da importância de se trabalhar com diferentes tipos de registros semióticos e desenvolvam formas de trabalhar com tais registros de modo a ajudar o aluno a relacionar os diferentes níveis de visão da realidade estudada.

Agradecimentos

Agradeço a CAPES pela bolsa do PDSE - Proc. nº 2528/12-6.

Referências

- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. & HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/Semtec. 2002.
- DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. In: **Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives**, 5, IREM de Strasbourg, p. 37-65, 1993.
- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano**. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Cali. Colombia: Universidad del Valle y Meter Lang S.A. 1999.
- GARCIA, J. J. G.; PALACIOS, F. J. P. Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 5, n. 2, p.247-259, 2006.
- LEMKE, J. L. **Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions**. <http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/barcelon.htm>. Acesso em: 05 de novembro 2012.
- LOPES, J. B. et al. **Investigação sobre a mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula**. Vila Real/PT: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2010.
- MATURANO, C.; AGUILAR, S.; NUÑEZ GRACIELA. Conversion de imagenes al lenguaje escrito. Un desafio para el estudiante de ciencias naturales. **Revista Eureka, Enseñanza**. Divulgacion de las ciencias. v. 6, n.1, p. 63-73, 2009.
- NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; PEREIRA, J. E. As representações semióticas nas provas de química no vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil): uma aproximação à linguagem científica no ensino das ciências naturais. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 55, v. 1, p. 1-13, 2011.
- ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, v. 31, n.4, p. 921-923, 2008.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Química**. São Paulo: SEE, 2008.
- ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 3, p. 31-40, 2010.