



Perguntas elaboradas por graduandos em química a partir da leitura de textos de divulgação científica

Questions elaborated by undergraduate chemistry students from the reading of popular science texts

Luciana Nobre de Abreu Ferreira

Instituto de Química de São Carlos
Universidade de São Paulo
luciana@gpeqsc.com.br

Salette Linhares Queiroz

Instituto de Química de São Carlos
Universidade de São Paulo
salette@iqsc.usp.br

Resumo

Recentemente, vários autores têm descrito diversas abordagens para introduzir a escrita em cursos superiores de química. Uma forma de incorporar a escrita em sala de aula é estimular a formulação de perguntas pelos estudantes. Neste manuscrito, investigamos as questões formuladas por alunos de graduação em química a partir da leitura do livro Tio Tungstênio: Memórias de uma Infância Química. Os dados foram analisados segundo a Análise de Discurso de linha francesa, na perspectiva de Eni Orlandi, especialmente com base na noção de tipologia do discurso. Os alunos, em pequenos grupos, foram convidados a ler dois capítulos do livro e a formular perguntas sobre ele. Os resultados indicaram os textos de divulgação científica como mediadores para posicionamentos incomuns em aulas do nível superior de química, sugerindo a viabilidade da proposta neste nível de ensino.

Palavras-chave: Leitura; Ensino de Química; Análise do Discurso.

Abstract

Recently, several authors have described various approaches to introduce writing into undergraduate chemistry courses. A way to incorporate writing into the class is using scenario-based formulating questions. In this paper, we investigate questions formulated by undergraduate chemistry students from the reading of the book *Uncle Tungsten: Memories of a Chemical Boyhood*. The data were analyzed by Discourse Analysis, in its French approach, according to Eni Orlandi, especially based on the concept of discourse typology. The students, in small groups, were asked to read two chapters and write questions about it. The results indicated the popular science texts as mediators for non-traditional remarks by the students in undergraduate chemistry classes, suggesting the feasibility of this proposal at this level of education.

Key words: Reading, Chemistry Teaching; Discourse Analysis.

Introdução

O potencial didático de textos de divulgação científica (TDC) tem sido cada vez mais estudado por pesquisadores da área de educação em ciências (MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004; NASCIMENTO, 2005; GOLDBACH; EL-HANI, 2008; STRACK; LOGUÉRCIO; DEL PINO, 2009). Tais trabalhos são impulsionados pela necessidade da promoção de situações nas quais os alunos possam participar mais ativamente do processo de ensino e aprendizagem, assim como pelo fato observado de que os professores de ciências têm utilizado tal recurso como alternativa aos materiais didáticos tradicionais.

Dentre os principais benefícios advindos do uso didático de TDC no ensino de ciências apontados nas pesquisas sobre a temática estão: compreensão adequada e crítica da ciência enquanto produção humana; discussão sobre as aplicações tecnológicas presentes no cotidiano e suas implicações sociais; acesso a uma maior diversidade de informações; desenvolvimento de habilidades de leitura e de formas de argumentação; domínio de conceitos e elementos de terminologia científica (MARTINS; CASSAB; ROCHA, 2001; TERRAZZAN; GABANA, 2003; RIBEIRO; KAWAMURA, 2005; SILVA; ALMEIDA, 2005).

Com relação ao desenvolvimento de hábitos de leitura, compartilhamos com esses profissionais a preocupação em contribuir na formação do leitor. Não apenas no sentido de favorecer a prática da leitura ou dar condições para que o leitor sinta prazer nessa atividade mas, também, e mais importante ainda, é auxiliar na construção de leitores críticos.

Dentro da abrangência da questão da formação do leitor está uma mais específica e de maior interesse neste manuscrito: a formação do leitor de ciência. Segundo Silva (2004), a leitura surge como um conceito fundamental na análise das interações entre textos e sujeitos; ela é vista como um meio de organizar os conceitos científicos, assim como as interações sociais entre professores, seus alunos e a comunidade escolar. Desse modo, atividades de leitura poderiam contribuir para diminuir o distanciamento entre o aluno e o conhecimento científico, o qual, muitas vezes, reflete e reforça uma falta de motivação para seu aprendizado.

Ao nos preocuparmos com a formação de leitores de ciência demonstramos interesse em contribuir para a formação de cidadãos que tenham conhecimento suficiente para compreender e questionar a ciência de seu tempo, conscientes da necessidade de relacionar os avanços tecnológicos ao contexto histórico-social em que vivem, entender notícias de teor científico e saber lidar com informações do campo científico, como é necessário que lidem com as de qualquer outra área (GAMA; ALMEIDA, 2006).

Diante de tais considerações, percebemos a importância de desenvolver no contexto escolar o interesse dos estudantes pela leitura como passo importante para a formação do leitor. Nessa perspectiva, neste manuscrito analisamos perguntas elaboradas por alunos de graduação em química em atividades de leitura de alguns capítulos do livro *Tio Tungstênio: Memórias de uma Infância Química*, de Oliver Sacks (2002). Classificamos as perguntas por meio do referencial teórico da Análise do Discurso Francesa, em especial a tipologia do discurso proposta por Orlandi (2009), buscando compreender aspectos do discurso pedagógico que, na perspectiva teórica adotada, é classificado como autoritário. Essa classificação, explicitada no tópico Referencial Teórico deste manuscrito, se dá por vários critérios, dentre os quais se destacam a transmissão e fixação de informações e a figura do professor como agente locutor exclusivo. Portanto, a questão de pesquisa que permeia este trabalho é: nas condições estabelecidas a partir da leitura dos textos em pauta, as perguntas elaboradas pelos graduandos, enquanto discursos produzidos, fornecem indícios de deslocamentos de um discurso pedagógico autoritário para um discurso polêmico?

Tio Tungstênio: Memórias de uma Infância Química

O referido livro trata da autobiografia de Oliver Sacks (2002), neurologista inglês, que entre outros livros, publicou “O Homem que Confundiu sua Mulher com um Chapéu”, “Um Antropólogo em Marte” e “Tempo de Despertar” (este levado ao cinema). Em *Tio Tungstênio*, ele narra sua infância e adolescência com riqueza de detalhes. Por possuir pais médicos e familiares químicos e físicos, Sacks apresenta uma história marcada pelo convívio com a ciência, tendo crescido entre experiências com metais, consultas médicas em casa e muita cultura química.

Entre os familiares que direcionam o espírito investigativo de Sacks está Tio Dave, que fabricava lâmpadas de tungstênio – esta é a razão do nome do livro – e instigava seu sobrinho a repetir experimentos químicos em um laboratório doméstico. Assim, o autor investigou muitas das questões fundamentais da química.

Devemos ressaltar as menções ao livro em revistas da área de educação em química. Schwartz (2002), em resenha publicada no *Journal of Chemical Education*, considera o livro como uma exposição pública positiva para a química e recomenda sua leitura a todos os químicos. Faria (2003, p. 625), em carta destinada ao editor da revista *Química Nova*, relata que “sua forma leve de escrever faz do livro uma leitura fácil e agradável, embora repleta de conceitos fundamentais para o entendimento do mundo que nos cerca, em especial o da química”.

Apresentaremos agora algumas considerações sobre os aspectos que caracterizam o referido livro como um material de divulgação científica. A primeira característica que nos leva a considerar a referida obra como tal reside no fato de a mesma ter sido publicada no formato de um livro, o que mostra o objetivo de atingir um público

amplo, além do empenho do autor em definir termos científicos e estabelecer analogias. Os principais elementos que nos permitiram fazer tal identificação são o uso da primeira pessoa e a tentativa de estabelecer um diálogo com o leitor, incomuns nos textos científicos.

Outra forma que explicita a tentativa do autor em atingir um público mais amplo é o uso de expressões coloquiais e até informais. Percebemos também a intenção do autor em estabelecer um diálogo com o leitor em diversos pontos do texto. Esta simulação de diálogo é feita através de interrogações, seguidas das respostas, como se o leitor houvesse perguntado, próprias do discurso didático.

Entendemos que, mesmo sem haver restrições ao público a que esta obra se destina, ela requer certo nível de qualificação para sua compreensão, uma vez que exige conhecimentos básicos de química. No entanto, por meio da presença de procedimentos explicativos, percebemos a preocupação demonstrada pelo autor em tornar inteligíveis os conceitos científicos apresentados no texto.

Referencial Teórico

Para a análise dos discursos produzidos pelos alunos utilizamos o referencial teórico da Análise de Discurso da escola francesa. A importância que a Análise do Discurso dá às condições de produção na atividade discursiva faz com que consideremos esse referencial adequado para buscar compreendermos o funcionamento da leitura de divulgação científica em determinadas situações de ensino. Para tanto, nos apoiamos nestes pressupostos e, sobretudo, no que diz respeito à ideia de tipologia do discurso, na perspectiva divulgada por Eni Orlandi.

Surgida no contexto francês do final dos anos 60, a Análise do Discurso (AD), proposta por Michel Pêcheux, parte de uma relação necessária entre o dizer e as condições de produção desse dizer e insere a exterioridade como elemento constitutivo dos sentidos, exigindo, portanto, um deslocamento teórico que vai recorrer a conceitos exteriores ao domínio da linguística, para dar conta da análise de unidades mais complexas da linguagem (MALDIDIER, 2003).

Nessa perspectiva, o trabalho com o discurso implica na construção de sentidos com base nas condições de produção do mesmo. Tais condições de produção podem ser entendidas, no sentido mais estrito, como sendo o contexto imediato de enunciação e, considerando um sentido mais amplo, estas podem incluir o contexto sócio-histórico-ideológico, e é neste segundo contexto que podem ser apreendidos os efeitos de sentido (ORLANDI, 2002).

Segundo Orlandi (2002), as condições de produção, que constituem os discursos, funcionam de acordo com certos fatores. Um deles é o que se chama de relação de sentidos. Os sentidos resultam de relações, um discurso aponta para outros que o sustentam, assim como para dizeres futuros. Por outro lado, segundo o mecanismo da antecipação, todo sujeito tem a capacidade de antecipar-se a seu interlocutor quanto ao sentido que suas palavras produzem. Segundo a relação de forças, o lugar pelo qual o sujeito fala é constitutivo do que ele diz. Esses mecanismos de funcionamento do discurso, segundo a autora, constituem as formações imaginárias. Pêcheux (1997, p.82)

define a formação imaginária como “uma antecipação do que o outro vai pensar, na qual cada enunciado vem carregado da imagem que fazemos de nós mesmos e do outro”.

Para Orlandi (2002, p.43), os sentidos das palavras se modificam à medida que se modificam as posições daqueles que a empregam, “elas ‘tiram’ seu sentido dessas posições, isto é, em relação às formações ideológicas nas quais essas posições se inscrevem”.

Desse modo, cabe aqui definir formação discursiva, que segundo Orlandi (2002, p.43), corresponde àquilo que “numa formação ideológica dada – a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio-histórica dada – determina o que pode e deve ser dito”. De acordo com Pêcheux (1995, p.160), “os indivíduos são interpelados em sujeitos falantes pelas formações discursivas que representam ‘na linguagem’ as formações ideológicas que lhes são correspondentes”.

Pêcheux (1995, p.162) formulou os conceitos de interdiscurso e intradiscurso, sendo o primeiro entendido como algo que “fala sempre antes, em outro lugar e independentemente, isto é, sob a dominação do complexo das formações ideológicas”, delimitando o espaço discursivo e ideológico no qual se desdobram as formações discursivas em função de relações de dominação, subordinação e contradição. Enquanto o intradiscurso representa o fio do discurso, o funcionamento do discurso em relação a ele mesmo, e se encontra no nível da formulação.

Destacamos ainda a concepção de leitura na perspectiva da AD. Esta é considerada o momento crítico da constituição do texto, pois é o momento privilegiado do processo de interação verbal, aquele em que os interlocutores, ao se identificarem como tal, desencadeiam o processo de significação. É nessa interação que os interlocutores instauram o espaço da discursividade. As “histórias das leituras” têm a ver com a historicidade que rege a relação dos sujeitos com os textos (história do sujeito-leitor) e com o fato de que há uma história de leituras que afeta o texto. Assim, o mesmo leitor não lê o mesmo texto da mesma maneira em diferentes momentos e em condições distintas de produção de leitura, e o mesmo texto é lido de maneiras diferentes em diferentes épocas, por diferentes leitores.

Tipologia do Discurso

Orlandi (2000) sugere que, da observação da linguagem e em termos bastante gerais, a produção do discurso se faz na articulação de dois grandes processos, que seriam o fundamento da linguagem: o processo parafrástico e o processo polissêmico. O processo parafrástico permite a produção do mesmo sentido sob várias de suas formas (matriz da linguagem) e o processo polissêmico é o responsável pelo fato de que são sempre possíveis sentidos diferentes, múltiplos (fonte da linguagem). Ou seja, de um lado existe um constante retorno a um mesmo dizer sedimentado – a paráfrase – e, de outro, há no texto uma tensão que aponta para o rompimento (ORLANDI, 2000).

Segundo Orlandi (2002), são muitos os critérios pelos quais se constituem tipologias na AD. No entanto, a autora ressalta que, ao analista, a tipologia pode ser útil em alguns momentos, mas não faz parte de suas preocupações centrais, pois o que caracteriza o discurso, antes de tudo, não é seu tipo, mas seu modo de funcionamento. Assim, a autora procurou estabelecer um critério para distinguir diferentes modos de

funcionamento do discurso, tomando como referência elementos constitutivos de suas condições de produção e sua relação com o modo de produção dos sentidos. Estes foram distinguidos em Orlandi (2002, p.86):

Discurso autoritário, aquele em que a polissemia é contida, o referente está apagado pela relação de linguagem que se estabelece e o locutor se coloca como agente exclusivo, apagando também sua relação com o interlocutor;

Discurso polêmico, aquele em que a polissemia é controlada, o referente é disputado pelos interlocutores, e estes se mantêm em presença, numa relação tensa de disputa pelos sentidos;

Discurso lúdico, aquele em que a polissemia está aberta, o referente está presente como tal, sendo que os interlocutores se expõem aos efeitos dessa presença inteiramente não regulando sua relação com os sentidos.

De acordo com a autora, a noção de tipo é necessária como princípio de classificação para o estudo do uso da linguagem, ou seja, do discurso. Além de ser uma necessidade metodológica, as tipologias são de aplicação relativa, podendo ter uma maior ou menor generalidade: “o estabelecimento da tipologia tem a ver com os objetivos específicos da análise que se estiver empreendendo e com a adequação ao exemplar de linguagem que é objeto de análise” (ORLANDI, 1996, p.152).

Orlandi (2000) ressalta que as tipologias devem ser interpretadas, pois não são de elaboração nem de aplicação mecânica. E que também não se devem estabelecer relações categóricas entre os tipos, é preferível, antes, falar-se em tendências: há discursos que tendem para o tipo autoritário, ou tendem para o lúdico etc. Não há, assim, um discurso puramente autoritário, polêmico ou lúdico, a não ser idealmente.

Metodologia

A metodologia de pesquisa adotada é do tipo qualitativa e assume um perfil de estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). O motivo para a escolha desse formato de metodologia reside na importância do contato que tivemos com o grupo de estudantes e com o professor responsável pela disciplina na qual a proposta foi aplicada. A disciplina Fundamentos de Química Estrutural é obrigatória e oferecida a alunos ingressantes do curso de Bacharelado em Química de uma universidade estadual paulista e, usualmente, tem sido ministrada a partir da realização de aulas expositivas acompanhadas de monitorias para resolução de exercícios e esclarecimento de dúvidas. Seu conteúdo programático abarca noções básicas da Química Estrutural e seu objetivo é fornecer ao aluno uma fundamentação teórica geral da Química, demonstrando a lógica do aprendizado e enfocando aspectos fenomenológicos.

É importante destacar a conveniência da aplicação da proposta na referida disciplina, uma vez que são contemplados no livro Tio Tungstênio assuntos que coincidem com o seu conteúdo programático. A proposta foi aplicada em parceria com o professor responsável pela disciplina. Para que a proposta fosse executada, inicialmente foram selecionados, pelo professor, dois capítulos do livro Tio Tungstênio: Memórias de uma Infância Química. Foram selecionados os seguintes capítulos, cujos conteúdos guardam

relações com a ementa da disciplina: Luz Brilhante e O Jardim de Mendeleiev. As atividades de leitura foram realizadas no mesmo período em que os assuntos neles abordados foram ministrados em sala de aula.

No início do semestre os alunos foram informados que trabalhariam com TDC durante o período letivo em duas ocasiões, em horários dedicados às monitorias (horários extraclasse, duas horas de duração), sob nossa coordenação e com o acompanhamento do professor. Devido ao número elevado de alunos matriculados na disciplina, a turma foi dividida em duas: uma com 24 e outra com 21 alunos.

Na primeira etapa de aplicação da proposta foi solicitado aos alunos que fizessem a leitura dos três capítulos iniciais do livro: Tio Tungstênio, 37 e Exílio. Esta leitura foi necessária para que pudessem se familiarizar com os personagens da história. Nessa mesma etapa, os alunos responderam a um questionário com as impressões iniciais da leitura dos capítulos.

Na segunda etapa, no primeiro encontro extraclasse, as informações presentes nos capítulos iniciais foram discutidas em sala. Em seguida, fizemos uma exposição sobre a vida e a obra literária de Oliver Sacks e algumas características do livro em pauta. Os alunos, divididos em grupos de cinco a seis componentes, fizeram a leitura do capítulo Luz Brilhante. Concluída a leitura em grupo, os alunos elaboraram perguntas na forma escrita referentes aos assuntos apresentados no texto. Por fim, os alunos responderam a um questionário sobre as impressões que tiveram da atividade realizada.

No segundo encontro foram adotados procedimentos praticamente idênticos para a leitura do capítulo O Jardim de Mendeleiev, com pequenas diferenças: solicitamos aos alunos uma leitura prévia do capítulo a ser estudado e acrescentamos uma pergunta ao questionário sobre as impressões em relação à atividade realizada, pedíamos na questão que os alunos comparassem a primeira atividade com a segunda. A primeira modificação atendeu a sugestões apresentadas por eles no primeiro questionário: a possibilidade de um período mais longo para a realização da leitura do capítulo.

Na última etapa de aplicação da proposta foi solicitada aos alunos a redação de dois textos que fizessem alusão aos capítulos estudados nas atividades realizadas. Também lhes foi solicitado que respondessem a um questionário sobre diversos aspectos pertinentes à proposta aplicada. Ambas as atividades que constaram da última etapa foram realizadas em horário extraclasse. A Tabela 1 sintetiza as etapas desenvolvidas ao longo do processo de aplicação da proposta.

Vale destacar que a coleta de dados também incluiu o acompanhamento das aulas ministradas em horário regular na disciplina durante o semestre letivo. Nesse acompanhamento foram registradas, em caderno de campo, as perguntas elaboradas pelos graduandos ao longo das aulas relacionadas ao tema dos textos estudados, além de observações sobre acontecimentos considerados relevantes, com o objetivo de coletar informações sobre os aspectos característicos desse ambiente de ensino e observar os discursos produzidos pelos estudantes.

Tendo em vista os objetivos explicitados neste manuscrito, apresentamos apenas os resultados referentes à análise das perguntas elaboradas pelos graduandos nas aulas regulares e na leitura dos capítulos do livro em questão, embora consideremos que as perguntas formuladas resultam de um contexto que envolveu todo o processo de

aplicação da proposta. Ou seja, são decorrentes das condições de produção estabelecidas, as quais incluem as circunstâncias sociais em que se manifestam os discursos (ORLANDI, 2002).

Tabela 1: Descrição das etapas de aplicação da proposta.

1ª etapa	Leitura dos três capítulos iniciais do livro: Tio Tungstênio, 37 e Exílio.
	Coleta das impressões iniciais da leitura dos capítulos
2ª etapa	Discussão sobre os capítulos iniciais
	Exposição oral sobre a vida e a obra do autor
	1º encontro extraclasse
	Leitura do capítulo <i>Luz Brilhante</i> pelos alunos em grupos
	Elaboração de perguntas escritas pelos alunos em grupos
	Coleta de impressões sobre a atividade
2º encontro extraclasse	Leitura do capítulo <i>O Jardim de Mendeleiev</i> pelos alunos em grupos
	Elaboração de perguntas escritas pelos alunos em grupos
	Coleta de impressões sobre a atividade
	Redação de textos alusivos aos capítulos estudados
3ª etapa	Coleta de impressões sobre a proposta

Resultados e Discussão

Pautamos o nosso trabalho na investigação sobre o funcionamento da leitura de dois TDC – extraídos do livro Tio Tungstênio: Memórias de uma Infância Química (SACKS, 2002) – em atividades realizadas com estudantes de graduação em química. A investigação se deu a partir da análise das questões formuladas durante a aplicação de uma proposta que envolveu a leitura de textos, sob a perspectiva da Análise do Discurso na linha francesa (com relação à tipologia do discurso). Esta nos permitiu observar características dos discursos autoritário, polêmico e lúdico presentes na formulação de cada uma das perguntas.

A partir da análise das questões formuladas pelos alunos procuramos investigar se características do discurso pedagógico podem ser deslocadas pelo funcionamento da leitura de divulgação científica em uma classe do ensino superior de química. O discurso pedagógico (DP), segundo Orlandi (2009), é definido como um discurso autoritário em seu funcionamento, pois se dissimula como transmissor de informações, e faz isso caracterizando essa informação sob a assinatura da cientificidade.

De acordo com Silva e Almeida (2005), o funcionamento do DP constitui uma memória na qual professor e alunos se inscrevem para poder dizer determinadas coisas e não outras, produzir determinados sentidos e não outros e se significam respectivamente enquanto professores e alunos. Para Orlandi (2009, p.31), “o professor é institucional e idealmente aquele que possui o saber e está na escola para ensinar, o aluno é aquele que não sabe e está na escola para aprender”. Desse modo, a autora propõe que para interferir no caráter autoritário do DP é preciso atingir seus efeitos de sentido, torná-lo um discurso polêmico, e isso, da parte do aluno, significaria exercer sua capacidade de discordância, isto é, não aceitar aquilo que o texto sugere, constituir-se ouvinte e construir-se como autor na dinâmica da interlocução.

Para verificar os possíveis efeitos de deslocamentos ocasionados pela leitura dos textos, analisamos tanto as perguntas feitas pelos estudantes nas aulas regulares ministradas na disciplina na qual a proposta foi aplicada, como as perguntas elaboradas durante as atividades com os TDC. Para tanto, categorizamos as perguntas dos alunos segundo o trabalho de Silva (2004), a partir da configuração de diferentes objetos de conhecimento pelos estudantes. A seguir, definimos cada um dos tipos de questões formuladas pelos alunos:

- Matemática: questões que se relacionam direta ou indiretamente com a linguagem matemática;
- Metalinguagem: questões que requisitam a definição de expressões, palavras, conceitos;
- Fenômenos: questões que dizem respeito a fatos do mundo natural, sejam eles observáveis ou derivados de um modelo;
- Processos: questões relacionadas a aspectos da produção do conhecimento científico.

Na discussão dos resultados nos tópicos a seguir, nos valem da tipologia do discurso, proposta por Orlandi (2009), de modo a verificar para qual tipo de discurso cada uma destas categorias tende. É importante lembrar que – assim como mencionado anteriormente e conforme defende Orlandi (2009) – a noção de tipo é necessária como princípio de classificação, mas deve-se tomar o cuidado de não restringir a análise à tipologia e considerar os tipos como uma noção endurecida e estagnada metodologicamente. A autora também acrescenta que não há nunca um discurso puramente lúdico, polêmico ou autoritário, e que no mesmo discurso podem estar presentes os três tipos alternados.

Vale ressaltar que, assim como Silva (2004), entendemos a formulação de questões como uma maneira de constituir sentidos, dessa forma, a análise recai nas próprias questões e não nas suas respostas.

Na apresentação dos dados não atribuímos os nomes dos alunos às suas respectivas perguntas, primeiro porque eles realizaram essa etapa da atividade em grupos, segundo porque nossa análise não pretende seguir os discursos dos estudantes específicos e, portanto, a identificação não se faz necessária.

Nas aulas regulares

Conforme mencionado, fizemos um acompanhamento das aulas ministradas na disciplina na qual a proposta foi aplicada e registramos, em um caderno de campo, as perguntas feitas pelos estudantes no decorrer dessas aulas. Tal acompanhamento foi feito com o intuito de nos inteirarmos de características do cotidiano escolar dos sujeitos da pesquisa e, assim, tecermos considerações a respeito de aspectos do DP presentes em uma classe do ensino superior de química, que o caracterizam como autoritário em seu funcionamento.

Apresentamos a análise das perguntas formuladas oralmente pelos alunos em 16 aulas da disciplina Fundamentos de Química Estrutural que envolveram os assuntos Estrutura Atômica e Tabela Periódica. Verificamos que 57 questões foram formuladas pelos estudantes individualmente durante as aulas regulares e anunciaram três

objetos de conhecimento: fenômenos (22,81%); matemática (21,05%) e metalinguagem (56,14%).

Durante as aulas, em especial aquelas que tratavam do assunto sobre teoria atômica, observamos perguntas que se relacionavam diretamente com a linguagem matemática, como indicadas a seguir.

Se Ze corresponde à carga do núcleo, porque ele está ao quadrado?

Por que o sinal é negativo?

E'' é um produto?

O L não é ao quadrado?

O senhor não poderia dar outro exemplo para ficar mais claro o cálculo da carga formal?

Por que quando eu foco pela fórmula da carga formal não dá a mesma coisa?

Esse sinal negativo que o senhor colocou é só para diferenciar do h1?

A justificativa para tais formulações pode estar no fato de essas aulas terem sido conduzidas pelo professor através da demonstração dos cálculos feitos pelos cientistas envolvidos nos trabalhos relacionados à teoria atômica. Percebemos que as perguntas formuladas indicam características de um discurso autoritário, pois estão diretamente veiculadas a um sentido único: o uso operacional das fórmulas matemáticas – representação frequente em aulas do ensino superior de química. No entanto, a matemática deveria aparecer como parte intrínseca do raciocínio e do trabalho de um cientista, da formulação de suas hipóteses. Entendemos que fórmulas fazem parte da química e se relacionam a atividades que envolvem fazer cálculos, obter resultados numéricos, porém, acreditamos que pensar a fórmula matemática como parte de um trabalho científico é também relevante.

Em quantidade semelhante às questões que envolviam a linguagem matemática, tivemos perguntas que diziam respeito a fenômenos, conforme apresentamos a seguir:

Essa força de repulsão elétron-elétron é o que não deixa o elétron chegar no núcleo?

Qual é a relação entre o experimento anterior e o do modelo orbital?

O número de elétrons vai interferir se vai ter campo magnético ou não?

Isso funciona por causa da geometria da molécula?

Na disposição dos elétrons do flúor, o que ocorre é um rearranjo?

Isso não influencia na atração?

Tem a ver com a blindagem?

Observamos nas perguntas a necessidade dos alunos em visualizar e conceber situações concretas, e indicam suas dificuldades em abstrair e relacionar diferentes fenômenos. Porém, consideramos que os enunciados apresentados tendem a um discurso autoritário, pois envolvem saberes e interesses dos estudantes com relação a um entendimento preciso e exato dos fenômenos explicados em sala de aula, a busca de um único significado e a ocultação de suas condições de produção. Logo, entendemos que tais perguntas também caracterizam os discursos produzidos em salas de aula do ensino superior de química.

A maioria das perguntas formuladas remetia à metalinguagem. A seguir são apresentados alguns exemplos de perguntas desta natureza:

*Seria a mesma coisa de um ímã?
O que seria o corpo negro, é uma partícula?
O que são hidrogenóides?
Mas o que é essa carga formal?
Isso não seria degeneração?
O que seria esse termo de meia-vida?*

De acordo com Orlandi (2009, p.30), a metalinguagem é um dos aspectos que caracteriza o DP como autoritário, pois “fixam-se as definições e excluem-se os fatos”. Ser aluno, para esses estudantes, envolve saber definições, especialmente as que o professor sabe e deve saber. Nas perguntas apresentadas acima, verificamos a requisição de definições rígidas, o que demonstra a busca de um saber legítimo pelos alunos. Essa legitimidade, segundo Orlandi (2009, p.31), está escorada na ideia de que há um desenvolvimento no processo escolar, paralelo ao da maturação do aluno; “enquanto ele for aluno ‘alguém’ resolve por ele” e as imagens que ele faz de si mesmo estão dominadas pela “imagem que ele deve fazer do lugar do professor”, por isso, na falta de definições, ele as reivindica.

Questões relacionadas à categoria processos não foram formuladas durante as aulas observadas. Como definimos anteriormente, perguntas enquadradas nesta categoria indicam uma tendência ao discurso polêmico, pois trazem em sua formulação deslocamentos de sentidos: a visão de ciência não restrita a seus produtos finais. A ausência dessas perguntas reflete uma prática comum em salas de aula, tanto do ensino superior de química como de outros níveis de ensino: formulam-se problemas, de diferentes maneiras, sem se tratar da reflexão dos fatos, nem da história das formulações dos problemas colocados pelos fatos. Segundo Orlandi (2009, p.21), “desconhece-se a história dos conceitos, ou melhor, que os conceitos têm uma história”.

Acreditamos que os discursos produzidos nas aulas regulares, materializados nas perguntas dos alunos, são resultado das condições de produção estabelecidas em sala de aula, ou seja, são reflexo de um contexto em que não houve espaço para a reflexão e o questionamento sobre os fatos. Do mesmo modo, refletem práticas sedimentadas em sala de aula, reflexo de discursos produzidos em outro lugar, presentes na memória discursiva de professor e alunos. Segundo Orlandi (2009), tornar o DP um discurso polêmico não é simples, pois ele apresenta circularidades e sua produção está sedimentada em sala de aula por haver memórias que tendem a reproduzi-lo (ORLANDI, 2009).

Nas atividades com os TDC

Durante a leitura dos TDC os estudantes foram requisitados a elaborar perguntas na forma escrita. A formulação de questões não é uma atividade típica em sala de aula, não faz parte da memória dos alunos, ao formularem questões os alunos são deslocados da sua posição-sujeito, assumem um lugar que comumente pertence ao professor e participam da constituição de diversos objetos de conhecimento.

As questões produzidas pelos estudantes anunciaram mais objetos de conhecimento do que aqueles trabalhados em sala de aula. Além de questões que têm como objeto de conhecimento a metalinguagem, a matemática e os fenômenos, os alunos

elaboraram questões que apresentam o processo de produção do conhecimento científico como tema. Os estudantes formularam 82 perguntas na leitura do capítulo Luz Brilhante e 100 perguntas na leitura do capítulo O Jardim de Mendeleiev. A Tabela 2 mostra as frequências das questões, para cada categoria, em porcentagens relativas ao número total de questões formuladas pelos alunos em cada atividade.

Tabela 2: Tipos de questões formuladas pelos estudantes na leitura dos TDC.

TEXTOS	FENÔMENOS	MATEMÁTICA	METALINGUAGEM	PROCESSOS
<i>O Jardim de Mendeleiev</i>	14,00%	1,00%	34,00%	51,00%
<i>Luz Brilhante</i>	46,34%	3,66%	30,49%	19,51%
Total	28,57%	2,20%	32,42%	36,81%

A Tabela 2 evidencia que, em relação a estas categorias, os textos funcionaram de diferentes maneiras, sendo algumas categorias mais presentes em um texto do que no outro. Nos tópicos a seguir apresentaremos com mais detalhes as condições de produção dessas questões.

Matemática

Esta categoria diz respeito às questões elaboradas pelos alunos que se referem à linguagem matemática. Como foi mostrado na Tabela 1, durante a leitura com os textos quase não ocorreram perguntas formuladas nessa categoria, somente três perguntas (3,66%) para a leitura do capítulo Luz Brilhante e uma pergunta (1,00%) para a leitura do capítulo O Jardim de Mendeleiev. As perguntas a seguir foram formuladas durante a leitura do capítulo Luz Brilhante:

Por que quando Moseley realizou o seu experimento de bombardear os elementos químicos com raios catódicos a fim de que eles emitissem raios X característicos ele anotou o resultado em um gráfico e, no entanto, marcou os pontos de modo inverso?

Como Moseley relacionou a raiz quadrada da frequência com o número atômico?

Quem foi Balmer? E sua fórmula qual é?

É possível observar nas perguntas citadas anteriormente que a matemática aparece como um aspecto fundamental do trabalho de Moseley para chegar à descoberta sobre a carga nuclear. O mesmo acontece na interrogativa sobre Balmer, na qual os alunos primeiramente perguntaram de quem se tratava para depois saberem qual a lei matemática a ele associada. Na pergunta elaborada durante a leitura do capítulo O Jardim de Mendeleiev, observamos uma curiosidade demonstrada pelos alunos com relação aos cálculos matemáticos que envolveram a determinação dos pesos dos elementos e como estes resultados implicavam na previsão de características de elementos ainda desconhecidos por Mendeleiev:

Através de quais cálculos era possível prever pesos e características dos elementos desconhecidos?

Os resultados apresentados indicam a influência das condições de produção para a construção dos sentidos. Para esta categoria indicam uma grande distinção em relação

às aulas regulares, tanto na quantidade de perguntas elaboradas, como nos sentidos produzidos na formulação de tais perguntas. Através da leitura dos textos percebemos que o foco dos alunos foi direcionado para outros objetos de conhecimento, não ligados à linguagem matemática. E, quando essa linguagem foi utilizada, percebemos deslocamentos de sentidos nos enunciados dos alunos, uma vez que indicam a matemática por eles visualizada como parte do trabalho científico, não reduzida a seu uso operacional. Consideramos que as perguntas apresentadas trazem traços de polissemia em sua formulação e, portanto, tendem a um discurso polêmico, pois tratavam as fórmulas matemáticas como partes não exclusivas de um modo de pensar, resultados de um trabalho que envolve uma série de outros aspectos.

Fenômenos

Como indica a Tabela 1, o texto que mais influenciou a formulação de questões que dizem respeito a fenômenos foi o capítulo Luz Brilhante (46,34%). Tal fato pode ser justificado por diversas razões, decorrentes principalmente das condições de produção estabelecidas e da memória discursiva dos estudantes, as quais têm implicação direta na produção dos sentidos. Inicialmente é preciso notar que, embora os estudantes já tivessem lido alguns capítulos iniciais do livro em pauta, a atividade de leitura com o capítulo Luz Brilhante aconteceu no primeiro encontro extraclasse, em que foram solicitadas as primeiras produções escritas dos alunos – a elaboração de perguntas. Desse modo, os alunos destacaram do texto aquilo que imaginavam que lhes seria cobrado posteriormente: as explicações sobre os fenômenos. É importante lembrar que, como dito anteriormente, os assuntos tratados nos capítulos estavam relacionados com os conteúdos abordados em sala de aula, logo, entender esses fenômenos, na memória discursiva dos alunos, provavelmente significa conseguir explicá-los em uma avaliação. Ademais, o professor responsável pela disciplina optou por usar as produções dos alunos durante as atividades como critério de avaliação, sendo este fato explicitado antes do início da aplicação da proposta. Portanto, sugerimos que essa atitude dos estudantes reflete práticas inerentes às suas posições de sujeito (sua posição empírica, de aluno) e, portanto, foram observados discursos para o professor, que remetem à questão da avaliação.

Outro fato importante diz respeito às condições de produção estabelecidas. Como mencionado no tópico Metodologia, na atividade com o capítulo Luz Brilhante os alunos realizaram a leitura uma única vez, em sala de aula e por um período determinado. O que talvez os tenha impedido de realizar uma leitura mais aprofundada do texto e, dessa forma, produzir outros sentidos que não aqueles mais comuns em sala de aula. Em contrapartida, na atividade com o capítulo O Jardim de Mendeleiev houve uma leitura prévia, conforme solicitado pelos próprios alunos, dando-lhes oportunidade de fazerem uma leitura mais cuidadosa sobre o capítulo. A última justificativa para os resultados está na natureza dos textos trabalhados. No capítulo Luz Brilhante são descritos os modelos utilizados por cientistas em seus estudos sobre o átomo, desde o modelo de Thomson até o átomo de Rutherford. O que também pode explicar a maior ocorrência de perguntas elaboradas pelos alunos relacionadas a fenômenos, especialmente aqueles derivados dos modelos apresentados no texto.

As perguntas formuladas para esta categoria envolveram requisições de explicações sobre fenômenos com diferentes objetivos, fosse para um melhor entendimento sobre o conteúdo, ou fosse para compreenderem informações que, de algum modo, lhes chamaram a atenção durante a leitura dos textos. Questões que suscitaram saberes e interesses do cotidiano também foram formuladas.

Inicialmente destacamos as perguntas formuladas pelos alunos que requisitavam restritamente a explicação de fenômenos apresentados no texto, com o intuito de alcançarem um melhor entendimento com relação ao conteúdo, conforme ilustram os exemplos a seguir:

De que maneira a "energia de ligação" influi na densidade de um metal?

Como relacionar as cores e as suscetibilidades magnéticas à camada incompleta?

Como funciona a condutividade?

Por que o mercúrio perto do zero absoluto, ao invés de se tornar um isolante, torna-se um supercondutor?

Como o "quantum" é emitido pelo elétron?

Porque os metais produzem faíscas quando são raspados?

Por que a reação de HCl, quando exposta à luz branca torna-se explosiva?

As perguntas apresentadas indicam características de um discurso autoritário, pois percebemos a permanência de um sentido único, ainda que nas diferentes formas e uma reversibilidade estancada. Ou seja, as perguntas dos alunos envolviam solicitações de explicações mais fechadas com relação aos fenômenos, de modo que tivessem um modelo justificado, válido, para que pudessem reproduzi-los com segurança. Notamos também, na formulação desses questionamentos, uma ausência de preocupação com relação às condições de produção desses acontecimentos, caracterizando mais uma vez esses discursos como autoritários. De fato, segundo Orlandi (2009), é isso que frequentemente acontece no ambiente escolar: o DP, ao se pretender científico, busca igualar-se a um discurso produzido em outro lugar, de onde transfere legitimidade, pois coloca as definições em primeiro plano e os fatos em segundo, como se houvesse uma só forma de dizer sobre o mundo.

É importante destacar também que em algumas das perguntas mostradas anteriormente observamos características ainda mais favoráveis à instauração de um discurso autoritário. Isso acontece porque essas questões apresentam suas respectivas respostas de maneira explícita no texto e não sugerem nenhum indício de deslocamento de sentidos por parte dos alunos, pois se produziram na completude do texto, ele as coloca e as responde, sendo a referência exclusivamente determinada pelo locutor: a verdade é imposta e já se encontra no próprio texto.

No entanto, outros tipos de questões referiam-se a informações que os alunos solicitavam sobre algo que lhes chamou atenção no momento da leitura, como os exemplos indicados a seguir:

O que permite a enorme incandescência do sol?

Se a emissão de luz do Sol provem da fusão do elemento Hidrogênio e Hélio, principalmente, e essa fusão depende de um calor mínimo; da onde vem este calor para promover esta reação?

*Como se sabe a temperatura do Sol por meio da sua radiação?
Como o Sol, sendo do tamanho que é, consegue se comportar como
uma máquina nuclear? Como é capaz de tal organização?*

Questões como estas fornecem indícios de um interesse por parte dos alunos orientado para o fantástico, baseados nas informações apresentadas no texto, em que o autor se refere ao funcionamento do Sol e às reações que ocorrem em seu interior. Observamos também questões formuladas pelos alunos que indicavam uma preocupação com relação à compreensão de fatos apresentados no texto que se revelaram curiosos e desconhecidos, conforme mostramos a seguir:

*Por que o fósforo deve ser mantido em água?
Por que o magnésio não precisa de banho protetor de nafta?
Por que reações emitem cores diferentes? Qual é o fator capaz de dar
tal caracterização?*

É possível perceber nas perguntas a presença de mais significados que aqueles observados nos primeiros exemplos apresentados, nos quais os alunos demonstraram expectativas que vão além de explicações precisas e exatas sobre os fenômenos, mas também uma necessidade de visualizar as situações apresentadas no texto de maneira concreta e entender as suas condições de produção. Logo, consideramos que esses questionamentos representam uma introdução à polissemia, com características favoráveis à colocação de um discurso polêmico, havendo a recuperação do objeto da reflexão, isto é, dos fatos, dos acontecimentos que, de acordo com Orlandi (2009, p.34), “são encobertos pela fixidez do discurso autoritário”.

Como último exemplo para esta categoria, temos as perguntas elaboradas em que os alunos relacionavam os fenômenos com aspectos do seu cotidiano:

*A lâmpada comum, utilizada em casa, também está relacionada com
os níveis de energia de Planck e de que maneira?
Certos elementos não podem ser expostos na sua forma natural, pois
podem causar certos malefícios, reagindo com outros elementos,
como eles são encontrados na natureza sem que causem esses
malefícios?*

Estas questões configuram um deslocamento de sentidos mais acentuado que nos outros exemplos apresentados, pois a leitura dos TDC proporcionou aos alunos situarem os conhecimentos científicos apresentados de forma mais abrangente. De acordo com Orlandi (2009), no DP as informações aparecem como dadas, predeterminadas e, portanto, não sobra espaço para que se situe a articulação existente entre o discurso e o seu contexto mais amplo. Ao formularem esse tipo de questão os alunos romperam com o autoritarismo do DP, pois explicitaram o jogo dos efeitos de sentido em relação às informações colocadas nos textos dentro de seu contexto histórico-social.

Metalinguagem

Nesta categoria são incluídas questões que dizem respeito ao significado de palavras, expressões, definições de conceitos científicos, enunciados de leis. É possível observar, através da Tabela 1, que a formulação de perguntas de tal natureza foi frequente para

os dois textos. De acordo com Silva (2004), o trabalho com a metalinguagem faz parte da memória de um DP, da vivência escolar dos estudantes.

Os TDC funcionaram de diferentes maneiras na formulação de questões que remetem à metalinguagem. Perguntas que suscitavam a definição de palavras ou termos – de ordem genérica ou relacionados a conteúdos científicos – foram elaboradas em abundância pelos estudantes. Alguns exemplos de perguntas desse tipo estão apresentados a seguir:

- O que é chamado terras-raras?*
- O que é um espintariscópio?*
- O que são os álcalis?*
- O que é 'aufbau'?*
- O que quer dizer ad hoc?*
- O que é isqueiro Ronson e como funciona?*
- O que significa iridescente?*
- O que são nacas?*

Questões como estas caracterizam o DP como autoritário, nas quais observamos uma polissemia contida, não há questão sobre o objeto do discurso, apresenta-se um só caminho. Segundo Orlandi (2009), coloca-se o sentido único, dado e legitimado pela escola, que é a definição. É possível, também, que alguns dos termos não sejam completamente estranhos aos alunos, mas o ambiente escolar se constitui no lugar em que eles vêem a possibilidade de confirmar ou substituir esse conhecimento por um que eles julguem mais certo, e isso é garantido pela definição.

Ainda que as condições de produção sejam outras, ou seja, em um contexto distinto das aulas regulares da disciplina (leitura realizada em período extraclasse e em grupos), questões que remetem à metalinguagem foram observadas. Recorremos mais uma vez ao conceito de interdiscurso da AD (memória discursiva) para justificar este fato. O interdiscurso compõe o conjunto de todos os sentidos já ditos por alguém, em algum lugar, em outros momentos e que determinam o que dizemos (PÊCHEUX, 1995). Ou seja, os discursos são fortemente marcados pela ideologia. Sugerimos que por força da ideologia, pela posição de sujeito historicamente assumida pelos alunos, produções de sentidos que tendem para a paráfrase também foram observadas. No entanto, devemos lembrar que é na relação entre a paráfrase e a polissemia que sujeitos e sentidos se constituem (ORLANDI, 2009).

Também foram encontradas questões formuladas pelos alunos que solicitavam explicações mais detalhadas a respeito de informações científicas contidas nos textos:

- Explique sobre a regra de Hund e o Princípio de Construção (aufbau)?*
- Quais eram as propriedades químicas e físicas dos "terras-raras" que dificultavam sua distinção?*
- O urânio decai por radiação para chumbo. Qual a ordem do decaimento radioativo dos elementos?*
- O que seria a série numérica fundamental que baseia a tabela periódica (2, 8, 8, 18, 18, 32)?*

As questões expostas acima também indicam características do funcionamento de um discurso autoritário, pois percebemos em sua formulação a expectativa dos estudantes em obter respostas exatas, definições precisas e sintéticas. De acordo com Orlandi

(2009, p.19), essas formulações apresentam suas razões “em torno do referente reduzidas ao ‘é porque é’”. Isto é, definições rígidas e encadeamentos automatizados que levam a conclusões exclusivas e dirigidas.

No entanto, observamos a ocorrência de perguntas nas quais a metalinguagem se encontrava em segundo plano. Na pergunta “Qual é a importância dos elementos artificiais?” está representado um deslizamento de sentidos, da mera definição para o conhecimento sobre a importância desses elementos, para as implicações de sua descoberta. Isso também pode ser notado na pergunta “Por que existem exceções e anomalias na tabela periódica?”, a qual indica que a leitura proporcionou aos alunos uma visão de ciência com imperfeições, inacabada, diferente daquela visão de ciência pronta e sem falhas, como comumente circula na escola. Nesses exemplos notamos indícios de polissemia, pois o objeto do discurso não mais está encoberto pela metalinguagem e, portanto, não levam a um único significado.

Processos

Como já definido, esta categoria inclui questões que dizem respeito a quaisquer aspectos relacionados com a produção do conhecimento científico: formulação de hipóteses, trabalho e vida de um cientista e contexto sócio-cultural da época.

É possível notar através da Tabela 1 que o capítulo que mais engendrou a formulação de perguntas nesta categoria foi o capítulo O Jardim de Mendeleiev. Como citado anteriormente, consideramos que tal diferença pode ser justificada pela atividade com o capítulo Luz Brilhante se tratar da primeira leitura realizada durante o semestre em que houve solicitação de produções escritas (elaboração de perguntas). Portanto, acreditamos que as expectativas dos estudantes ainda se concentravam nas definições, na metalinguagem que caracteriza o DP. Um aspecto que já mencionamos na categoria fenômenos e consideramos também preponderante para a ocorrência dos resultados foi a leitura prévia, sugerida aos alunos para a atividade com o capítulo O Jardim de Mendeleiev, que possivelmente proporcionou uma leitura mais aprofundada do texto.

Os resultados também podem ser justificados pela natureza do referido capítulo, no qual – assim como no capítulo Luz Brilhante – são apresentadas descrições sobre modelos e teorias. No entanto, apesar de outros cientistas serem mencionados, há um destaque para um único cientista, Mendeleiev, assim como para sua trajetória ao elaborar a tabela periódica dos elementos químicos. Assim, a leitura do capítulo pode ter impulsionado a formulação de perguntas mais diretamente relacionadas à produção do conhecimento científico.

No processo de aplicação da proposta, perguntas dessa natureza não ocorreram durante as aulas regulares, somente na mediação dos TDC que, embora conduzam a esse tipo de reflexão por trazerem aspectos que abordam a produção da ciência, indicam sentidos que não são comuns no DP, introduzindo a polissemia. Na literatura encontramos trabalhos que corroboram os resultados encontrados, os quais apontam as contribuições de TDC, assim como de textos de diferentes gêneros (textos históricos, artigos científicos originais de pesquisa), para a introdução da polissemia em sala de aula e abordagem de aspectos processuais da ciência (SANTOS; QUEIROZ, 2007; BALDINATO; PORTO, 2008; QUADROS et al., 2011).

Observamos que os textos contribuíram de diferentes modos para configurar distintos aspectos sobre os processos de produção do conhecimento científico. A maioria das questões requeria conhecimentos mais aprofundados sobre como se dão as pesquisas científicas, as formas de coleta de dados, os processos de medida e a obtenção de informações:

*Como era determinado o peso atômico?
Como é feita uma cristalização fracionada?
Qual o processo para isolar uma substância e então obter o elemento (exceto das terras-raras)?
Como se obtém a massa molar de elementos não voláteis?
De que forma o composto UF₆ foi usado na guerra para separar os isótopos do urânio? Qual o procedimento?
Como os elementos das terras-raras foram separados com ajuda da espectroscopia e a cristalização fracionada?
Considerando as limitações científicas da época, como os cientistas determinavam os pesos atômicos dos elementos?*

Em outras perguntas os alunos demonstraram interesse em saber mais informações sobre cientistas e outros personagens mencionados nos textos que, até o momento da leitura, lhes eram desconhecidos:

*Quem foi Humpry Davy? Qual a importância dele na Química?
Quem foi Dana? E Cannizzaro?
Quem foram Fagin e Svengali?
Qual a história de Jacó?
Quem foi Lecoq?*

Algumas questões elaboradas pelos alunos traziam em sua formulação relações entre ações, pensamentos e atitudes com os respectivos nomes dos sujeitos, individualizados pelo discurso:

*No que Mendeleiev se baseou para afirmar que os pesos atômicos de determinados elementos estavam errados?
No que Mendeleiev se apoiava para afirmar que sua tabela estava correta derrubando antigas afirmações?
Como Cannizzaro obteve confiáveis pesos atômicos?
Mendeleiev mudou pesos atômicos porque estes não se enquadravam. Como foi possível e quais os critérios utilizados para tal?
Mendeleiev sabia de quase praticamente todas as características dos elementos que faltavam da tabela. Qual o processo de descoberta dos mesmos?
Mendeleiev se baseou em quantas e quais propriedades para elaborar a tabela periódica?
Todos os elementos seguiam à risca a regra do octeto, na qual os átomos ficariam estáveis com oito elétrons na última camada. Por que os elementos de transição não obedeciam tal regra e o que Bohr fez para resolver este problema?
Como Bohr chegou à conclusão de que os elétrons mais próximos do núcleo(mais energético) permaneciam orbitando o núcleo sem emitir ou perder energia?
Qual foi o experimento de Moseley, seus resultados, conclusões. E de como chegou à tabela periódica?*

De acordo com Silva (2004), a vida dos cientistas e o contexto em que eles vivem e produzem seu trabalho configuram-se como objetos de conhecimento num movimento discursivo em que os sujeitos são nomeados e representados como pessoas reais.

Questionamentos que dizem respeito a um contexto cultural mais amplo da produção da ciência foram elaborados com frequência pelos alunos. Estas questões se configuram numa abordagem externalista da ciência, destacam detalhes sobre a vida, o cotidiano dos cientistas e suas relações em geral com as pessoas de sua época. A seguir, estão listados alguns aspectos da produção do conhecimento científico configurados nas perguntas dos alunos que trazem esse objeto de conhecimento em sua formulação:

- A importância das descobertas científicas e de seus descobridores;

Quais são as importâncias da descoberta do urânio na construção da tabela periódica?

De que forma Lavoisier, Prout e Dalton contribuíram para a elucidação da tabela periódica?

- A existência de um processo complexo na escolha, aceitação ou rejeição de ideias e teorias, e os diversos fatores envolvidos;

A tabela periódica foi aceita por todos os cientistas?

A tabela periódica criada por Mendeleiev foi aceita no mesmo ano de sua criação?

Qual o tempo demandado desde a idéia inicial de Mendeleiev até a sua aceitação perante a comunidade científica, posto descrédito desta aos conceitos inovadores?

Moseley não foi questionado sobre a carga nuclear?

- O fato de que as teorias científicas nunca estão completamente concluídas;

Houve muitas modificações na tabela periódica depois de Mendeleiev?

- Curiosidades sobre a comunidade científica e os acontecimentos científicos da época.

Por que houve a conferência de Karlsruhe?

Quais foram os assuntos discutidos na conferência Karlsruhe?

A elaboração de Mendeleiev decorreu das estipulações firmadas a partir da Conferência mencionada no texto ou sofreu apenas algumas modificações após esta?

É também nesta categoria que encontramos perguntas elaboradas que apresentam os deslocamentos de sentidos mais acentuados pelos alunos, pois dizem respeito a questões que põem em dúvida a veracidade de algumas informações contidas nos textos, como podemos perceber pelas expressões: “é verdade que...?”, “como ter certeza que...?” e “é possível...?”

Em laboratório é possível transformar um elemento não-metálico em metálico?

É verdade que tudo pode ser metalizado com altíssimas pressões?

Como ter certeza de que existem apenas 92 elementos?

Nestas questões observamos indícios mais fortes de ocorrência da polissemia, tendendo ao discurso polêmico, no qual observamos a reversibilidade sob algumas condições, a procura pela simetria e a disputa da verdade pelos interlocutores. Entendemos que o exercício do questionamento faz parte de um processo de reflexão, pois questionar um texto é trabalhar sua incompletude. Orlandi (2009) sugere que se deve questionar os implícitos, os locutores, o conteúdo, a finalidade, o sentido dado ao ensino no DP, ou seja, questionar as condições de produção desses discursos.

Considerações Finais

O acompanhamento da aplicação da proposta e a análise do material produzido pelos alunos – subsidiada pelo referencial teórico da Análise de Discurso de linha francesa – nos permitem tecer algumas considerações sobre os resultados dela provenientes.

A noção de tipologia do discurso, divulgada por Orlandi (2009), permitiu a identificação, nas questões formuladas pelos alunos, de deslocamentos do discurso pedagógico – marcado pela paráfrase, portanto, predominantemente autoritário – para um discurso polêmico. Essa tendência à polissemia foi observada nas questões elaboradas nas atividades de leitura dos TDC, materializadas em perguntas que remetiam a aspectos do processo de construção da ciência, às relações entre os conceitos e o cotidiano dos estudantes e à busca de razões para os fatos, assim como a reflexão sobre eles. Consideramos também que as condições de produção estabelecidas foram preponderantes para a produção dos discursos observados, assim como a memória discursiva dos sujeitos, as quais influenciam fortemente as posições que ocupam e as interações estabelecidas entre eles.

É também digna de nota a formulação de perguntas cujas respostas não se encontravam diretamente no texto, as quais também configuram rupturas com um discurso pedagógico autoritário, em que há a busca de respostas prontas, seja por meio da fala do professor ou no livro didático. Tais perguntas configuraram a grande maioria daquelas elaboradas nas atividades com os TDC, cerca de 75% do total. Indícios significativos de tendência à polissemia também foram observados em perguntas nas quais os alunos questionavam informações do texto, constituindo um movimento de ruptura e tendendo a um discurso polêmico.

Consideramos tal aspecto positivo, pois indica um progresso com relação à capacidade crítica dos alunos, qualidade importante que deve ser estimulada no ensino superior de química. Do mesmo modo, essas transições deram lugar à polissemia e permitiram a reversibilidade e a disputa pela verdade, a ponto de tornar relevante a multiplicidade de sentidos e, conseqüentemente, a voz dos estudantes, rompendo a exclusividade do professor e do material didático como agentes locutores.

Dessa forma, a leitura de textos aparece como espaço de significação, no qual, a partir da análise, observamos a criação de situações que privilegiaram e valorizaram a relação dos estudantes com o texto. Na perspectiva deste manuscrito, não podemos considerar o texto o único elemento no processo de produção de sentidos, pois esse processo depende também do contexto imediato da leitura e do contexto sócio-cultural. O texto funcionou num ambiente que valorizou o trabalho dos sujeitos nos processos de leitura, propiciando espaço para diversas interpretações. Ou seja, o texto

não estava ali para ter reproduzido seu dizer, mas para propiciar que outros dizeres o significassem para além do que estava dito. Para Orlandi (2000), saber ler é saber o que o texto diz e o que ele não diz, mas o constitui significativamente.

Assim, os indícios de polissemia encontrados nas perguntas formuladas pelos estudantes apontam o TDC como mediador para a colocação de posicionamentos incomuns em aulas do ensino superior de química.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro, ao Professor Hidetake Imasato e aos alunos participantes da pesquisa.

Referências

- BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Michael Faraday e A história química de uma vela. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 16-23, 2008.
- FARIA, R. B. Tio Tungstênio: memórias de uma infância química. Carta ao editor. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 625, 2003.
- GAMA, L. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Condições de produção numa leitura de divulgação científica. **Revista Espiral**, 2006.
- GOLDBACH, T.; EL-HANI, C.; MARTINS, R. C. Idéias sobre genes em revistas de divulgação científica e em glossários virtuais. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. CD-ROM.
- GREGOLIN, M.R.V. **Análise do Discurso**: os sentidos e suas movências. In: GREGOLIN, M. R.; CRUVINEL, M. F.; KHALIL, M. G. (Org.) **Análise do discurso**: entornos do sentido. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2001. p. 9-34.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universidade de São Paulo, 1986. 99 p.
- MALDIDIER, D. **A inquietação do discurso**: re-ler Michel Pêcheux hoje. Campinas: Pontes Editores, 2003. 110 p.
- MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001. CD-ROM.
- MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G.; ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, p. 95-111, 2004.
- NASCIMENTO, T. G. Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 1-18, 2005.

ORLANDI, E. P. **A linguagem e seu funcionamento**: as formas do discurso. Campinas: Pontes, 2009. 276 p.

_____. **Discurso e leitura**. São Paulo: Cortez, 2000. 118 p.

_____. **Análise do discurso**: princípios e procedimentos. Campinas: Pontes, 2002. 100p.

PÊCHEUX, M. **Semântica e discurso**: uma crítica à afirmação do óbvio. Campinas: Unicamp, 1995. 317 p.

_____. Análise automática do discurso (AAD-69). In: GADET, F.; HAK, F. (Org) **Por uma análise automática do discurso**: uma introdução à obra de Michel Pêcheux. Campinas: Pontes, 1997. p. 61-162.

QUADROS, A. L.; SILVA, D. C.; SILVA, F. C. Formulação de questões a partir da leitura de um texto: desempenho dos estudantes de licenciatura em química da modalidade a distância. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 43-56, 2011.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. CD-ROM.

RODRIGUES, E. **Língua e corporalidade: discurso, corpo e a construção de sentidos no mundo social**. In: GREGOLIN, M. R.; CRUVINEL, M. F.; KHALIL, M. G. (Org) **Análise do discurso**: entornos do sentido. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2001. p. 273-282.

SACKS, O. **Tio Tungstênio**: memórias de uma infância química. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. 334 p.

SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 193-209, 2007.

SCHWARTZ, A. T. Uncle Tungsten: memories of a chemical boyhood. Book e media reviews. **Journal of Chemical Education**, v. 79, n. 3, p. 312, 2002.

SILVA, H. C. **Discursos e leituras da física na escola**: uma abordagem introdutória da síntese newtoniana para o ensino médio. Brasília: Universa, 2004.

SILVA, H. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 155-179, 2005.

STRACK, R. LOGUERCIO. R. C.; DEL PINO, J. C. Linguagem e interpretações de professores universitários sobre literatura de divulgação científica. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. CD-ROM.

TERRAZZAN, E. A.; GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. CD-ROM.

Submetido em janeiro de 2010, aceito em julho de 2012.