

DENSIDADE SEMÂNTICA DO DISCURSO DE UM PROFESSOR AO ABORDAR O TEMA FERTILIZANTES EM AULAS DE QUÍMICA

SEMANTIC DENSITY OF THE DISCOURSE OF A TEACHER WHEN ADDRESSING THE TOPIC OF FERTILIZERS IN CHEMISTRY CLASSES

Leandro Oliveira¹

Penha Souza Silva²

Matheus Augusto Campelo Felix³

Laila Thayanne Gomes de Almeida⁴

Resumo: Este artigo analisa interações discursivas em aulas temáticas de Química focando na Dimensão Semântica do conhecimento químico. Para isto, realizamos uma análise de um recorte de uma aula de um professor de Química do Ensino Médio que discutia com os estudantes a presença de nitrogênio em fertilizantes do solo durante o ensino de Eletroquímica a partir da discussão do ciclo do nitrogênio. Para isso, adaptamos um modelo analítico sobre a dimensão epistêmica do conhecimento químico e a usamos para analisar a densidade semântica do conhecimento produzido no discurso de sala de aula, focando no discurso do professor. Os resultados revelaram diferentes variações no perfil semântico do discurso do professor, intrinsecamente influenciadas pelo discurso dos estudantes que participavam ativamente da aula. Discutimos como a Dimensão Semântica ajuda a compreender aspectos da construção de conhecimentos em salas de aula de Química e como estudantes influenciam nessa construção.

Palavras-chave: Perfis Semânticos; Densidade Semântica; Educação em Química; Ciclo do Nitrogênio.

Abstract:

This article analyzes discursive interactions in thematic Chemistry classes focusing on the Semantic Dimension of chemical knowledge. For this purpose, we conducted an analysis of an excerpt from a high school Chemistry teacher's class discussing with students the presence of nitrogen in soil fertilizers during the teaching of Electrochemistry based on the discussion of the nitrogen cycle. To achieve this, we adapted an analytical model on the epistemic dimension of chemical knowledge and used it to analyze the semantic density of knowledge produced in classroom discourse, focusing on the teacher's discourse. The results revealed different variations in the semantic profile of the teacher's discourse, intrinsically influenced by the discourse of students who actively participated in the class. We discuss how the Semantic Dimension

¹ Licenciado em Química, Mestre e Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Doutor do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. E-mail: leandroo@unicamp.br.

² Licenciada e Bacharel em Química, Especialista Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora da Faculdade de Educação da UFMG, Brasil. E-mail: penhadss@gmail.com.

³ Licenciado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor de Química da Educação Básica de Minas Gerais. matheuscampelo1@yahoo.com.br.

⁴ Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora de Química da Educação Básica de Minas Gerais. lailatgalmeida@hotmail.com.

helps to understand aspects of knowledge construction in Chemistry classrooms and how students influence this construction.

Keywords: Semantic Profiles; Semantic Density; Chemistry Education; Nitrogen Cycle.

1 Introdução

O envolvimento de estudantes em situações de ensino de Ciências que sejam socialmente relevantes é uma demanda curricular atual almejada nos currículos de Educação em Ciências comprometidos com a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem (Bricker; Reeve; Bell, 2014; Conrado; Nunes-Neto, 2018). Promover esse envolvimento é uma das formas de valorização dos contextos científicos educacionais e da participação ativa de estudantes no sentido da construção coletiva de conhecimentos, algo que, para Paderna, Yangco e Ferido (2019), ainda é um desafio no campo. Isto porque, para estes autores, ainda perdura no ensino de Ciências práticas de ensino tradicionais nas quais os professores geralmente dominam o discurso e os estudantes se posicionam como agentes passivos dos processos comunicativos.

Há mais de duas décadas, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) investigaram aspectos do ensino de Química e como o conhecimento químico era abordado nas aulas. Para os autores, o discurso de sala de aula se caracteriza predominantemente como integrado pelo discurso científico e o discurso cotidiano e que isto é necessário para que o quê se ensina faça sentido para os estudantes. Nesse sentido, se faz necessário o uso de metodologias de ensino que visem à contextualização e à interdisciplinaridade.

Um constructo teórico que auxilia na compreensão desses discursos é a Teoria de Códigos de Legitimação⁵ - TCL - proposta por Maton (2013). Estruturada sob o conceito de *habitus* (Bourdieu, 1993) e dos códigos de Bernstein (2000), a TCL se pauta na valorização da natureza das relações sociais e se delimita em estruturas de produção do conhecimento que o torna poderoso⁶. Assim, Maton (2015, p. 310) apresenta diferentes dimensões do conhecimento⁷, definindo-os como “grupos de conceitos relacionados que exploram um conjunto de princípios organizadores da prática”.

⁵ Legitimação é um termo usado por Maton (2013; 2015) para referenciar o meio pelo qual os princípios organizacionais são criados, mantidos, transformados e alterados.

⁶ Maton (2013) define conhecimento poderoso como um conjunto de diferentes estruturas de conhecimentos que se configuram como “mensagens” carregadas de diferentes significados. Na visão de Maton e Chen (2017) tal conhecimento é resultado de disposições dos atores em contextos específicos e das relações entre os diferentes significados que emergem dessas disposições.

⁷ Maton caracteriza as dimensões do conhecimento - Especialização, Semântica, Autonomia e Temporalidade – que possuem seus próprios códigos e conceitos, utilizados para analisar o conhecimento.

Em especial, neste artigo focamos na Dimensão Semântica do conhecimento científico, um objeto de estudo relativamente recente no campo educacional (Blackie, 2014; Maton; Chen, 2017; Santos; Mortimer, 2019), mas potencialmente promissor. Com ela, é possível identificar e caracterizar aspectos semânticos do conhecimento científico que é produzido e/ou circula em sala de aula. Por isso, estudos sobre esta Dimensão pode ajudar a diminuir uma lacuna da área que diz respeito à incipiência em termos de compreensões sobre como o conhecimento científico se constrói em espaços de interação nas aulas de Ciências (Franco; Munford, 2018; Paderna; Yangco; Ferido, 2019; Santos; Mortimer, 2019).

Buscando contribuir para isso, apresentamos neste artigo uma análise do discurso de um professor de Química do Ensino Médio, em interação com estudantes focando na Dimensão Semântica do conhecimento. Para isto, utilizamos um modelo de análise apresentado por Santos e Mortimer (2019), derivado das contribuições da TCL (Maton, 2013), que categoriza níveis de densidade semântica do conhecimento químico. Para tornar a ferramenta de Santos e Mortimer mais coerente com nossos dados, foi necessário adaptá-la, o que resultou em uma ampliação de categorias de densidade semântica para o conhecimento químico, contribuindo assim para respondermos às seguintes questões de pesquisa: (i) Como um professor de Química conduziu o discurso ao discutir a temática fertilização do solo, e conceitos químicos relacionados, com uma turma de estudantes do Ensino Médio?; e (ii) Como se caracterizou esse discurso do professor em termos de densidade semântica do conhecimento químico no processo comunicativo?

2 Referencial Teórico

Luckesi e Passos (1996) definem o conhecimento como constituído em uma base da realidade para a explicação/elucidação de algo que está oculto ou que, sobre ele, ainda não há compreensão. Segundo esses autores, nas Ciências, o conhecimento é entendido como algo mais complexo porque algo só pode ser “conhecido” depois que é compreendido em seu modo de ser/existir. Assim, a aquisição de conhecimentos científicos não deve ser reduzida à obtenção de informações ou à compreensão da realidade de forma segmentada, mas se fundamentar na busca por informações, seus usos, compreensões e utilização delas para descobrir o novo, reinterpretar, avançar e inovar.

Sobre o conhecimento produzido em contextos educacionais, Maton (2013) afirma que ainda há um predomínio de práticas que se pautam na abordagem desses

conhecimentos de forma segmentada. Nesse caso, o conhecimento está fortemente dependente de um contexto específico e, por isso, quase sempre apresenta significância apenas dentro dele. Para o autor, é preciso transitar dessa forma de conhecimento ao conhecimento cumulativo, cujas bases epistêmicas deste são relativamente mais independentes de contextos específicos (ou seja, são mais generalizáveis) e que estabelecem interrelações entre conteúdos, conceitos, áreas de conhecimento etc.

Discutindo a produção de conhecimento cumulativo, Maton (2013) sugere uma primeira classificação do conhecimento que depende de características que variam relativamente do abstrato ao concreto e/ou do nível de dependência do conhecimento ao contexto. Para o autor, mesmo ainda possuindo um caráter dicotômico, saber construir discursos nos quais haja transição entre esses elementos pode ajudar a romper com a segmentação teórica. Ao discutir a formação de conceitos em uma perspectiva sociocultural, Vigotski (2010) também considera essa questão de abstrato/concreto. Para ele, um conceito espontâneo se desenvolve na concretude, em contraponto à abstração, e o conceito científico se desenvolve da abstração à concretude, se empacotando, à medida que são considerados em um mesmo contexto. Isto resulta em um processo mental de reorganização dos conceitos pelos sujeitos, que podem atribuir a eles outros sentidos.

Por ser uma teoria que se constitui por vários códigos (Bernstein, 1999), a TCL leva em conta que eles podem se configurar associados de diversas maneiras, resultando em amplas possibilidades de aplicação (Maton, 2013). Diante dessa versatilidade, consideramos que a TCL é uma ferramenta promissora para a análise de práticas científicas escolares, nas quais diferentes formas de conhecimento são ensinadas, aprendidas e produzidas (Clarence, 2017). Por isso, Clarence (2017) sugere que obter mecanismos de compreensão sobre como o conhecimento se constrói semanticamente nas práticas escolares nos oferece uma forma de conhecer melhor como professores ajudam estudantes a produzirem significados para e sobre aquilo que se ensina. Assim, a TCL tem sido vista por pesquisadores em Educação como um kit multidimensional de ferramentas sociológicas para o estudo de diversas práticas de sala de aula (Clarence, 2016; 2017; Maton, 2013; 2015; Santos; Mortimer, 2019).

Dentro desse contexto, a Dimensão Semântica é promissora. Isto porque ela é uma ferramenta conceitual que permite caracterizar aspectos semânticos do conhecimento e mapear como ele se constrói em termos de complexidade de significados, em contextos específicos e ao longo do tempo (Maton, 2013). Entendemos que, no contexto de Educação em Ciências, isto é relevante quando consideramos os modos como o

conhecimento científico é produzido, comunicado e legitimado. Isto se torna mais pertinente quando pensamos na Química enquanto disciplina escolar, visto que sua compreensão necessita de atribuição de significados e sentidos a entidades, conceitos, processos e fenômenos abstratos e complexos.

Halliday e Martin (1993) nos ajudam a ampliar nossas compreensões sobre isto ao elucidarem que o discurso científico escolar, oral ou escrito, é a forma mais comum de comunicação de conhecimentos em sala de aula. Esse discurso se constitui por conjuntos de metáforas gramaticais, mais simples ou mais complexos, dependendo de como os termos se organizam dentro desses conjuntos. Pelo fato de a dimensão semântica focar nessa organização do conhecimento no discurso, ela pode auxiliar na sistematização de percursos analíticos que visem a compreensão de como significados são atribuídos negociados e compartilhados entre professores e estudantes.

Na perspectiva da TCL, a dimensão semântica do conhecimento compreende os códigos: gravidade semântica (GS)⁸ e densidade semântica (DS) (Maton, 2013). Neste artigo, focamos no código DS, que caracteriza como elementos discursivos (termos, orações, frases etc.) apresentam significados condensados semanticamente. Isso significa que tais elementos quando relacionados, analogamente, produzem “constelações de significados” (Maton, 2013, p. 11), ou seja, agrupamentos coerentes (de termos e orações) que atribuem ao discurso um conjunto de significados relacionados que, por sua vez, resultam na produção de sentidos.

Dependendo de vários fatores, tais como nível de compreensão de sujeitos, contexto e tempo, a DS do discurso pode assumir níveis gradativos de complexidade. Essa possibilidade gradativa pode ser também representada, segundo Maton (2013), por um contínuo relativo de forças em que infinitos níveis de DS do conhecimento são possíveis, dentro de um contínuo, e podem se relacionar em matéria de: (i) fortalecimento da DS (DS↑) (ou empacotamento); ou (ii) enfraquecimento da DS (DS↓) (ou desempacotamento). Desse modo, a DS pode se caracterizar como relativamente mais forte (DS+) ou relativamente mais fraca (DS-), dependendo de como os significados se condensam nos elementos discursivos (Maton, 2013).

Em termos de compreensão de discursos no ensino de Ciências, a DS tem potencialidades promissoras, uma vez que permite analisar como o conhecimento

⁸ Resumidamente, a GS é um código semântico que se refere ao grau em que o significado se condensa em um termo ou sentença no contexto de seu uso. Isso, por sua vez, pode se relacionar de modo mais forte ou mais fraco com o conhecimento que se produz ao longo de um contínuo de forças (Maton, 2013; 2015).

(discursivo) pode se caracterizar em termos de significados e em termos de níveis de sofisticação. Isto vai ao encontro da importante tarefa que professores de Ciências têm em buscar aproximar a linguagem científica escolar da linguagem das ciências (Mortimer, 1995). Entendendo de outra forma reconhecer movimentos de DS em sala de aula pode ajudar professores a tornar o conhecimento científico escolar cada vez mais especializado (DS+) (Maton; Doran, 2017) sem, contudo, desconsiderar a bagagem de conhecimentos prévios que eles trazem consigo.

A partir da apresentação da TCL, alguns pesquisadores (por exemplo, Clarence, 2017; Inako, 2019; Santos; Mortimer, 2019) se apropriaram de aspectos da TCL sobre a Dimensão Semântica do conhecimento Maton (2013) e propuseram ferramentas analíticas para a análise do discurso científico. Neste artigo, damos destaque à ferramenta analítica proposta por Santos e Mortimer (2019), fundamentada nos conceitos de DS para atribuir quatro níveis semânticos especificamente relacionados ao conhecimento químico. O nível 1 cuja DS é a mais fraca (DS-) caracteriza o conhecimento químico sob a forma macroscópica ou fenomenológica e que relaciona conceitos empregados na linguagem cotidiana com o fenômeno. No nível 2 (de DS mais forte que o nível 1), o conhecimento químico é caracterizado sob a forma conceitual macroscópica e relaciona conceitos científicos com aspectos macroscópicos do fenômeno. O nível 3 (mais denso que o nível 2) já se constitui de formas no nível submicroscópico e requer a compreensão da teoria corpuscular para a explicação do fenômeno. Por fim, o nível de DS mais forte (DS+) é o 4, que se expressa sob formas puramente simbólicas, por exemplo, símbolos químicos, diagramas, gráficos etc. Essa categorização nos auxiliou a vislumbrar a metodologia da nossa pesquisa.

3 Metodologia

Este artigo apresenta uma pesquisa de natureza qualitativa exploratória. Para Erickson (2012), neste tipo de pesquisa, busca-se analisar o significado literal e metafórico das práticas, descritas e analisadas em detalhes, que são promovidas por sujeitos em contextos educacionais. Para isso, utilizamos a ferramenta analítica proposta de Santos e Mortimer (2019) adaptada a esta pesquisa visando favorecer a investigação temática do discurso. A seguir, apresentamos aspectos desse processo.

Perfil do professor de Química e contexto geral da pesquisa

Este estudo se pautou na análise do discurso de um professor licenciado em Química, mestre e doutorando em Educação em Ciências, que atuava há três anos na Educação Básica. No contexto da pesquisa, este professor lecionava para o 3º ano do Ensino Médio de uma escola de Belo Horizonte - MG, cujo currículo de Química vigente contemplava duas aulas semanais de 50 minutos cada. Sua formação na graduação contemplou a participação em diversos programas de Iniciação Científica nos quais desenvolveu projetos de ensino e de pesquisa. Durante a pós-graduação realizou estudos teóricos sobre a TCL (Maton, 2013) em um grupo de pesquisa do qual fazia parte. Na escola, ele estava participando de um projeto de ensino interdisciplinar, cujo tema era “Pilhas e Baterias e a Produção de Energia”, no qual trabalhava em parceria com uma professora de Física. Enquanto a professora de Física abordava o conteúdo disciplinar Eletricidade, o professor de Química abordava o conteúdo Eletroquímica. Esse trabalho colaborativo resultou em uma mostra de modelos ou protótipos de pilhas e/ou baterias produzidos pelos estudantes para as outras turmas da escola.

Nas aulas de Eletroquímica, o professor ensinava Cálculo de Número de Oxidação - *nox*. Ao final do processo de ensino, ele propôs uma lista de exercícios sobre o conteúdo lecionado e utilizou duas aulas para corrigi-los.

Processo de coleta de dados

A partir da autorização da escola para a coleta de dados em sala de aula e com a autorização expressa pelos responsáveis dos estudantes para a realização da pesquisa, iniciamos a videogravação de quatro aulas geminadas sobre o conteúdo de Eletroquímica. Essa videogravação foi realizada por um dos autores deste trabalho que, munido de um tripé e de uma câmera filmadora, posicionou o equipamento de filmagem no fundo da sala para capturar a ação performática do professor, o quadro e parte da sala.

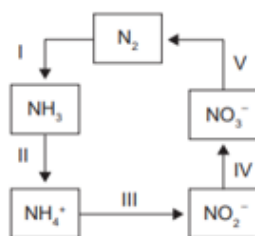
Na primeira aula geminada, o professor relembrou conceitos necessários para abordar o conteúdo de Eletroquímica (como estrutura e propriedades atômicas e ionização), discutiu com os estudantes definições basilares para continuidade dos estudos sobre o conteúdo (como definição de carga, eletricidade, reação química, íons etc.) e, em seguida, focou no ensino de Cálculo de *nox*. Na segunda aula, ele resolveu exercícios envolvendo os conteúdos abordados na aula anterior a partir de uma lista de exercícios com questões de vestibulares e questões de provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Na terceira aula geminada, o professor discutiu o conteúdo pilhas e baterias e

na quarta aula, ele auxiliou os estudantes na produção e/ou montagem de modelos/protótipos para pilhas e/ou baterias para a apresentação na mostra da escola⁹.

Seleção e tratamento dos dados

A partir das videograções, selecionamos aquela relacionada à segunda aula geminada, na qual o professor discutiu as questões de vestibular. Dentre este conjunto, chamou-nos a atenção o modo como ele discutiu a questão do ENEM (Figura 1) que versava sobre o uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura e o ciclo do nitrogênio.

QUESTÃO 63 – A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa
A) I. B) II.

C) III.

D) IV.

E) V.

Figura 1: Questão do ENEM discutida e resolvida durante a aula.

Fonte: Adaptada de INEP (2014, p. 22).

Para resolver a questão, estudantes deveriam reconhecer o ciclo do nitrogênio e as espécies deste elemento químico, nas substâncias nitrogenadas apresentadas em cada fase. Após isso, era necessário calcular o *nox* do elemento nitrogênio em cada fase para identificar aquela na qual o elemento havia sido mais oxidado.

O professor discutiu as etapas do ciclo do nitrogênio e as reações químicas envolvidas (Figura 1), desde a fixação de nitrogênio no solo (etapa I do ciclo) até a desnitrificação (etapa V). Enquanto se referia às espécies nitrogenadas presentes no solo, o professor explorou a importância do nitrogênio para a fertilização daquele ambiente e para a nutrição de espécies vegetais. Esse processo despertou nosso interesse porque o professor conduziu a discussão e a resolução da questão considerando vários temas em um processo interativo/dialógico (Mortimer; Scott, 2002)¹⁰ com os estudantes.

⁹ Esta atividade ocorreu uma semana após a coleta de dados e não fez parte da coleta de coletados.

¹⁰ Para estes autores, o discurso interativo/dialógico é quando “professor e estudantes exploram idéias [sic], formularam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista” (p. 288).

Com esta aula selecionada, realizamos a transcrição das falas, tanto do professor quanto dos estudantes. A transcrição foi feita em um documento Word® com demarcação de turnos de fala (TF) de cada participante do discurso. Esse processo resultou na construção de um mapa de episódios - sequenciamento de falas que tem início, meio e fim bem definidos e que permite a apresentação organizada de TF em contextos de ocorrência (Scott; Mortimer; Ametller, 2011).

Análise dos dados

Com o mapa de episódios em mãos, tentamos utilizar a ferramenta analítica de Santos e Mortimer (2019) que trata da DS do conhecimento químico para a realização de uma análise exploratória. Como subproduto disso, esperávamos tecer considerações a respeito da abordagem temática e contextualizada. Contudo, ao utilizarmos a ferramenta para analisar situações discursivas contextuais percebemos que ela apresentava uma considerável limitação frente a nossos dados: alguns TF do discurso, principalmente dos estudantes, apresentavam expressões que não se enquadravam especificamente em um nível específico de DS da ferramenta de Santos e Mortimer (2019) – que considera quatro níveis – mas pareciam se enquadrar entre diferentes níveis consecutivos.

Por exemplo, quando o professor reuniu falas de diferentes estudantes para seguir definindo o processo ele afirmou que “Toda matéria orgânica pode servir de adubo.”. Nesse caso, entendemos que a parte da expressão – “pode servir de adubo” - se enquadra no nível 1 (Santos; Mortimer, 2019) por atender aos critérios desse nível, mas quando seus significados se “constelam” com os da expressão “toda matéria orgânica” (que generaliza uma classe de materiais e que tem significados mais densos e relativamente mais complexos do que “adubo”), há uma elevação na semântica (DS↑). Contudo, essa elevação não foi suficiente para atingir o nível 2 de DS, visto que a afirmação não apresenta associações/relacionamentos explícitos entre os termos e os fenômenos¹¹. Outras situações semelhantes indicavam a necessidade de surgimento de novas categorias de DS (tendo como base a ferramenta de Santos e Mortimer (2019)).

Tendo em vista esse contexto, os autores deste artigo chegaram ao consenso de que seria preciso dividir os níveis de DS apresentados na ferramenta analítica de Santos

¹¹ Ressaltamos que isto acontece, mas a partir da construção discursiva que permeou a discussão de todas as etapas do ciclo (Figura I) relacionadas à presença de nitrogênio no solo.

e Mortimer (2019), adaptando-a¹². Isso é consonante com o que Maton (2013) salienta - são possíveis infinitos níveis de gradação dentro da DS - o que nos deu mais segurança para manter essa decisão.

O Quadro 1¹³ apresenta os níveis de DS para o conhecimento químico utilizados nas nossas análises.

DS	Nível	Definição	Exemplo
↑ Forte ↓ Fraca	8	Menciona ou explica um fenômeno por meio de símbolos	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O \Delta H < 0$
	7	Relaciona símbolos com o conceito científico	O ΔH da combustão do C_3H_8 é negativo por isso ela é exotérmica
	6	Menciona ou apresenta um fenômeno com conhecimento científico a nível submicro	Combustão é uma reação exotérmica de substâncias combustíveis com o oxigênio, que ocorre até que um dos reagentes acabe
	5	Relaciona conhecimentos científicos submicro com aspectos macro do fenômeno	Na queima da gasolina ocorre quebra de ligações nos reagentes e formação de novas ligações nos produtos
	4	Menciona ou apresenta fenômeno a nível macro por meio de conhecimento científico	A queima é o resultado da reação entre um combustível e oxigênio do ar
	3	Relaciona conceitos científicos e termos cotidianos para explicar o fenômeno	A combustão é a queima do combustível e oxigênio e por isso libera gás carbônico e água
	2	Apresenta conceitos científicos por meio de termos cotidianos	A combustão é a queima de um material
	1	Menciona ou explica um fenômeno macro cotidiano com termos do cotidiano	A queima ocorre quando alguma coisa pega fogo

Quadro 1: Níveis de DS para o conhecimento químico.

Fonte: Adaptado de Santos e Mortimer (2019, p. 70).

Com a ferramenta construída, realizamos a análise do discurso produzido durante toda a aula. Cada autor realizou individualmente a análise da DS de cada TF da interação professor-estudantes no contexto de discussão do exercício. Em seguida, todos apresentaram suas análises para uma discussão conjunta de modo a validar os consensos

¹² Adaptações como essa são processos comuns nas ciências, visto que cientistas alteram, modificam e ampliam representações/modelos propostos por outros cientistas para que o novo modelo atenda a novas demandas contextuais (JUSTI; GILBERT, 2002).

¹³ Para melhor compreensão, no Quadro 1, utilizamos exemplos hipotéticos de trechos discursivos relacionados à combustão do propano para ilustrar situações que diferenciam os níveis que estamos propondo.

e discutir divergências. Quando ocorreram divergências, os autores analisaram juntos os dados buscando novos consensos. Esse processo, portanto, foi importante para atribuir maior confiabilidade (coletiva) à ferramenta adaptada (Quadro 1) e, consecutivamente, aos resultados da análise (Erickson, 2012).

Devido à limitação de espaço neste artigo, selecionamos um episódio específico para uma análise mais minuciosa e para apresentação dos resultados. Este episódio, com 50 turnos de fala, tem como contexto a discussão de tipos de fertilizantes e absorção dos mesmos pelas plantas, de modo que situações contextuais foram mobilizadas no momento de interação.

4 Resultados e Discussões

O tema do episódio analisado é fertilização do solo a partir do qual o professor caracterizou espécies nitrogenadas do diagrama que podem ser encontradas no solo e os processos de transformação que elas sofrem. No diagrama da questão, esses processos são contemplados por meio de linguagem científica simbólica e altamente complexa, para a qual consideramos o nível 8 de DS. Assim, o professor discutiu o tema fertilizantes buscando envolver os estudantes na construção de ideias que relacionassem a fertilização do solo, nutrição e crescimento vegetal e a presença de espécies nitrogenadas nesse contexto.

Para facilitar a compreensão do leitor, apresentamos em sequência (i) descrição das discussões iniciais do episódio (turnos 1 a 13) que não foram analisadas, mas são importantes para a compreensão mais ampla do contexto discursivo; (ii) o Quadro 2, que apresenta TF de 14 a 50 do episódio, seguido de resultados e discussões; e (iii) o perfil semântico (Figura 2) produzido a partir da ATD.

No início da discussão no episódio, o professor introduziu a questão do ENEM no contexto de resolução dos exercícios e situou essa introdução no contexto do estudo de cálculo de *nox*, o que abrangeu os TF de 1 a 9. É importante esclarecer que esses TF não foram classificados em termos de DS (NA - Não Analisado) (ver Figura 2, a seguir) porque neles: (i) o professor apresentou a questão a ser discutida; (ii) buscou verificar o entendimento dos estudantes em relação ao comando da questão que ao final solicitava o cálculo do *nox* do nitrogênio em espécies nitrogenadas; e (iii) por não se constituir como discurso propriamente do professor (mas repetições de falas dos estudantes). Isso também se aplica a trechos do perfil semântico (ver Figura 2, a seguir) sem classificação (por

exemplo, turno 13, 19, 21 etc.). Nesses casos, o discurso destoava do contexto discursivo exigindo, portanto, que eles fossem excluídos das classificações por não se relacionarem ao conhecimento que se construía semanticamente na discussão em questão.

O professor apresentou algumas intenções que teve com a resolução da questão (Figura 1): (i) discutir com os estudantes características gerais e especificidades de questões do ENEM da área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias¹⁴; (ii) evidenciar como os temas da questão exigiam de estudantes a mobilização de diversos conhecimentos e poderia ser usada para discutir vários conteúdos de diferentes disciplinas (com destaque dado por ele às disciplinas Química, Física, Biologia e Geografia); (iii) relacionar os temas da questão aos conceitos científicos estudados nas suas aulas; e (iv) chamar atenção para aspectos das representações contidas nas questões (no caso da questão do ENEM, o diagrama, considerado pelo professor complexo e, por isso, exigia conhecimentos representacionais e de *noç* das substâncias do diagrama (Figura 1).

No Quadro 2, a seguir, apresentamos a construção discursiva em TF e suas respectivas classificações em níveis de DS.

Turno	Fala	Nível
10	Professor: esses fertilizantes, a gente os conhece como o quê no dia a dia?	3
11	Estudante: adubos	2
12	Professor: Adubos // mas são só os adubos que são fertilizantes?	2
13	Estudante: Não!	NA
14	Professor: Têm outras coisas né? Por exemplo, esterco.	1
15	Estudante: Esterco não é adubo não?	1
16	Professor: É um tipo de adubo, mas quando eu estava pensando em adubo eu estava pensando naquele que a gente compra lá (gesto).	1
17	Professor: Mas tudo isso é adubo. Na verdade, você está correto. Resto de alimento, não é isso?	1
18	Professor: Casca de ovo, é adubo?	1
19	Estudantes: É.	NA
20	Professor: Pode misturar, ali, no resto de alimentos para formar o adubo orgânico?	1
21	Estudantes: Pode.	NA
22	Estudante: Pode pó de café também, não pode?	1
23	Professor: Pó de café também? O que vocês acham? Casca de banana...	1
24	Estudante: Laranja.	1
25	Professor: Casca de laranja, tudo isso pode servir de adubo?	1
26	Estudantes: Pode.	NA
27	Professor: Toda matéria orgânica pode servir de adubo.	2
28	Professor: Como que chama aquele processo que a gente pega a matéria orgânica e coloca no reator e transforma em chorume e esse adubo orgânico?	3
29	Professor: Como se chama a produção do adubo por meio de matéria orgânica?	2
30	Estudante: Compostagem.	3

¹⁴ Naquele momento, o professor caracterizou as questões como temáticas, contextualizadas e de caráter interdisciplinar, por vezes, exigindo interfaces em vários contextos disciplinares, por exemplo, químicos, físicos, biológicos, geográficos etc.).

31	Professor: O meu cunhado ele faz esse processo. Ele pega restos de alimentos que a gente produz lá em casa e coloca no meio da terra dentro do tambor e deixa lá e revira a terra de vez em quando até começar a liberar um líquido que se chama...	1
32	Estudante: Matéria orgânica.	3
33	Professor: Matéria orgânica que a planta consegue absorver, não é isso?	2
34	Professor: alguém aqui já foi comprar adubo ou conhece alguém que mexe com isso?	1
35	Estudantes: Já.	NA
36	Professor: o que que eles pedem quando vão comprar adubo? Adubo (gesto) ou uma coisa que se chama o que?	1
37	Estudantes: Fertilizante.	3
38	Professor: Fertilizantes. Também é muito comum falar lá na, os agrônomos chamam de NPK.	7
39	Professor: Três elementos químicos que são essenciais para as plantas, quais são eles?	3
40	Estudante: Nitrogênio, fósforo e potássio.	3
41	Professor: Por que que é fósforo mesmo, lembram que eu já falei com vocês?	2
42	Estudante: Fósforo, antigamente, era com Ph.	NA
43	Professor: Antigamente quando?	NA
44	Estudantes: Muitos anos atrás.	NA
45	Professor: Quando descobriram o elemento fósforo, deram o nome a ele em latim que era <i>Phosforum</i> , aí, pra não confundir você lembra disso, tá?	NA
46	Estudante: O do potássio, eu não me lembro porque é K.	NA
47	Professor: Agora, as plantas precisam de nitrogênio, fósforo e potássio, além de outra coisa importante que a gente já viu o que que é?	3
48	Professor: Água, luz e CO ₂ , basicamente, não é isso?	3
49	Professor: Isso aqui é em cima de um processo, qual que é?	1
50	Estudante: Fotossíntese.	4

Quadro 2: Discurso do professor e dos estudantes sobre fertilizantes no solo e níveis de DS.

Fonte: Os Autores (2024).

A partir dos dados apresentados no Quadro 2, produzimos a Figura 2 de modo a favorecer a visualização do perfil semântico a partir do movimento de DS no episódio. Toda a discussão que se segue é pautada nesses dois recursos e no Quadro 1, que apresenta as nossas categorias de análise.

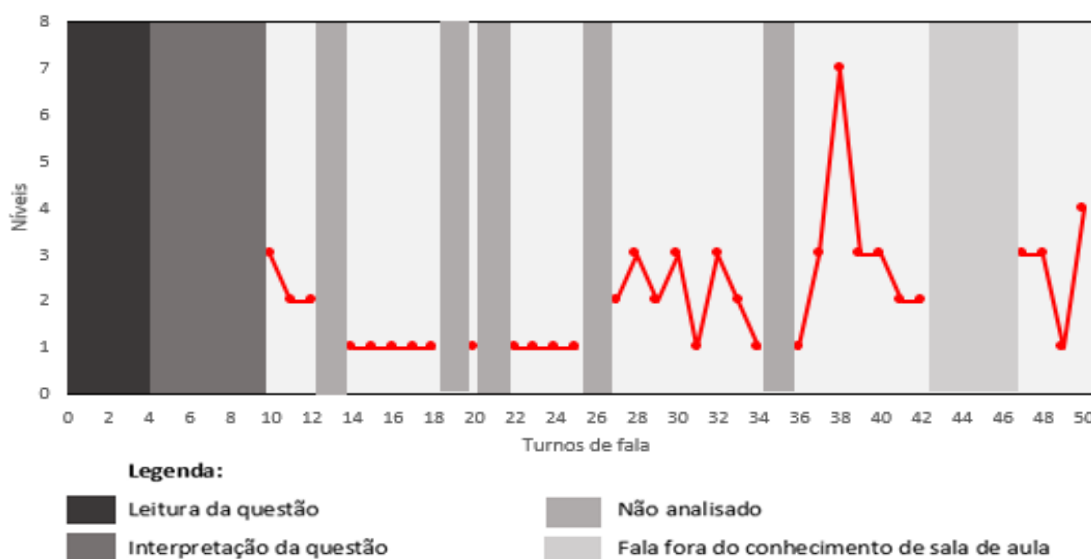


Figura 2: Perfil semântico construído a partir do discurso do professor e dos estudantes e dos níveis de DS.

Fonte: Os Autores (2024).

A partir de uma análise superficial do discurso apresentado no Quadro 2, observamos que, no início da interação discursiva, o professor introduziu o termo fertilizantes e solicitou que os estudantes o definissem. Na sequência, os estudantes utilizaram predominantemente termos mais simples e menos densos em significados (por exemplo restos de alimentos, esterco e adubos), portanto, com DS relativamente baixa, na busca por caracterizar materiais que poderiam ser categorizados como fertilizantes. À medida que as discussões se desenrolavam, o professor introduziu, discutiu, definiu e relacionou termos mais densos em significados. Ele retomou o termo fertilizantes e o relacionou aos termos compostagem, matéria orgânica, absorção de nutrientes e NPK¹⁵, cujas DS são relativamente mais altas, em comparação com os termos apresentados inicialmente pelos estudantes.

Ao analisarmos o perfil semântico apresentado na Figura 2, observamos que o uso dos termos e a construção discursiva que foi produzida refletiu em um movimento semântico que: (i) inicialmente, causou uma “derrubada” na DS do discurso; (ii) uma manutenção no nível mais simples de DS até certo momento (turno 25); e (iii) uma elevação, mas também variação e alternância nos níveis de DS até o final da interação discursiva.

Analisando mais especificamente essa construção discursiva (Quadro 2), observamos que o professor iniciou a discussão sobre fertilização do solo no TF 10 perguntando “esses fertilizantes a gente conhece como o quê no dia a dia?”, que corresponde a uma DS de nível 3. Isto porque a expressão relaciona termos científicos densos em significados (fertilizantes) e termos cotidianos (a gente conhece como o quê no dia a dia?).

Provavelmente, esse pode ter sido o nível de parâmetro (intermediário) escolhido pelo professor para as discussões que viriam, podendo ele mesmo fortalecer ou enfraquecer a DS do discurso a partir de respostas dos estudantes. É possível, portanto, que ele tenha planejado discutir os conceitos da questão a partir da compreensão semântica dos estudantes sobre o termo fertilizantes - “ponto de partida” - e que a discussão se mantivesse sobre ele. Mortimer (1995) afirma que pretensões semelhantes são comuns em professores que geralmente partem de um ponto (conhecimentos prévios)

¹⁵ Muito usado na agricultura, NPK é um termo que se refere aos três nutrientes indispensáveis para a nutrição e desenvolvimento de vegetais - Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), por isso, NPK é considerada a composição básica dos fertilizantes comercializáveis para este fim.

que consideram compreensível pelos estudantes (pré-requisitos) e, a partir disso, devem tornar as discussões mais elaboradas (aprendizagem de conceitos e conteúdos científicos).

Um dos estudantes apresentou o termo “adubo” (turno 11), que se enquadra no nível 2, como tentativa de explicação (ou resposta) científica, a partir de um termo cotidiano. Consideramos que este termo tem DS relativamente mais fraca do que o termo “fertilizantes”, por isso, ocorreu o enfraquecimento da DS (DS↓) naquele momento. Nenhum outro estudante apresentou outra resposta para a pergunta do professor. Em seguida (turno 12), o professor manteve o nível de DS apresentado pelo estudante, partindo do que ele apresentou como resposta: “adubos //, mas são só os adubos que são fertilizantes?”. É interessante observar que a partir da resposta, ele estabelece uma nova pergunta procurando saber se os estudantes apontavam outros materiais que podem ser classificados como fertilizantes para além do adubo.

Do turno 14 até o turno 26, a DS do discurso se manteve no nível mais baixo (1), com o professor mantendo também seu discurso nesse nível. Nota-se (Quadro 2) que, nesse momento, o termo “adubo” é integrado ao discurso e o professor busca dar sentido ao termo a partir de contribuições dos estudantes (TF 14). Em resposta, alguns deles apresentaram exemplos simples e enraizados em experiências cotidianas para materiais que se enquadram nessa classificação. Ou seja, as ideias iniciais que os estudantes apresentaram estavam predominantemente pautadas no conhecimento cotidiano, o que “derrubou” a DS do discurso para níveis mais enfraquecidos.

Outro destaque sobre este trecho é justificado por indícios de que o professor buscou valorizar as ideias e os exemplos apresentados pelos estudantes, integrando-os no discurso que se construía a partir de diferentes vozes. Isto fica evidente quando, no turno 22, um estudante se refere ao pó de café como um tipo de adubo e o professor no turno seguinte (23), diz “Pó de café também? O que vocês acham? [Também pode ser] Casca de banana...”. Isto parece ter sido motivador para que outros estudantes seguissem apresentando outros materiais que poderiam servir como fertilizantes. Assim, um ambiente favorável para que os estudantes tivessem oportunidades e motivação para apresentarem suas ideias foi se construindo, com professor e estudantes desenvolvendo critérios para classificar materiais do cotidiano em expressões mais densas em significados (como as palavras adubos e fertilizantes). Essa, portanto, não foi uma construção apenas de conceitos científicos. Eles foram complementados por ideias contextualizadas e pautadas em temas apresentados tanto pelo professor como pelos

estudantes, situação justifica, em parte, a construção e o uso da ferramenta analítica desta pesquisa (Quadro 1).

A DS baixa (nível 1) desses TF nos parece coerente com o desenvolvimento do discurso na prática que se seguiu nesse trecho. Quando o professor perguntou aos estudantes sobre outros tipos de adubos, era esperado que eles dissessem sobre materiais do cotidiano deles, isto é, cuja DS se relacionasse situações que eles vivenciavam e conheciam.

A estratégia do professor, portanto, tem características construtivistas (Mortimer, 1995; Mortimer; Scott, 2011) porque busca sondar esses conhecimentos, valoriza a participação e voz dos estudantes ao familiarizá-los com o fenômeno. Portanto, entendemos que é coerente que em discursos construídos no início de abordagem de conteúdos ou temas em aulas de ciências construtivistas predominem níveis de DS relativamente mais baixos (como o exemplo observado no perfil semântico da Figura 2). Isto parece ter sido importante para que o professor, em seguida, discutisse assuntos que apresentassem linguagem mais próxima da linguagem científica/química, portanto, mais densos semanticamente.

No turno 27, o professor fez um fechamento das discussões sobre tipos de adubos ao dizer que “toda matéria orgânica pode servir de adubo”, afirmação que generaliza matéria orgânica no contexto discursivo a partir dos tipos de materiais apresentados pelos estudantes. A partir disso, ele iniciou um movimento discursivo que se refletiu em uma alternância de níveis de DS no discurso de DS↑ e DS↓. Ao direcionar a atenção dos estudantes para o processo de compostagem (DS 3) (por relacionar conceitos científicos e termos cotidianos para explicar o fenômeno), o discurso se caracterizou como uma alternância de DS entre os níveis 1, 2 e 3 dos TF 30 ao 37 (Figura 2). Nesse trecho, o fortalecimento da DS (DS↑) geralmente era acompanhado pelo surgimento de termos e conceitos relativamente mais especializados (por exemplo, compostagem, matéria orgânica e fertilizantes) do que aqueles usados na discussão inicial.

Pelo fato dos estudantes não se manifestarem sobre o conceito do processo de compostagem, o professor trouxe um exemplo, construído a partir de expressões simples e geralmente usadas no cotidiano (restos de alimentos; produz lá em casa; coloca no meio da terra; revira a terra; liberar um líquido; joga na água etc.) que os auxiliasse a compreender os fundamentos do processo. Contudo, isso diminuiu a DS do seu próprio discurso (TF 31, 34 e 36), como se ele, de certa forma, simulasse falas que estudantes provavelmente fariam. Por exemplo, ele relatou a produção de fertilizantes por meio da

compostagem realizada por um membro de sua família (TF 31) enfraquecendo a DS do discurso, fundamentando-o no nível mais baixo de DS (nível 1).

Uma situação exclusiva ocorreu no TF 38. Nele, o professor elevou bruscamente o nível de DS (DS↑) para o nível 7, quando ele disse: “fertilizantes também // é muito comum falar lá na // os agrônomos chamam de NPK”. Nesse trecho, o professor relacionou um termo simbólico (NPK), próprio da linguagem científica, totalmente simbólico e bastante denso em significados científicos (em relação ao nível de conhecimento que geralmente circula em salas de aula da Educação Básica). Tal termo aparece com maior frequência em contextos comerciais (venda de produtos agrícolas) ou em contextos de profissões, por exemplo, na Agronomia. Porém, nota-se que o professor associou o termo com DS alta (nível 7) a uma situação cotidiana (compra de fertilizante no cotidiano), cuja construção textual apresenta DS mais baixa. Com o professor inserindo ao discurso o termo NPK, houve um breve período no qual os estudantes não conseguiram dar continuidade à interação (evidenciado por uma pausa longa). Isto exigiu do professor complementar a oração (turno 39), apresentando a explicação para o termo NPK: “três elementos químicos que são essenciais para as plantas, quais são eles?” (nível 3). Ao final da pergunta, um estudante parece compreender o significado do termo simbólico (NPK), respondendo corretamente que ele se refere simbolicamente aos elementos químicos nitrogênio, fósforo e potássio (nível 3). A partir deste ponto, o discurso se desenvolveu em uma oscilação dos níveis de DS entre 1 e 4 até o final do episódio.

No final dessa discussão, o professor parece esperar que os próprios estudantes elevem o nível de DS do discurso, o que realmente acontece, visto que eles expressam afirmações de que o líquido produzido é matéria orgânica (nível 3), ou seja, um termo mais denso em significados do que esterco e adubo, por exemplo.

McGinn e Roth (1999) afirmam que em aulas de Ciências, é bastante comum estudantes não participarem efetivamente de construções discursivas, ficando exclusivamente a cargo de professores apresentarem conceitos, leis e teorias. Para estes autores, isto leva os estudantes a terem dificuldades para estabelecer relações mais intrínsecas entre conceitos e fenômenos e de se expressarem, portanto, usando uma linguagem próxima da linguagem científica. Diante disso, esse movimento semântico promovido pelo professor (DS↑ e DS↓) parece romper com essa tendência, uma vez que discursos mais elaborados (como observado) se processaram com considerações dele próprio e dos estudantes. Esta é uma situação que nos remete a uma espécie de “jogo”

semântico no qual uma variação de DS ocorre intencionalmente e cuja ação predominante do professor é elevar a força da DS do discurso construído colaborativamente, sem desconsiderar (sempre que possível) diferentes pontos de vista (mesmo que mais simples).

5 Considerações finais e implicações

Buscamos neste artigo analisar como o discurso de sala de aula pode ser construído em termos de densidade semântica (DS) (Maton, 2013). Para isso, analisamos como um professor de Química apresentou o termo fertilizantes para salientar aspectos de espécies nitrogenadas no solo, visto que isto se relaciona intrinsecamente às etapas do ciclo do nitrogênio, apresentado na questão do ENEM. Nesse cenário, foi possível classificar turnos de fala em termos de DS e relacionar isto com características da linguagem utilizada pelos sujeitos na sala de aula - se ela se aproximava/distanciava da linguagem científica ou se ela se aproximava/distanciava da linguagem cotidiana - um dos principais objetivos do ensino de Ciências (Aguar Jr; Mortimer, 1995; Halliday; Martin, 1993; Hodson, 2009; Mortimer; Machado; Romanelli, 2000; Santos; Mortimer, 2019).

Para Mortimer, Machado e Romanelli (2000), currículos de Química devem ser organizados de modo a possibilitar interação entre o discurso científico da Química e o discurso cotidiano. Contudo, os autores salientam que, para que isso aconteça, é preciso que o discurso científico faça sentido para o estudante. O professor deste estudo, atento a isso, promoveu situações nas quais discurso cotidiano e científico se emaranharam até um ponto em que os estudantes acessassem ambos e passassem a compreender e a utilizar uma linguagem que se aproximasse mais da linguagem científica (em relação à linguagem adotada no início da interação discursiva), como no caso em que eles passaram a discutir aspectos do termo “NPK” e o abandono de termos como “restos de alimentos”. Assim, o professor proporcionou aos estudantes o envolvimento naquele discurso “tanto problematizando as ideias que eles apresentavam quanto criando contextos discursivos que fossem significativos para eles” (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000, p. 275). Isto está consonante com o que McGinn e Roth (1999) consideram ser uma importante função de professores: fomentar a circulação da linguagem científica em sala de aula e envolver estudantes nesses processos de modo a valorizar a participação deles sem desvalorizar o conhecimento prévio que eles trazem consigo.

Percebendo que estudantes usavam uma linguagem próxima à linguagem cotidiana, o professor produzia um discurso próprio que apresentava níveis de DS relativamente baixos.

A aparente sensibilização do professor em prestar atenção nos níveis semânticos durante interações com estudantes é um aspecto essencial para a produção de sentidos em aulas de Ciências. Isso se materializava quando, em momentos específicos do discurso, ele buscava fortalecer a DS do discurso com a participação dos próprios estudantes, mas também, se preciso, ele enfraquecia a DS para que o que estivesse em discussão fosse compreendido pelo grupo. Isso vai ao encontro de uma preocupação importante em termos de abordagem sociocultural vigotskiana (Vigotski, 2010) que se refere a dar voz aos estudantes em interação, incentivando-os a produzir explicações científicas e realmente acreditar nelas.

Também é preciso salientar o potencial da construção de perfis semânticos para a análise discursiva em termos de produção de sentidos. Uma vez que a compreensão de movimentos semânticos (como transitar entre níveis de DS), potencializada pela sua materialização em gráficos, ajuda a elucidar como conhecimentos estão sendo construídos, comunicados ou compartilhados em salas de aula. No nosso estudo, o perfil semântico construído (Figura 2), em termos: (i) comunicativos, teve uma importante função de representar o movimento semântico da DS no discurso sobre fertilizantes que se estabeleceu na sala de aula e nos ajudar na visualização do processo; e (ii) metodológicos e analíticos, porque nos ajudou a mapear e observar como a prática discursiva se construiu em termos de DS ao materializar o movimento semântico turno a turno do discurso. Assim, ficou mais claro, a partir do perfil: (i) o empacotamento e desempacotamento dos significados na construção do conhecimento (Maton, 2013) no discurso daquela sala de aula e naquele contexto específico; (ii) ascendência e descendência da DS desse discurso com a apropriação e a valorização pelo professor das ideias/explicações dos estudantes para introduzir aspectos do discurso científico naquele contexto; e (iii) como a linguagem utilizada pelos sujeitos se relacionavam com a linguagem científica e com a linguagem cotidiana.

Precisamos destacar também a expertise do professor ao ajudar os estudantes no “jogo” discursivo e na compreensão e uso de termos e expressões naquele contexto de ensino de ciências. Uma de nossas interpretações disso é que houve uma construção colaborativa de consideração e emprego de termos de significados simples ou complexos que resultaram na produção de um discurso com diferentes graus de complexidade. Nesse

cenário e para ampliar nossa percepção sobre o contexto, não podemos deixar de salientar a formação pedagógica do professor: uma formação sólida na pedagogia para o ensino de Ciências/Química visto que é ele (no contexto do estudo) era licenciado em Química, mestre e estudante de doutorado em Educação e Ciências. Além disso, durante a formação, ele aprendeu aspectos da TLC e pode realizar pesquisas sobre o assunto. Salientamos que tudo isso pode ter influenciado no modo como ele conduziu o discurso para ensinar o que, para nós, parece ter muitos aspectos construtivistas importantes para uma aprendizagem significativa de estudantes. Assim, defendemos que formações como a que o professor teve devem ser mais valorizadas e oportunidades semelhantes às vivenciadas por ele na sua formação profissional devem ser incentivadas nas instituições de Ensino Superior.

Usando isso como evidência, sugerimos que assuntos como a TCL, movimentos semânticos e densidade semântica (Maton, 2013) sejam abordados na formação de professores de Ciências uma vez que esses assuntos nos ajudam, por exemplo, a promover e reconhecer situações de ensino nas quais estudantes se expressam; como professores lidam com tais expressões; e como os movimentos semânticos são influenciados na construção cumulativa de conhecimento científico em sala de aula. Discutir isso na formação de professores pode ajudá-los, no futuro, a guiar seus estudantes, rumo a uma compreensão mais ampla sobre a ciência, e ajudá-los a construir explicações científicas usando o conhecimento científico com mais propriedade. Esse pode ser um caminho para melhorar o ensino de Ciências, uma vez que pode encorajar estudantes a se envolverem em atividades de construção de conhecimentos. Por isso, na formação de professores, é preciso conscientizar professores da importância de, segundo Magnusson, Palincsar e Templin (2004): (i) estabelecer e manter as normas de conversação do discurso cotidiano sem menosprezar os estudantes; supervisionar e gerenciar a interseção dos discursos cotidiano e científico, ajudando-os a se moverem para frente e para trás (neste artigo, ascender e descender nos níveis de DS); fazer conexões entre a linguagem cotidiana e a científica; e (iii) ajudá-los a se apropriarem da linguagem científica. Tal consciência pode ajudar professores de Ciências a planejar e executar ações pedagógicas para construir movimentos semânticos em sala de aula. Para Pereira, Lima Junior e Rodrigues (2016), estratégias de ensino que levam em consideração diferentes pontos de vista acrescentam diferentes perspectivas à pragmática do discurso científico de sala de aula em termos, por exemplo: (i) da função dialógica das explicações; (ii) das interações e divisão de poder e autoridade entre professor-estudantes em atos discursivos concretos quando as diferentes

vozes são consideradas; e (iii) do papel de cada participante que se expresse na apropriação dos discursos, conceitos e termos que porventura circulem em sala de aula.

Assim, como Santos e Mortimer (2019), nós não pretendemos esgotar a análise do discurso pedagógico com a ferramenta analítica que apresentamos. Reconhecemos que ela tem potencialidade para auxiliar outros pesquisadores que se interessem pelo tema ou pela metodologia de análise semelhante a que adotamos. Em contrapartida, reconhecemos que ela também apresenta limitações, tais como a de não se tornar viável dependendo de características específicas de discursos específicos. Assim, reconhecemos que esta ferramenta de categorização pode ser melhorada para se adaptar a diferentes contextos de pesquisa, algo que seria interessante de se observar, vistos os múltiplos contextos de aulas de Química, o que endossa a afirmação de Maton (2013) de que perfis semânticos podem ser construídos, de modos bastante variados, dependendo dos objetivos, disponibilidade de informações e contexto de estudo e dentro de um escopo que pode considerar infinitos níveis de DS.

Na TCL, Maton (2013) tece uma consideração, com a qual concordamos, de que a diversidade de perfis semânticos que pode existir sugere que uma questão crucial para a pesquisa é estudar qual perfil é indicado para determinado propósito, audiência e contexto. Diante disso, consideramos necessário explorar esses perfis por meio de mais pesquisas para confirmar ou expandir seu valor analítico, sendo este um dos nossos objetivos para o futuro. Assim, sugerimos que outros contextos sejam analisados para que a potencialidade dessa ferramenta seja testada. Como desdobramentos disso, compreensões mais sofisticadas da construção dos discursos e de suas DS, em diferentes contextos, podem ser apresentadas na literatura, o que pode contribuir para a versatilidade de análises textuais de discurso, currículo (análise de livros didáticos, materiais instrucionais, projetos político-pedagógicos, documentos em geral), além da avaliação de níveis de alfabetização científica de estudantes e padrões argumentativos. Por isso, consideramos a TCL, potencial para evidenciar a natureza do conhecimento e situar a produção desses conhecimentos no discurso.

Agradecimentos

À Escola Estadual na qual a pesquisa ocorreu. À Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (Faepex/Unicamp).

Referências

- AGUIAR JR, O. G. G.; MORTIMER, E. F. Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 179-207, 2005. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/516>>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- BERNSTEIN, B. **Pedagogy, Symbolic Control and Identity**: Theory, Research, Critique. 1. ed. Oxford: Rowman & Littlefield, 2000.
- BERNSTEIN, B. Vertical and Horizontal Discourse: An Essay. **British Journal of Education**, London, v. 20, n. 2, p. 157-173, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/0142569995380>>. Acesso em: 24 out. 2022.
- BLACKIE, M. A. L. Creating Semantic Waves: Using Legitimation Code Theory as a Tool to Aid the Teaching of Chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, Cambridge, v. 15, p. 462-469, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1039/C4RP00147H>>. Acesso em: 13 fev. 2023.
- BOURDIEU, P. **Sociology in Question**. London: Sage, 1993.
- BRICKER, L. A.; REEVE, S.; BELL, P. ‘She Has to Drink Blood of the Snake’: Culture and Prior Knowledge in Science|Health Education. **International Journal of Science Education**, London, v. 36, n. 9, p. 1457-1475, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.827817>>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- CLARENCE, S. Exploring the Nature of Disciplinary Teaching and Learning Using Legitimation Code Theory Semantics. **Teaching in Higher Education**, London, v. 21, n. 2, p. 123-137, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13562517.2015.1115972>>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- CLARENCE, S. Surfing the Waves of Learning: Enacting a Semantics Analysis of Teaching in a First-Year Law Course. **Higher Education Research & Development**, Hammondville, v. 36, p. 5, p. 920-933, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13562517.2015.1115972>>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões Sociocientíficas**: Fundamentos, Propostas de Ensino e Perspectivas para Ações Sociopolíticas. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2018.
- ERICKSON, F. Qualitative Research Methods for Science Education. In: FRASER, B.; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. J. (Eds.). **Second International Handbook of Science Education**. 1. ed. Dordrecht: Springer, 2012. p. 1451-1469.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Investigando Interações Discursivas em Aulas de Ciências: Um “Olhar Sensível ao Contexto” sobre a Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 125-151, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018181125>>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- HALLIDAY, M. A. K.; MARTIN, J. R. **Writing science**: literacy and discursive power. 1. ed. London: University of Pittsburgh Press, 1993.
- HODSON, D. **Teaching and Learning about Science**: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values. 1. ed. Rotterdam: Sense, 2009.

INAKO, A. Focus on field in an advanced reading classroom. In: Clements, P.; Krause, A; Bennett, P. (Eds.), **Diversity and inclusion**. Tokyo: JALT, 2019.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, Implications for the Education of Modellers. **International Journal of Science Education**, Taiwan, v. 24, n. 3, p. 369-387, 2002.

LUCKESI, C. C.; PASSOS, E. S. **Introdução à Filosofia: Aprendendo a Pensar**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

MAGNUSSON, S.; PALINCSAR, A. S.; TEMPLIN, M. Community, culture, and conversation in inquiry-based science instruction. In: Flick, L. B.; Lederman, N. G. (Eds.). **Scientific inquiry and nature of science**. 1 ed. Dordrecht: Kluwer, 2004, p. 131-155.

MATON, K. Making Semantic Waves: A Key to Cumulative Knowledge-Building. **Linguistics and Education**. Amsterdam, v. 24, n. 1, p. 8-22, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.linged.2012.11.005>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

MATON, K. Legitimation Code Theory: Building Knowledge about Knowledge-Building. In: MATON, K.; HOOD, S.; SHAY, S. (Eds.). **Knowledge-building: Educational Studies in Legitimation Code Theory**. 1 ed. London, Routledge, 2015. p. 1-23.

MATON, K.; CHEN, R. T. H. Specialization from Legitimation Code Theory: How the Basis of Achievement Shapes Student Success. In: Martin, J. R.; Maton, K.; Pin, P. W.; Zhenhua, W. (Eds.). **Understanding Academic Discourse**. 1 ed. Beijing: Higher Education Press, 2017. p. 1-22.

MATON, K.; DORAN, Y. J. Semantic Density: A Translation Device for Revealing Complexity of Knowledge Practices in Discourse, Part 1 – Wording. **Onomázein**, Santiago de Chile, n. especial LSF y TCL sobre Educación y Conocimiento, 2017. p. 47-76.

MCGINN, M. K.; ROTH, W. M. Preparing students for competent scientific practice: Implications of recent research in science and technology studies. **Educational Researcher**, London, v. 28, n. 3, p. 14-24, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.3102/0013189X028003014>>. Acesso em: 20 fev. 2023.

MORTIMER, E. F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change?. **Science & Education**, Oxford, v. 4, n. 3, p. 267-285, 1995.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

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

OSBORNE, J. Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, London, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>>. Acesso em: 09 jan. 2023.

PADERNA, E. E. S.; YANGCO, R. T.; FERIDO, M. B. Reframing Chemistry Learning: The Use of Student-Generated Contexts. In: SCHULTZ, M.; SCHMID, S.; LAWRIE, G. (Orgs.). **Research and Practice in Chemistry Education**. 1 ed. Singapore: Springer, 2019. p. 31-50. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6998-8_3>. Acesso em: 19 nov. 2022.

PEREIRA, A. P.; LIMA JUNIOR, P.; RODRIGUES, R. F. Explaining as Mediated Action. **Science & Education**, v. 25, n. 3, p. 343-362, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11191-016-9806-x>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SANTOS, B. F.; MORTIMER, E. F. Ondas Semânticas e a Dimensão Epistêmica do Discurso na Sala de Aula de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, p. 62-80, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p62>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SCOTT, P.; MORTIMER, E. F.; AMETTLER, J. Pedagogical Link-Making: A Fundamental Aspect of Teaching and Learning Scientific Conceptual Knowledge. **Studies in Science Education**, London, v. 47, n. 1, p. 3-36, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549619>>. Acesso em: 06 dez. 2022.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

Recebido em: 08 de junho de 2023

Aceito em: 22 de abril de 2024