

OS DIFERENTES REGISTROS SEMIÓTICOS E SUAS RELAÇÕES NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Cristina Alves Cruz Ortega

Universidade Metodista de Piracicaba
crika-ortega@uol.com.br

Maria Guiomar Carneiro Tommasiello

Universidade Metodista de Piracicaba
mgtomaze@unimep.br

Resumo

Este trabalho é resultado de um projeto de Iniciação científica do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica [PIBIC] do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPq], constituindo parte de um projeto maior apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo [FAPESP] (2009/54874-6) e pelo CNPq (407257/2012-8). O trabalho teve como objetivo investigar a mediação do professor em aulas de Física do ensino médio, com fundamento na teoria sócio-histórica de Vygotsky, permitindo identificar as possibilidades de redimensionar as práticas pedagógicas do professor por meio de uma pesquisa intervenção. No presente artigo foram analisados os diferentes aspectos do discurso em sala de aula, a partir da estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002), apoiados em Vygotsky (1984) e Bakhtin (1986). Esta estrutura analítica fundamenta-se nos diversos registros semióticos criados para comunicação e representação da realidade e ao trânsito entre as diversas representações proposto por Duval (2009). As aulas foram gravadas em vídeo, sendo destacados e analisados dois episódios, o primeiro em uma aula regular e o segundo, de uma aula com intervenção. Comparando os episódios 1 e o 2 observou-se uma mudança da postura do professor e dos alunos. Embora nos dois episódios a abordagem comunicativa seja interativa/de autoridade, verificou-se que no segundo episódio o professor busca explorar mais as ideias dos alunos, alterando-se também os padrões de interação. Observou-se que a diversificação da representação de um mesmo objeto aumentou a capacidade cognitiva dos alunos possibilitando a



apropriação do conhecimento. As mudanças ocorridas possibilitaram a melhoria da aprendizagem quando se estabelecem a conversão entre os diferentes registros semióticos.

Palavras-chave: Registros Semióticos; Análise do Discurso; Ensino de Física; Ensino Médio.

Abstract

This work is the result of a scientific initiation project of the Scholarship Program of Scientific Initiation [PIBIC] of the National Council for Scientific and Technological Development [CNPq], constituting part of larger project supported by the Foundation for Research of the State of São Paulo [FAPESP] (2009/54874-6) and CNPq (407257/2012-8). The study aimed to investigate the mediation of the teacher in high school physics classes on the basis of socio-historical theory of Vygotsky, allowing identify possibilities to resize the pedagogical practices of the teacher through an intervention research. In this article we analyzed the different aspects of speech in the classroom from the analytical framework proposed by Mortimer and Scott (2002), supported by Vygotsky (1984) and Bakhtin (1986). This analytical framework is based on the diverse semiotic records created for communication and representation of reality and transit between various representations proposed by Duval (2009). The classes were videotaped, being highlighted and analyzed two episodes, the first in a regular class and the second in a class with intervention. Comparing the episodes 1 and 2 there was a change of attitude of the teacher and students. Although in the two episodes the communicative approach is interactive/authority was found that in the second episode the teacher seeks to explore more ideas of students, also altering the interaction patterns. It was observed that the diversification of representation of the same object increased the cognitive ability of students enabling the appropriation of knowledge. The changes occurred made it possible to improve learning when establishing the conversion between different semiotic records.

Keywords: Semiotic Records; Discourse analysis; Physical education; High School.

Introdução e Objetivo

Este trabalho, fruto de uma pesquisa em nível de Iniciação científica (PIBIC/CNPq), é parte de um projeto maior que recebeu apoio da FAPESP (2009/54874-6) e do CNPq (407257/2012-8), cujo objetivo foi e está sendo, uma vez que um dos projetos está ainda em andamento, investigar a mediação pedagógica do professor em aulas de Ciências da Natureza do ensino médio, tendo como suporte a teoria sócio-histórica de Vygotsky. Foram identificados ao longo das pesquisas diversos problemas de ensino-aprendizagem das ciências. Neste trabalho focalizamos a área de Física e nos apoiamos nos pressupostos da pesquisa intervenção, de forma a identificar possibilidades de redimensionar as práticas pedagógicas do professor. Apesar do termo intervenção ter uma conotação autoritária, são investigações que visam planejar, implementar e avaliar práticas pedagógicas inovadoras, com o objetivo de maximizar as aprendizagens e a apropriação do conhecimento.

Uma das características da teoria psicológica de Vygotsky é a do caráter sócio-histórico das funções psicológicas superiores, com referência à combinação entre instrumento e o signo na atividade psicológica (Vygotsky, 1984). Partindo dessa perspectiva podemos entender como as relações intersubjetivas podem se tornar em estruturas intrasubjetivas, mediante uso de instrumentos de mediação. A mediação, como processo de produção e circulação de sentidos, possibilita a apropriação de conteúdos e conceitos. Assim, [...] *o mundo não é visto simplesmente em cor e forma, mas também como um mundo com sentido e significação.* (Vygotsky, 1984, p.24).

Segundo Fontana e Cruz (1997), Vygotsky (1984) tinha interesse em explicar como se formaram, ao longo da história do homem, as características de comportamento tipicamente humanas e como elas se desenvolvem em cada indivíduo, ou seja, tudo o que distingue o homem de outras espécies origina-se de sua vida em sociedade. O seu modo de perceber, de representar, de explicar e de agir sobre o meio, seus sentimentos em relação ao mundo, ao outro e a si mesmo, enfim, seu funcionamento psicológico, vão se constituindo nas suas relações sociais.

Na sala de aula a maioria das interações entre os professores e alunos e entre os próprios alunos é mediada pela linguagem. Apoiados em Vygotsky e Bakhtin, Souza e Sasseron (2012, p.594) consideram que:

Há uma relação íntima entre a linguagem e o desenvolvimento do pensamento, ou seja, é por meio da estruturação da linguagem que se concebe um



significado, e por meio das articulações desses significados que a aprendizagem se dá em relação ao mundo.

Para Bakhtin (1986), a significação, como dimensão constitutiva e caracterizadora da cultura se constrói pela linguagem. O indivíduo, um ser histórico-cultural, significa o mundo com e pela linguagem em relações sociais que são constitutivas da atividade mental individual. Nesse sentido, não existe atividade mental sem expressão semiótica. Os modos de pensar, bem como os modos de agir e de ser em relação ao mundo e a si próprio são construídos e reconstruídos nas relações sociais produzidas com a linguagem, pela linguagem e sobre a linguagem. Nessa perspectiva, a linguagem não só é o lugar da compreensão do especificamente humano, como da diversidade de suas configurações, de sua complexidade e das condições em que se constitui. (Fontana, 2006).

Segundo Pino (1995), pela invenção de sistemas de signos, principalmente a linguagem, o homem pode nomear as coisas e suas experiências (pensar sobre elas), compartilhar com os outros e interrelacionar-se com eles, modificando seus comportamentos e ao mesmo tempo, sendo afetado por eles; desenvolver diferentes níveis de consciência da realidade social-cultural e de si mesmo. A capacidade de conhecer é uma característica adquirida pelos homens ao longo da sua história social e cultural. Ela resulta da combinação da ação do sujeito e das condições sociais e culturais que tornam possível esta ação. Por isso, o conhecimento não é uma simples produção do sujeito em interação com o objeto, muito menos, uma reprodução mimética do real, mas a apropriação de forma singular do objeto de conhecimento que, por ser uma produção dos homens, veicula uma significação social. Em outros termos, é a resignificação pelo sujeito de algo já significado socialmente, o que pressupõe uma atividade semiótica específica a cada sujeito (Pino, 1995).

Ainda segundo Pino (1995), o conceito de representação é utilizado para significar diferentes coisas, mas pode ser entendido como significando uma função, isto é, a propriedade que tem as coisas atribuída pelos homens para substituir e evocar outras, ou bem como objeto mental, que é o desdobramento do real, a sua existência simbólica e como este objeto se constitui. Conhecer implica reconstruir mentalmente as transformações do objeto para além das aparências, o que envolve a função semiótica.

Observamos que o grau de dificuldade das tarefas realizadas pelos alunos na disciplina de Física pode estar associado ao reconhecimento do objeto matemático, devido a sua representação e, por consequência, a sua transformabilidade. Para Duval (2012), os registros de representação semiótica são produções que empregam signos de um sistema de representação. Ainda segundo o autor, *uma figura, um enunciado em língua natural, uma fórmula algébrica, um gráfico, são representações semióticas que exibem sistemas semióticos diferentes* (Duval, 2012, p.269). Porém sua resolução exige a passagem de um registro para outro (mesmo que de forma mental) e ainda necessita da passagem para o registro no sistema de escrita que utiliza um conjunto complexo de operações para designar os objetos (Duval, 2003).

A física é uma disciplina que os alunos apresentam muitas dificuldades de aprendizagem, seja por questões didáticas, de ensino, seja por questões relacionadas às múltiplas representações semióticas tais como a língua natural, equações, figuras, tabelas, gráficos, instrumentos, utilizadas em sala de aula, entre outras. Na física, como na matemática, é possível utilizar dois registros semióticos ao mesmo tempo, por exemplo, a tabela de dados e o gráfico correspondente, a linguagem natural e a equação, e também trocar/converter a todo o momento os vários registros.

A utilização de diferentes representações semióticas são essenciais para a atividade cognitiva, para a apreensão do objeto de estudo em si, sendo consideradas por Duval (2009) três atividades cognitivas inerentes à semiósis, além da comunicação, que são: a formação, o tratamento e a conversão.

Para Duval (2009) a atividade de formação de uma representação semiótica respeita regras próprias definidas convencionalmente, para que o signo representado possa ser reconhecido em seu meio social. A atividade de tratamento é a transformação da representação interna em um dado registro semiótico, sem alterar as características iniciais deste, isto é uma atividade cognitiva que visa à transformação de uma representação semiótica em outra, todavia com o mesmo registro de representação, como por exemplo, a solução de uma equação ou um sistema de equações. A conversão consiste em “transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro” (Duval, 2009, p. 58), como por exemplo, a passagem de uma representação gráfica para uma escrita algébrica.



No presente artigo vamos analisar diferentes aspectos do discurso em sala de aula, a partir de uma estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002), apoiados em Vygotsky (1984) e Bakhtin (1986), com foco nos diversos registros semióticos utilizados em aulas de Física e ao trânsito entre as diversas representações (Duval, 2009), observando-se as particularidades dos movimentos cognitivos desenvolvidos ao longo das atividades.

O objetivo é verificar em que termos é possível o redimensionamento da prática pedagógica no ensino de física do ensino médio, com apoio da pesquisa intervenção e compreender, nas práticas de docentes de física, os modos de apropriação do conhecimento pelos alunos com a utilização dos registros semióticos e a conversão entre as diversas representações na dinâmica interativa da sala de aula.

Metodologia

Durante um período de 3 meses, no ano de 2013, as aulas de um professor de Física de uma escola periférica de um município do interior do Estado de São Paulo foram gravadas em vídeo e analisadas (protocolo Comitê de Ética em Pesquisa/Universidade Metodista de Piracicaba nº. 09/13). Foram também realizadas entrevistas com o professor e com os alunos. Em determinadas aulas foram planejadas interferências em conjunto com o professor objetivando promover situações de maior interação entre alunos e professor, uma vez que, em geral, as aulas são centradas no professor, com a maioria dos alunos dispostos junto às paredes ao redor da sala e com participação mínima.

Para este trabalho, selecionamos uma sequência de ensino sobre Lei dos Gases, dividida em dois episódios, nos quais analisamos diferentes aspectos do discurso em sala de aula, a partir de uma estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002), no sentido de caracterizar os diferentes aspectos do gênero do discurso, que segundo os autores, são cinco (tabela 1): 1- Intenções do professor (criar o problema, explorar as ideias de estudantes, introduzir, desenvolver e aplicar as ideias científicas); 2- Conteúdo do discurso (descrição, explicação e generalização); 3- Abordagem comunicativa (discurso de autoridade, discurso dialógico, discurso interativo e discurso não-interativo); 4- Padrões de interação: I-R-A (o professor Inicia a interação, o aluno Responde e o professor Avalia a resposta do aluno e encerra a interação) ou I-R-F (o professor Inicia a interação, o aluno Responde e o professor

fornece um Feedback ao aluno permitindo que este reelabore a resposta) e 5- Intervenção do professor.

Tabela 1- Diferentes aspectos do gêneros do discurso

ASPECTOS DA ANÁLISE	
I. Focos de ensino	1. Intenções do professor
	2. Conteúdo
II. Abordagem	3. Abordagem comunicativa
III. Ações	4. Padrões de interação
	5. Intervenções do professor

Fonte: Amaral e Mortimer (2005, p.7)

Foram analisadas também as representações semióticas presentes nas aulas, com base em Duval (2003) e Lemke (1998). Em matemática são classificadas por Duval (2003) quatro tipos distintos de representação semiótica: Língua Natural, Figuras Geométricas, Sistemas de Escritas e Gráficos Cartesianos. No estudo das ciências, além da linguagem dos símbolos matemáticos, segundo Lemke (1998) há a linguagem visual e a linguagem das operações experimentais.

Assim, na área de física, utilizam-se os mesmos registros da matemática, uma vez que a linguagem da física é a matemática, aliados a diferentes formas de representação possibilitadas por objetos, instrumentos, experimentos, softwares, os quais vão tornar possível ao aluno a sua manipulação, medindo, observando, comprovando, simulando, analisando fenômenos, leis e princípios. As atividades práticas contribuem para dar um sentido real ao fenômeno/problema a ser estudado e podem possibilitar a descoberta e significação.

Apresentação e Discussão dos Resultados

Dois episódios (tabela 2) foram retirados de aulas do 2º ano do ensino médio sobre a Lei dos Gases. Na primeira coluna estão as falas dos alunos e do professor na aula inicial sobre o tema (turnos 1 a 16) e na aula com intervenção, na qual sugerimos (em conjunto com o professor) algumas atividades (turnos 17 a 25). Na segunda coluna estão as análises.



Tabela 2: Episódios de uma aula sobre as Leis dos Gases

Episódio 1- Aula inicial-turnos 1 a 16	Análise
<p>O professor desenhou na lousa uma bexiga, uma bexiga cheia de ar e outra, cheia de água, com diferentes volumes, para explicar a <i>elasticidade</i> e a <i>flexibilidade</i> da bexiga. Os alunos, dispostos junto às paredes ao redor da sala, se mostram pouco interessados.</p> <p>T1-Prof. – A bexiga possui uma flexibilidade e à medida que eu vou enchendo de ar, ela aumenta o seu volume, ou seja, aumenta o volume de ar interno. Se colocarmos água em seu interior, ela também aumenta o seu volume, mas fica mais pesada, portanto, verificamos [...] que o ar ou a água no interior de uma bexiga ocupam um volume. (I)</p> <p>O professor continua falando: Existem na Física, três fórmulas para os gases: O professor escreve na lousa (iso=igual) e os termos Isobárica, Isovolumétrica e Isotérmico. Continua falando e escrevendo na lousa:</p> <p>Isobárica: representa a mesma pressão/varia (T) e (V);</p> <p>Isovolumétrica: representa volumes iguais/varia (T) e (P);</p> <p>Isotérmico: representa temperaturas iguais/varia (P) e (V).</p> <p>Por exemplo: Quando falamos em isobárico, significa que as pressões trabalhadas são iguais e o que varia são: a (T) e o (V).</p> <p>T2-Aluna – Professor, você colocou na lousa <u>tempo</u> e <u>velocidade</u>? (I)</p> <p>T3-Prof. – Não, eu coloquei <u>Temperatura</u> e <u>Volume</u>. Eu vou escrever para vocês o conceito. (R)</p> <p>T4-Prof. – Continuando [...] 1) Você têm dois béqueres, em cada um você coloca um líquido de volumes diferentes, os volumes são: $V_1=X$ e $V_2=Y$, à Temperatura de 52°C. Então, eu vou pegar o volume $V_1=X$ e o $V_2=Y$. (I)</p> <p>T5-Aluna – Professor, da onde saiu o X? (I)</p> <p>T6-Prof. – Daqui! Aponta com o dedo [...]. (R)</p> <p>Continua a explicação apontando para o exemplo da lousa: - Esse vezes esse, é igual a esse.</p> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{cc} X & Y \\ \downarrow & \downarrow \\ \text{Regra: } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \text{onde } T_1 \text{ é igual a } 52^\circ\text{C}. \\ \text{Portanto temos: } T_2 = \frac{V_2 X 52}{V_1} \\ \text{Regra de três: } T_2 = \frac{Y X 52}{X} \end{array}$ </div> <p>Aqui, temos que substituir o V_2 pelo Y, o T_1 pelo valor da temperatura que é igual a 52 e o V_1 pelo X. Finalmente, colocar o resultado de T_2 e colocar na fórmula. No outro exercício, só precisa fazer a regra de três. (I) [...]</p> <p>O professor continua a resolver problemas.</p> <p>T7-Prof. – Então, [...] tentem resolver o próximo exercício. [...] O professor chama a atenção dos alunos para que quando o resultado é dado em Mols, não precisa dizer que é número de moléculas. (I)</p>	<p>Análise</p> <p>Análise do Discurso: Turnos 1 a 6</p> <p>Intenções do professor: Introduzir e desenvolver a ‘estória científica’.</p> <p>Conteúdo do discurso: classificado como descrição, uma vez que o professor fala sobre gases em termos das grandezas constituintes, volume, temperatura e pressão.</p> <p>Abordagem Comunicativa: é interativa/de autoridade, pois apesar dos alunos se manifestarem, há somente um ponto de vista na interação.</p> <p>Padrões de interação: Nos turnos 1 a 6, a alternância entre o professor e os alunos caracteriza a cadeia de Padrões Interativos do tipo I-I-R-I-I-R-I, ou seja, não há avaliação da resposta do aluno, pois o professor não faz perguntas à classe.</p> <p>Intervenções do professor: não analisado</p> <p>Representações semióticas utilizadas: Figuras ; Língua natural; Símbolos; Cálculos Associações verbais</p> <p>Análise quanto às representações semióticas: Nos turnos 2 e 5 observa-se o não entendimento da aluna quanto aos símbolos utilizados. Para ela, T e V poderiam ser representações de tempo e velocidade e não Temperatura e Volume, apesar do professor ter iniciado a aula desenhando bexigas para evidenciar o volume ocupado pelo ar e pela água e ter apresentado as transformações gasosas, portanto tendo falado em volume e temperatura. A aluna não conseguiu realizar a passagem da figura e da língua natural para a representação simbólica, dificultando o seu entendimento quanto aos símbolos V e T, pelo fato dela ter entrado em contato pela primeira vez com essa representação. Justifica-se a dificuldade de substituir os valores numéricos pelos símbolos, em função da dificuldade do reconhecimento do próprio símbolo. Assim como, entender o enunciado do problema proposto.</p> <p>Na equação $V_1/T_1 = V_2/T_2$, sem explicar que é uma transformação isobárica, o professor introduz mais símbolos, desnecessários a nosso ver, associando X e Y a V_1 e V_2, o que leva a aluna perguntar o que é o X. Mais símbolos sem significados.</p> <p>Análise do Discurso: Turnos 7 a 16</p> <p>Intenções do professor: introduzir uma ideia científica, a fórmula da lei dos gases perfeitos.</p> <p>Conteúdo do discurso: classificado como</p>

<p>T8-Aluna 1 – Professor, como que eu faço? (I)</p> <p>T9-Prof. – Você substitui os números, os dados do problema na fórmula e acha o resultado! Veja: $P.V = n.R.T$ (R)</p> <p>Você tem o $V = 4,1$; o $n = 3$; o $R = 0,082$ e o $T = 400$. Portanto, temos: $a P = 24$.</p> <p>O professor resolve o exercício na lousa e coloca a resposta. [...]</p> <p>T10-Aluno 1 – O que é a constante? (I)</p> <p>T11- Aluno 2- A constante é esse número 0,082 aqui, aponta para o exercício. (R)</p> <p>O aluno não entende porque é utilizada uma constante. A outra aluna responde ao colega.</p> <p>T12- Aluna 2: por que é!!! (R)</p> <p>T13-Aluno 1 – Professor eu não entendo o atm. É Temperatura? (I)</p> <p>T14-Aluno 2 - É em litros ou em centímetros cúbicos? (I)</p> <p>T15-Aluno 1 - O ar não é líquido porque que o volume é em litros? (I)</p> <p>T16-Prof. – O T é de temperatura e o atm é a unidade de medida usada para a Pressão atmosférica. (R)</p>	<p><i>descrição, uma vez que o professor fala sobre o a lei dos gases em termos das grandezas constituintes.</i></p> <p>Abordagem Comunicativa: <i>é interativa/de autoridade, pois apesar dos alunos se manifestarem, há somente um ponto de vista na interação.</i></p> <p>Padrões de interação: <i>interativa/de autoridade (não dialógica). Os Padrões Interativos são do tipo I-I-R-I-I-R-I. A abordagem interativa permitiu que os alunos fizessem perguntas sobre as unidades das grandezas, mas a resposta do professor (turno 16) não contempla às perguntas dos turnos 14 e 15.</i></p> <p><i>A alternância de turnos entre o professor e os alunos caracteriza a cadeia de Padrões Interativos do tipo I-I-R-I-I-R-I, ou seja, não há avaliação da resposta do aluno, pois o professor não faz perguntas à classe.</i></p> <p>Intervenções do professor: <i>não analisado</i></p> <p>Representações semióticas utilizadas: <i>Língua natural; Símbolos; Fórmulas; Cálculos; Associações verbais</i></p> <p>Análise quanto às representações semióticas <i>Surge a dúvida (turnos 10 a 12) quanto ao símbolo R, que é constante universal dos gases R, que varia conforme variam as unidades de pressão e temperatura. Mas o professor não esclarece esse fato e coloca o valor 0,082, sem as unidades, que a nosso ver poderiam auxiliar o entendimento dos alunos. O aluno não conseguiu realizar a passagem da língua natural para a representação simbólica. Nos turnos 13 e 14 os alunos mostram falta de entendimento quanto às unidades. Perguntam os alunos: O que significa atm? Por que os volume do ar é em litros?(ver turno15)</i></p>
<p>Episódio 2: Aula com intervenção-turnos 17 a 29</p> <p>O professor escreve na lousa a fórmula e o que significa cada símbolo falando em voz alta. Pelo fato dos alunos demonstrarem ter dúvidas quanto às unidades das grandezas físicas trabalhadas, foi sugerido ao professor que trabalhasse esses conceitos, a partir de materiais do cotidiano do aluno (turnos 17-26). Assim, de posse de balões de aniversário, garrafa PET, fita métrica e um recipiente graduado, o professor vai mostrando os materiais e fazendo gestos. Os alunos se aproximam da mesa para ver os materiais.</p> <p>T17-Prof. - O professor pega a bexiga e enche de ar, segura dando um nó, para que o ar não sai e mostra para sala. Mostra também a garrafa PET aparentemente vazia (mas cheia de ar!!). Depois enche a bexiga com água.</p> <p>T18-Prof. - Quando enchemos uma bexiga de ar em uma festa de aniversário, o que acontece? (I)</p> <p>T19-Alunos - Agente brinca, joga e estoura no final da festa. (R)</p>	<p>Análise do discurso-turnos 17 a 29:</p> <p>A intenção do professor <i>é criar um problema e explorar as ideias dos alunos.</i></p> <p>O conteúdo do discurso <i>é classificado como explicação, pois estabelece relações entre o fenômeno (o estouro da bexiga) e os conceitos de pressão e temperatura</i></p> <p>A abordagem comunicativa <i>é interativa/de autoridade (não dialógica).</i></p> <p>Os Padrões Interativos <i>são do tipo, I-R-I-R-F-I-I-R-F.</i></p> <p>Intervenções do professor: <i>não analisado.</i></p> <p>Representações semióticas utilizadas: <i>Figuras ; Língua natural; Símbolo; Instrumentos e objetos; Associações verbais</i></p> <p>Análise quanto às representações semióticas: <i>A linguagem natural (oral e escrita), as fórmulas e os símbolos foram os registros semióticos predominante durante as aulas. Mas nesta aula o número de registros semióticos foi aumentado, possibilitando o</i></p>



<p>T20-Prof. – [...] Enquanto eu vou enchendo a bexiga de ar, a uma dada temperatura e a uma dada pressão, a borracha vai distendendo e o seu volume interno vai aumentando até um limite, que se for ultrapassado [...] (I)</p> <p>T21-Alunos – Ela estoura! Completam os alunos. (R)</p> <p>T22-Prof.- Isso mesmo! Esse volume interno de ar acumulado na bexiga e na garrafa pode ser medido ou em metros cúbicos ou em litros, independente de ser ar ou água. Por exemplo, na conta de água da casa de vocês vem o volume de água consumida expresso em metros cúbicos [...]. (F)</p> <p>T23- Prof.- O R é uma constante que está relacionada à pressão e poderá ser expressa em mmHg ou em atm, dependendo dos valores utilizados:1 atm = 0,082 atm l/mol K [...]. (I)</p> <p>T24- Prof.- Quando um dia está muito quente a bexiga cheia de ar estoura naturalmente, por quê? (I)</p> <p>T25-Aluno 1 – Porque está muito cheia. (R)</p> <p>T26-Prof. – Não só por isso. <u>Porque quando a temperatura está elevada e a bexiga se encontra cheia de ar, as moléculas de ar se tornam mais agitadas e se movimentam mais, expandindo o volume interno e a bexiga que já está cheia estoura. Com o calor o ar expande, as moléculas se distanciam uma das outras. Entenderam? [...]</u> (F)</p> <p>T27- aluno: <u>Os nomes são difíceis pra gente guardar e as fórmulas também. Eu confundo a letra, mas agora eu entendi que o T é de temperatura e atm é a unidade de pressão e que pressão é o P (grande). Agora eu entendi que é a pressão do ar dentro dela que faz a parede da bexiga distender e aumentar o volume.</u></p> <p>T28- Prof. O professor utiliza a jarra plástica para mostrar o volume de água em litros e coloca na bexiga um pouco de água, exemplificando que podemos medir em metros cúbicos também. Usa a fita métrica utilizada para medir uma superfície plana e explica que volume deve ser calculado nas três dimensões, a área (dois lados) que é medida em metros quadrados e a altura, fazendo e relação das medidas com o volume de ar e água, em metros cúbicos. Não é difícil, diz o professor para a classe.</p> <p>T29- Aluno 1: <u>Agora eu sei que o volume pode ser medido, como é mesmo?</u> O aluno olha para a lousa e fala: - em cm³ ou em litro. Não é só líquido que mede em litro, o ar também!</p>	<p><i>entendimento por parte dos alunos uma vez que facilitou a formação, o tratamento e a conversão entre esses registros.</i></p> <p><i>O professor, ao fazer associações entre objetos e fatos do cotidiano- garrafa PET, vasilha graduada, conta de água, bexiga- com as grandezas físicas que vinham sendo trabalhadas, consegue uma maior participação dos alunos sendo que as respostas mostram entendimento.</i></p> <p><i>No turno 27 um aluno diz saber agora que o T é temperatura, atm, unidade de pressão e que P-maiúsculo é pressão, diferente do p minúsculo- que quer dizer peso. Essa fala especialmente demonstra a grande dificuldade dos alunos com os símbolos usados para representar as grandezas físicas. As atividades práticas contribuíram para dar um sentido real às grandezas volume, pressão, temperatura bem como às unidades utilizadas.</i></p> <p><i>No turno 28 o professor exemplifica as medidas de volume.</i></p> <p><i>No Turno 29 um aluno diz ter entendido que o volume de ar pode ser também medido em litros.</i></p>
--	--

De forma geral, observa-se um maior interesse dos alunos em aulas mais dinâmicas, sendo que as atividades práticas contribuíram para dar um sentido real ao fenômeno/problema estudado. A fala de um aluno sintetiza essa observação: Aluno – *Eu não entendo as fórmulas, pra quê servem. Mas quando a gente vê a experiência, fica mais fácil!*

Do episódio 1 para o 2 observa-se uma mudança da postura do professor e dos alunos. Embora nos dois episódios a abordagem comunicativa seja interativa/de autoridade, verificamos que no episódio 2 o professor busca expocar mais as ideias dos alunos, alterando-se também os padrões de interação. A linguagem natural, o sistema de escrita, as fórmulas e os símbolos foram os registros semióticos predominante durante as aulas. Nas aulas com intervenção, o número de registros semióticos foi aumentado, possibilitando o entendimento por parte dos alunos uma vez que facilitou a formação, o tratamento e a conversão entre esses registros.

No episódio 2 há maior interação e o professor fica mais atento às representações. Faz a leitura em voz alta dos exercícios (Língua Natural), escreve todas as etapas do problema (Sistema de Escrita), explica os dados trazendo exemplos ou fazendo um experimento como o do balão (representação visual) e os alunos elaboram verbalmente a situação problema (associação verbais).

Considerações Finais

A ferramenta analítica permitiu analisar a forma como os alunos se apropriaram (ou não) dos conhecimentos sobre gases, as grandezas físicas e suas unidades. Entendemos que o objetivo estabelecido foi alcançado, pois verificamos no episódio selecionado, assim como em outros não relatados aqui por uma questão de espaço, que houve uma mudança no padrão interativo do discurso do professor a partir da realização de intervenções propositadamente inseridas a partir de constatações de problemas de ensino aprendizagem em aulas ministradas anteriormente.

Quanto à abordagem comunicativa, a análise permite inferir que o discurso do professor é interativo/ de autoridade, não dialógico, pois permite a participação dos discentes, mas em geral, não leva em consideração as suas ideias. Ou seja, somente um ponto de vista, o da Ciência, é considerado na interação.

Em geral, as intenções do professor são desenvolver uma ideia científica por meio da aplicação de um exercício, sem explorar com perguntas as ideias dos alunos sobre as grandezas envolvidas e sem destacar os símbolos utilizados e/ou fazer a conversão entre eles. O conteúdo do discurso é classificado em geral, como descrição, mas se altera para explicação na aula em que são realizadas atividades, pois o professor estabelece, por exemplo, relações entre o fenômeno (o estouro da bexiga) e os conceitos de pressão e temperatura. Os Padrões Interativos passam de I-R para I-R-F, mas mesmo dando mais atenção às respostas dos alunos, ainda não é



dada a devida atenção para a formação, o tratamento e a conversão entre os registros semióticos utilizados.

De maneira geral, podemos apontar que as condições de produção do conhecimento nessa sala de aula, não favorecem a internalização da compreensão das leis dos gases pelos alunos, observando-se as particularidades dos movimentos cognitivos desenvolvidos ao longo das atividades. Os resultados indicam que uma das grandes dificuldades dos alunos é associar o símbolo à grandeza física. A indefinição do objeto, por exemplo, quando a aluna pergunta se V e T são Velocidade e Tempo em vez de Volume e Temperatura leva à perda do significado pretendido pelo professor. Mas as mudanças ocorridas quando há atividades planejadas em aula, embora pequenas, e que podem vir a melhorar a aprendizagem, nos levam a inferir que para a promoção de funções psicológicas superiores (pensar, agir, falar, memória lógica, ter consciência das coisas, etc.) o professor precisa atuar intencionalmente entre o objeto de conhecimento e o aluno, de forma a significar, relacionar e reelaborar os conhecimentos adquiridos.

Referências Bibliográficas

- Amaral, E. M. R., & Mortimer, E. F. (2005). Proposta metodológica para análise da dinâmica discursiva em sala de aula. In: *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, SP, Brasil.
- Bakhtin, M. (1986). *Marxismo e filosofia da linguagem* (M. Lahud e Y. F. Vieira, Trad.). São Paulo: Hucitec. (Obra original publicada em 1929).
- Duval, R. (2003). Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática, *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*, (11-33). Campinas: Papirus.
- Duval, R. (2009). Semiósis e Pensamento Humano: Registros Semióticos e Aprendizagens Intelectuais. *Coleção Contexto da Ciência*. Editora Livraria da Física.
- Duval, R. (2012). Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento (M. T. Moretti, Trad.) [Versão eletrônica], *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 07, (2), 266-297.
- Fontana, R. A. C. (2006). Contribuições da abordagem enunciativa de Bakhtin para a compreensão das elaborações dos sentidos da docência nos processos de

formação inicial de professores [Mimeo]. *Programa de Curso de Prática de Ensino*. FE – Universidade de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

Fontana, R. A. C., & Cruz, M. N. (1997). *Psicologia e trabalho pedagógico* (p. 232). São Paulo: Atual.

Lemke, J. L. (1998). Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions. Recuperado de <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>

Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2002). Atividades discursivas nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino [Versão eletrônica], *Investigações em Ensino de Ciências*, 7, (3), 283-306.

Pino, A. (1995). Cognição e Linguagem: Semiótica e cognição na perspectiva histórico-cultural [Versão eletrônica], *Temas em Psicologia*, 1, (2), 31-40.

Souza, V. F. M., & Sasseron, L. H. (2012). As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos [Versão eletrônica], *Ciência & Educação*, 18, (3), 593-611.

Vygotsky, L. S. (1984). *A formação social da mente* (3a ed.). São Paulo: Martins Fontes.