

OS TEXTOS PARADIDÁTICOS E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA: UM ESTUDO SOBRE A IDEOLOGIA DO DISCURSO DOCENTE

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

EEAR – UNESP/BAURU
maureliomonteiro@uol.com.br

Odete Pacubi Baiarl Teixeira

UNESP/GUARATINGUETÁ
opbt@feg.unesp.br

André Ricardo Soares Amarante

UNESP/BAURU
andré@feg.unesp.br

José Lourenço Cindra

UNESP/GUARATINGUETÁ
jlcindra@uol.com.br

Isabel Cristina de Castro Monteiro

UNESP/BAURU
Icc.monteiro@uol.com.br

Resumo

Neste trabalho, temos o objetivo de identificar traços explícitos e implícitos do discurso adotado por professores de Física do ensino médio, ao elaborarem um texto paradidático a ser utilizado em aulas cujo enfoque é o desenvolvimento histórico relacionado aos fenômenos térmicos, objetivando a diferenciação dos conceitos de calor e temperatura.

1 INTRODUÇÃO

Sendo a Ciência uma construção humana, uma das muitas formas culturais da humanidade e, portanto, um valor orientador da sociedade tecnológica contemporânea, é imprescindível à formação do cidadão crítico e atuante, que haja qualidade no ensino de Ciências, pois ele deve preparar o futuro cidadão para compreender os mais amplos significados da Ciência: sua natureza, seu fazer, suas limitações e seus potenciais de atuação na sociedade.

A partir desse ponto de vista, a educação científica proposta para enfrentar os desafios que a modernidade nos impõe, vai além do simples domínio cognitivo; exige na verdade, a incorporação de procedimentos e a aquisição de atitudes que capacitem o indivíduo para o exercício da cidadania.

O tamanho e a complexidade desse desafio têm desencadeado vários esforços na busca de contribuir para a melhoria do ensino de Ciências em nossas escolas. Entretanto, o que observamos é que na maioria de nossas escolas não consegue ultrapassar a simples e ineficaz fórmula de ensinar a partir da transmissão de conceitos, presas que estão ao tradicionalismo, resultado de múltiplos fatores, dentre eles a inexistência de uma adequada formação de nossos professores, tanto do ponto de vista conceitual quanto do metodológico.

Entretanto, sabemos que, ao considerarmos as solicitações que se fazem necessárias em torno dos objetivos da educação científica, a formação de professores destaca-se como um tema crucial, uma vez que é o professor quem pode e deve implementar parte das mudanças necessárias para garantir uma educação escolar de qualidade.

Alguns autores, entre os quais GUSTAFSON & ROWELL (1995), HASHWEH (1996), PORLÁN et al.(1998), têm afirmado que a adoção de uma prática docente centrada em um conteúdo pretensamente verdadeiro e desvinculado da realidade dos alunos está relacionada à suas concepções empiristas e indutivistas da ciência. Essa postura docente, que vai se calcificando com o tempo e conseqüentemente se tornando resistente a mudanças, contribui muito pouco ou quase nada para a formação do cidadão crítico e consciente que a atualidade exige.

Diante dessa realidade, faz-se necessário que o professor não só possua conhecimento específico da disciplina a ser ensinada, como é fundamental a reformulação de suas concepções simplistas acerca da natureza da Ciência e do ensino de Ciências. Além, é claro, de ser capaz de assumir uma postura crítica e independente, capaz de refletir, questionar e mudar sua prática pedagógica, bem como de ter acesso à pesquisa e à inovação (CARVALHO e GIL-PEREZ, 1993).

Nesse sentido, parece existir um consenso entre os pesquisadores em ensino de Ciências acerca da importância da utilização da História da Ciência como poderoso auxiliar na busca de se construir, não apenas uma compreensão sobre os conceitos científicos, mas também o de permitir uma análise crítica sobre a natureza da ciência, do trabalho do cientista e de seu impacto sobre o cotidiano e o futuro da sociedade.

Não há dúvidas de que conhecer os processos pelos quais as idéias científicas evoluíram pode oferecer ricos subsídios ao professor quando na elaboração de atividades e estratégias didáticas, possibilitando-o superar as fórmulas tradicionais de se dirigir aulas de ciências. Além disso, é inegável que identificar as idas e vindas do desenvolvimento conceitual científico, mediante a análise dos aspectos peculiares do trabalho do cientista como uma construção coletiva, pode contribuir para uma desmitificação da ciência e do fazer científico (SILVA, 1995; CASTRO,1993).

Contudo, é preciso destacar o papel do discurso adotado nas diferentes formas interativas que ocorrem em sala de aula. É preciso considerar que a sala de aula se constitui num espaço social no qual a linguagem utilizada assume particularidades próprias, resultado de uma mistura de diferentes discursos. O discurso científico escolar, portanto, está relacionado com outros tipos de discursos: o científico, o pedagógico, o da divulgação científica, e o do cotidiano (MORTIMER,1998).

Além disso, é preciso considerar que o discurso escolar estabelecido, principalmente, pela fala do professor e/ou pelos textos didáticos e paradidáticos se constitui em ferramenta cultural de controle social, pois comunica, implicitamente e/ou explicitamente, um conteúdo político e ideológico.

Para WERTSCH (2003), as narrativas históricas, que assumem o status de discurso oficial do passado, estruturam a realidade segundo o ponto de vista de quem as profere. Assim, valores, idéias e versões da realidade são “produzidos” e transmitidos por um discurso oficial e “consumidos” por aqueles a quem este se destina.

Para o autor, o termo consumir é aplicado no sentido de apropriação crítica e consciente de um determinado discurso, resultado de um amplo processo reflexivo. Contudo é preciso destacar que há narrativas que são aceitas sem qualquer exercício de criticidade e reflexão.

Interessados em analisar a questão da produção e do consumo de narrativas históricas do desenvolvimento científico, buscamos investigar os aspectos ideológicos do discurso adotado por professores de física do ensino médio ao elaborarem um texto paradidático abordando a evolução histórica dos conceitos de Física térmica.

2 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

O texto elaborado por professores de física do ensino médio, que analisaremos nesse trabalho, se constituiu de uma das atividades desenvolvidas num curso de formação continuada voltado para professores de Física do ensino médio, oferecido pela UNESP de Guaratinguetá no âmbito do projeto PROCiência, cujo objetivo era o de envolver o professor/aluno em um processo de reflexão sobre sua prática em sala de aula e em uma investigação para a construção coletiva de uma proposta pedagógica consciente que pudesse gerar atividades que fossem significativas para a aprendizagem dos alunos e que efetivamente se incorporassem pelo professor em sua prática docente.

Numa primeira etapa de encontros de trabalho, estruturamos nossas atividades da seguinte maneira:

- Levantamento de concepções dos professores/alunos acerca do ensino e da aprendizagem;
- Levantamento de concepções dos professores/alunos acerca da natureza da Ciência e do fazer científico;
- Apresentação e discussão de idéias acerca da Filosofia da Ciência: O Indutivismo, A teoria de Karl Popper; A teoria de Kuhn, A teoria de Lakatos e A teoria de Feysabend e de Laudan.
- Apresentação e discussão sobre a teoria de Mudança Conceitual no ensino de Ciências e as concepções espontâneas apresentadas por alunos;
- Apresentação e discussão sobre a influência de teorias que propõem uma abordagem mais sociológica no ensino de Ciências;
- Reflexão e discussão sobre a abordagem deficiente dos conceitos de Física Térmica no ensino médio adotada por professores e pelos livros didáticos;
- Discussão e proposição de uma nova abordagem para o ensino de Física Térmica baseada na teoria cinético-molecular.
- Discussão sobre o ensino de Ciências a partir de Problemas abertos;
- Discussão sobre o papel da experimentação e da demonstração no ensino de Ciências.

Esses encontros de trabalho visavam oferecer instrumentos aos professores/alunos que possibilitassem, numa segunda seqüência de encontros, construir juntamente conosco, não só uma nova proposta, mas também um conjunto de atividades que pudessem efetivamente ser incorporadas às suas práticas docentes.

Numa segunda etapa de encontros foi possível construir com os professores a seguinte proposta de estruturação de atividades a ser trabalhada posteriormente com os alunos em situação real de sala de aula:

- a) A produção de textos que tratem sobre conceitos de Física Térmica com abordagens históricas, filosóficas e políticos-sociais.
 - b) A estruturação de práticas experimentais e demonstrativas; e
 - c) A proposição de problemas abertos.
- As atividades propostas abordaram os Conceitos de Física Térmica a partir dos seguintes módulos:
 - TEMA1 – O CALOR E SUA PRODUÇÃO (A energia e sua transformação)
 - TEMA 2 – O CALOR E SEUS EFEITOS (A dilatação, as mudanças de estados físicos e a realização de trabalho mecânico)

TEMA 3 – O CALOR E A TEORIA CINÉTICO-MOLECULAR (A teoria atômica, transformações gasosas, distribuição probabilística, ciclos termodinâmicos e entropia)

TEMA 4 – O CALOR E OS EFEITOS QUÂNTICOS (A radiação do corpo negro e a catástrofe do Ultravioleta)

O texto que analisaremos como fonte de dados de nossa pesquisa foi desenvolvido no contexto que expomos acima, estando relacionado com os 4 temas .

3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

Levando em conta que no discurso escolar há diferentes tipos de discursos que se combinam, o discurso pedagógico, o cotidiano, e o científico, procuramos avaliar o texto elaborado pelos professores, buscando evidenciar quais tipos de discursos predominam e quais efeitos de intencionalidade esse predomínio provoca.

Com relação ao discurso cotidiano estamos nos referindo a situações em que o texto se remete a experiências vivenciadas pelos alunos para discutir e analisar uma determinada maneira de pensar. Nesse tipo de discurso alguns traços são mais observados como contextualizações de questões ambientais, sociais, culturais, relativos ao corpo, à saúde, a questões que tratam ou questionam fatos do senso comum. Quanto ao discurso científico estamos nos referindo a enunciações típicas da ciência, tais como explicações, descrições, classificações, argumentações, etc. Quando nos referimos ao discurso pedagógico estamos nos remetendo à marcas textuais que se referem a recapitulações, organizações de idéias, utilização de metáforas, lembretes e destaques de idéias chamando a atenção do leitor para fatos que o autor julga importante para conclusão de determinadas questões.

Além de analisar a presença desses diferentes tipos de discursos no texto produzidos pelos professores, procuramos avaliar como a combinação destes, contribuíram para promover uma maior interatividade com o leitor. Para tanto, utilizamos os critérios estabelecidos por WERSTCH (1984) para se identificar à ocorrência ou não de mecanismos textuais que colaboram ou não para a existência de interações entre o leitor e o texto, tendo em vista que estamos considerando que a ocorrência dessas interações pode possibilitar uma postura crítica e reflexiva do aluno perante o texto lido.

Para WERSTCH (*opus.cit.*), três condições devem ser consideradas quando desejamos estabelecer interações sócias verdadeiras. São elas:

- *a definição de situação*, ou forma como cada um dos participantes entende o assunto ou tema dentro do contexto da interação;
- *a intersubjetividade*, ação entre os sujeitos participantes da interação com objetivo estabelecer ou redefinir o assunto ou tema em questão, e a
- *mediação semiótica*, mecanismos ou formas adequadas de linguagem, no sentido amplo do termo, que tornam possíveis a intersubjetividade.

Ainda buscando a maior compreensão das interações sociais, DAVIS *et al.* (1989) sugerem que:

“as interações sociais que efetivamente contribuem para a construção do saber e que, por essa razão, são consideradas educativas referem-se [...] a situações bem específicas: exigem coordenação de conhecimentos, articulação de ação, superação de contradições, etc. Para tanto, é preciso que certezas sejam questionadas, o implícito explicitado, lacunas de informação preenchidas, conhecimentos expandidos, negociações entabuladas, decisões tomadas. Tal interação, no entanto, ocorrerá apenas na medida em que houver conexões entre seus objetivos (conhecimentos a serem construídos) e o universo vivido pelos

participantes, entendidos enquanto atores que possuem interesses, motivos e formas próprias de organizar sua ação. Para que os parceiros de uma dada interação abram mão da individualidade que os move, é fundamental que o significado e a importância da atividade conjunta esteja claro para todos os envolvidos. [...] Debates, questionamentos, ilustrações, explicações, justificativas, extrapolações, generalizações e inferências são presença obrigatória nas interações sociais que se quer nas escolas”.

Nesse sentido, nossa análise do discurso docente, adotado no texto elaborado por professores do ensino médio, estará centralizada na identificação e avaliação dos efeitos de sentido e intencionalidade que as características predominantes de determinado tipo de discurso, próprio do discurso escolar, poderão provocar nos alunos leitores. Além disso, buscaremos identificar elementos no texto dos professores que propiciam ou dificultam uma maior interação com o leitor.

4 ANÁLISE DOS DADOS

O texto elaborado pelos professores apresenta os seguintes tipos de discursos combinados compondo e apresentado idéias acerca da evolução histórica sobre os fenômenos de Física térmica:

TABELA 1 - DADOS RELATIVOS AOS DIFERENTES TIPOS DE DISCURSO QUE APARECEM COMBINADOS PARA COMPOR O TEXTO ELABORADO POR PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

TIPOS DE DISCURSO	INCIDÊNCIA	EXEMPLOS
CIENTÍFICO	25%	<p>“Por contração e acrescência de matéria interestelar o protoplasma foi aumentando a massa e criou ao seu redor um campo gravitacional.”</p> <p>“A variação de energia interna de um sistema é igual à diferença entre a quantidade de calor e o trabalho trocado pelo sistema e a vizinhança..”</p>
COTIDIANO	5%	<p>“Podemos produzir calor pelo atrito, basta que esfreguemos as mãos.”</p> <p>“Podemos aquecer a água de várias maneiras: usando o fogo, usando um ebulidor elétrico, colocando-a ao sol, agitando-a, etc...”</p>
PEDAGÓGICO	70%	<p>“O que é calor? Existe algo como um fluido ígneo? Existe algo que pode ser chamada de calórico? Foi a partir dessas indagações que tiveram início às idéias que tratam o calor como energia. A seguir vamos ver como isso evoluiu.”</p> <p>“Como sabemos, a energia do universo é constante...”</p> <p>“Essa idéia de transformar calor em trabalho não era nova. Lembra-se da Máquina de Hieron? .”</p>

Com base nos dados da tabela acima, podemos observar que houve uma predominância do discurso pedagógico sobre os demais tipos de discurso. Destaque para a quase inexistência do discurso próprio do cotidiano. Esse fato nos leva a concluir que não houve uma preocupação em aproximar o discurso científico das experiências próprias vivenciadas pelos alunos. O texto, apesar de apresentar muitas ilustrações, descrever minuciosamente determinados períodos históricos, enfatizando em cada tópico as principais idéias, contraposições e explicações, não apresentou nenhuma situação fora do contexto científico, desprezando situações próprias da vivência do aluno que com certeza lhe é mais significativa do que qualquer outro experimento proposto pelos cientistas.

O texto marcadamente de caráter pedagógico, mostra uma linearidade que não ocorreu de fato na história da ciência. Apesar de mostrar os embates entre os modelos teóricos propostos, evidenciando suas limitações e avanços, apresentou os fatos de maneira tal, cuja impressão é a de que houve uma linearidade, graças à racionalidade científica e o poder da experimentação.

Apesar da discussão estabelecida nos encontros de estudos, para prepararmos as atividades, termos discutido e analisado idéias mais modernas sobre a natureza da ciência e do fazer científico, fatores próprios da identidade docente (sua história com a educação, tanto como aluno como professor, sua relação com os livros didáticos, sua relação com a sociedade, etc.) tiveram uma influência mais decisiva no momento de produção do texto.

Com relação aos aspectos interativos, o texto elaborado pelos professores apresenta as seguintes características relativas às condições propostas por WERSTCH (1984) para a ocorrência de interações sociais verdadeiras.

A Tabela 2 evidencia a maneira pela qual os recursos necessários para se desencadear uma interação verdadeira entre leitor e texto foi levada em conta pelos autores.

Quanto à definição de situação, condição na qual o produtor do texto oferece meios ao leitor de se envolver com o tema ou o assunto discutido, estabelecendo uma estrutura textual que possibilite que leitor e produtor estejam falando do mesmo assunto, temos a pouca ou quase a total inexistência de situações do cotidiano do aluno. Fato que se contemplado poderia permitir, além de um maior interesse pelo tema tratado, uma melhor compreensão das questões abordadas.

No segundo exemplo citado na tabela, relativo a definição de situação apresentada no texto, os autores partem do pressuposto de que ao proporem aos alunos que pensem no fato de que ao se conhecer determinadas propriedades de determinadas substâncias que variavam com a variação de temperatura, eles se sentiriam motivados ou teriam recebido os elementos necessários para compreender que esse fato foi à base para o surgimento da idéia da construção do termômetro.

É evidente que situações mais próximas do seu cotidiano poderiam sortir mais efeito. Talvez a sugestão de um experimento, ou uma questão que os levassem a sentirem desafiados a continuar a leitura.

Quanto à questão da intersubjetividade, condição própria do encaminhamento que os autores do texto devem levar em conta para responder ou manter o leitor motivado nas condições de definição de situação para continuar a interação com a leitura, limitam-se a apresentar descrições de como diferentes cientistas variaram suas ações para atingirem as formas atuais de se conceberem os fenômenos térmicos.

Utilizando expressões como: “ele provou”; “diante de provas cabais não haviam mais argumentos”; “o grande Aristóteles”, “Joule em sua genialidade”, os autores comunicam a idéia de que a ciência e a experimentação conduzem à verdade e que diante delas não há argumentos. Evidenciam a idéia do cientista como alguém dotado de grande inteligência.

Esse fato nos remete que a interação não motiva uma ação de caráter crítico do aluno, mas oferece, no mínimo, uma motivação para se aceitar as idéias expostas no texto como verdadeiras.

Nesse aspecto a utilização da história da ciência não cumpre seu papel indicado pelos educadores e pesquisadores em ensino de ciências, no sentido de evidenciar e desmitificar a natureza da ciência e do fazer científico.

TABELA 2 - DADOS RELATIVOS ÀS CARACTERÍSTICAS PRESENTES NO TEXTO ELABORADOS PELOS PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO COM RELAÇÃO AO SEU POTENCIAL EM DESENCADear INTERAÇÕES SOCIAIS VERDADEIRAS

CONDIÇÕES PARA AS INTERAÇÕES SOCIAIS VERDADEIRAS: A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA	EXEMPLOS EXTRAÍDOS DOS TEXTOS ELABORADOS PELOS PROFESSORES
DEFINIÇÃO DE SITUAÇÃO	<p>“Nossas sensações tentam distinguir o quente do frio a todo momento. A curiosidade e a necessidade fizeram com que o homem procurasse respostas para questões relativas a questão do frio e do quente.”</p> <p>“Por volta de 300 aC Straton de Lamsapkos já sabia que o ar possuía elasticidade e tinha a noção de que as moléculas dos corpos não se tocam de modo contínuo, havendo espaço vazios ente elas. Heron de Alexandria já conhecia a dilatação do ar devido ao calor. Com base nesses conhecimentos eles já poderiam construir o termômetro.”</p>
INTERSUBJETIVIDADE	<p>“ O grande filósofo Aristóteles, no século IV a.C. também procurava explicações para essas questões inquietantes, acreditando que as substâncias eram formadas por quatro elementos: terra, água, ar e fogo e por quatro qualidades primárias: quente, frio, seco e úmido.”</p> <p>“ Jean Rey (1552 – 1632) em 1630 utilizou a água como substância termométrica ao contrário do termoscópio de Galileu, que utilizava água.”</p> <p>“ Foi Fernando II de Toscana (1630- 1670), por volta de 1644, que utilizou pela primeira vez um termômetro cuja extremidade da haste era fechada, evitando o contato da substância com o ar, e utilizava o álcool como substância termométrica.”</p>

Quanto à mediação semiótica, ou seja, a escolha lexical a ser utilizada com os alunos, pode-se perceber um linguajar formal, na qual se utilizam palavras de cunho científico, cuja utilização em situações cotidianas não tem relação conceitual bem definida com o termo usado cientificamente. Não houve nenhuma preocupação em se estabelecer uma possibilidade maior aos alunos em identificar e/ou diferenciar certos termos ou conceitos do ponto de vista

científico com as idéias do senso comum. Nesse sentido, o texto não ofereceu meios para que o aluno evoluísse de sua curiosidade ingênua para uma curiosidade epistemológica.

5 CONCLUSÕES

A linguagem como ferramenta cultural, dotada de valores ideológicos, é instrumento de poder. Independentemente das análises deste ou daquele método de ensino, do uso deste ou daquele instrumento para orientar a prática pedagógica do professor em sala de aula, não se pode prescindir de uma cuidadosa revisão quanto aos valores e as ideologias que estão por detrás de nossos discursos.

A busca por ensino que possibilite a formação de um indivíduo crítico e reflexivo, capaz de atuar de maneira significativa na sociedade deve receber um ensino que lhe permita o exercício de sua autonomia.

É preciso que os cursos de formação continuada de professores possam possibilitar aos docentes, meios para que eles reflitam suas concepções acerca do ensino, da aprendizagem, de sua prática pedagógica e passem a ter uma posição mais crítica quanto ao conteúdo de seu discurso e do discurso que seu material instrucional adota.

Nossa análise se centrou num texto paradidático produzido, por professores do ensino médio, num contexto de produção que privilegiou o debate sobre temas relativo a concepções sobre ensino, aprendizagem e filosofia da ciência. Mesmo com todas as discussões estabelecidas, leituras e estudos realizados e atividades concluídas com o máximo de cuidado para possibilitar intenso envolvimento dos docentes com a inovação e a pesquisa, ainda não conseguimos superar determinados condicionantes culturais, próprios da identidade docente que inconscientemente é extremamente resistente a mudanças.

A adesão a determinadas práticas ou a determinados modismos pedagógicos sem uma reformulação dos valores que comunica implicitamente e, às vezes até explicitamente, em seus discursos não contribui para uma educação de qualidade, mais coerente com as exigências que a sociedade atual nos impõe.

Acreditamos que é somente a partir de processo reflexivo, atento, crítico e persistente sobre o trabalho docente, devidamente apoiado, tanto do ponto de vista institucional quanto pessoal, pode contribuir eficazmente para uma mudança mais significativa no ensino de ciências.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, A.M.P. & GIL PÉREZ, D. Formação de professores de Ciências: tendências e inovações. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p.

CASTRO, R.S. História e Epistemologia da Ciência: investigando suas contribuições num curso de Física de segundo grau. São Paulo, Dissertação de Mestrado. IFUSP/FEUSP.1993.

DAVIS et al. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. Caderno de Pesquisas. São Paulo (71) nov. 1989, pp 49-54

GUSTAFSON, B. F. & ROWELL, P. M. Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. International Journal Science Education. v.17, n. 5, 1995. p.589-605.

HASHWEH, M.Z. Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching. Journal of Research in Science Teacher, v. 33, n.1, 1996. p. 47-63.

MORTIMER, E.F. Sobre chammas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. IN CHASSOT & OLIVEIRA (org). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo, RS:Editora Unisinos, 1998

PORLÁN, ARIZA. R., RIVIERO, GARCÍA. A., MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II Estudios empíricos y conclusiones. Enseñanza de las Ciencias, v. 16, n. 2, 1998. p. 271-288.

SILVA, D. Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura. São Paulo, Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da USP. 1995

WERTSCH, J. V. The zone of proximal development: Some conceptual Issues. In: Rogoff, B. e Wertsch, J. V. (eds): Childrens learning in the “Zone of Proximal Development”- New Directions to Child developmente, n 23 – S Francisco, Jossey – Bass, março, 1984. p 84.

WERTSCH, J. V. Language, Culture and Cognition in a Socio-cultural Perspective In Encontro Internacional de Linguagem Cultura e Cognição, II, Belo Horizonte, Anais Eletrônicos...Belo Horizonte, MG, 2003.