

INVESTIGANDO A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM SALA DE AULA POR MEIO DA ANÁLISE DE PROCESSOS DE ENCULTURAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA

INVESTIGATING THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN CLASSROOM DERIVED FROM THE ANALYSIS OF ENCULTURATION PROCESS: CONTRIBUTIONS FOR THE RESEARCH

Daniela Lopes Scarpa¹
Silvia Luzia Frateschi Trivelato²

¹Faculdade de Educação da USP / Escola de Aplicação da FEUSP, dlscarpa@usp.br

²Faculdade de Educação da USP, slftrive@usp.br

Resumo

As pesquisas sobre ensino e aprendizagem de ciências têm se voltado, cada vez mais, para os aspectos da construção de significados a partir de contextos sociais, privilegiando as maneiras pelas quais as explicações são construídas e compartilhadas no âmbito da sala de aula de ciências. Considerando que os estudantes precisam tomar consciência do papel que a linguagem e os modos de produção específicos de uma determinada área de conhecimento assumem, e considerando também a concepção de Ciência como uma forma de cultura, o presente trabalho pretende apresentar uma revisão bibliográfica, buscando relacionar conceitos e instrumentos que possam fornecer suporte teórico-metodológico em investigações que tomam como objeto de pesquisa as relações existentes entre a cultura científica, a cultura escolar e a construção de significados em salas de aula de ciências.

Palavras-chave: enculturação, construção de significados, cultura científica, linguagem, análise do discurso.

Abstract

Research on science education has been increasingly focused on those aspects of the construction of meaning derived from social contexts, favouring those methods whereby explanations are built and shared in a science class. Considering that students need to be aware of the role played by the specific language and methods of production pertaining to the different areas of knowledge, as well as the conception of Science as a form of culture, this study presents a bibliographical review aimed at relating concepts that can serve as a theoretical and methodological basis for investigations on the existing relations between scientific culture, college culture and the construction of meaning in the realm of a science class.

Keywords: enculturation, construction of meaning, scientific culture, language, discourse analysis.

INVESTIGANDO A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM SALA DE AULA POR MEIO DA ANÁLISE DE PROCESSOS DE ENCULTURAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA

As pesquisas sobre ensino e aprendizagem de ciências têm se voltado, cada vez mais, para os aspectos da construção de significados a partir de contextos sociais. De um enfoque no qual a aprendizagem é vista como mudança conceitual do indivíduo e que certas concepções têm que ser substituídas por aquelas consideradas corretas do ponto de vista científico, as pesquisas passaram a privilegiar as maneiras pelas quais as explicações são construídas e compartilhadas no contexto da sala de aula de ciências (Duit & Treagust, 1998; Cobern & Aikenhead, 1998).

Em uma recente revisão de literatura sobre as pesquisas que tratam das relações entre linguagem e ensino de ciências para a edição comemorativa de 25 anos do *International Journal of Science Education*, Yore, Bisanz e Hand (2003) afirmam que, nos últimos vinte e cinco anos, houve uma mudança na maneira de compreender o papel da linguagem na educação científica e também nas metodologias de pesquisa utilizadas para investigar o oral e o escrito na ciência e no ensino-aprendizagem de ciências. De uma abordagem behaviorista, na qual falar, ouvir, ler e escrever eram processos ignorados ou tidos como unidirecionais, os anos mais recentes refletem interpretações construtivistas do aprendizado e procedimentos de pesquisa mais amplos que reconhecem a natureza holística dos processos que ocorrem na sala de aula. Os autores demonstram que, desde o final dos anos 70, muitos pesquisadores em linguagem e ciências têm procurado modelos compatíveis de ensino-aprendizagem envolvendo experiências sensoriais, discursos orais e escritos, materiais de texto, mais situados em um contexto sociocultural.

Nesse sentido, novos fatores foram acrescentados aos estudos sobre ensino e aprendizagem de ciências, dentre eles se destaca o papel da interação entre professor e alunos e o papel das diferentes linguagens e discursos que circulam na sala de aula, participando na construção de significados (Capecchi, 2004; Scarpa, 2002; Machado, 1999; Candela, 1998; Wells, 1998; Mortimer & Machado, 1997; Scott, 1997). Vários desses autores trabalham em uma perspectiva sociocultural, resgatando e ampliando as idéias de Vygotsky¹.

Atualmente, o entendimento sobre como se dá a elaboração de objetos de conhecimento relativos à cultura científica, ou seja, como se dá a construção de significados em sala de aula de ciências é uma das grandes questões colocadas nas pesquisas em Educação de uma maneira geral, e mais especificamente, nas pesquisas em Ensino de Ciências. O presente trabalho pretende apresentar uma revisão bibliográfica, buscando relacionar conceitos que possam fornecer um suporte teórico-metodológico em investigações dessa natureza.

Um conceito bastante interessante é o de *enculturação* (Capecchi, 2004:11) – “*metáfora da aprendizagem de ciências como um processo de entrada do aprendiz em uma nova cultura, compreendendo e ensaiando o uso de suas práticas, valores e linguagem*”. Considerando que os estudantes precisam tomar consciência do papel que a linguagem e os modos de produção específicos de uma determinada área de conhecimento assumem, e considerando também a concepção de ciência como uma forma de cultura, o conceito de enculturação pode ser bastante frutífero ao se buscar responder as seguintes questões: que aspectos da cultura científica são importantes estarem presentes na sala de aula de ciências para que ocorram processos de enculturação? Que aspectos da cultura científica estão presentes nas ferramentas culturais utilizadas em sala de aula? Como essas ferramentas da cultura escolar participam do processo de enculturação em sala de aula?

Capecchi (*op.cit.*: 22) justifica a importância de se investigar as interações em sala de aula como um processo de enculturação da seguinte maneira:

¹ Para Vygotsky, o aprendizado seria parte integrante do desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas. Isso só ocorre na interação social, sendo que o outro e a linguagem têm um papel mediador fundamental na aprendizagem.

“No ensino formal, o papel das intervenções do professor, que é o representante experiente da cultura em que o estudante está sendo inserido, é colocado em evidência. Desta forma, a análise das interações entre professor e alunos e, também, entre alunos, no plano social da sala de aula, representa um tema importante para a compreensão da aprendizagem em situações formais de ensino”.

Nessa perspectiva, o caráter social da construção de conhecimento está presente nas interações entre indivíduos e ferramentas culturais. De acordo com Wertsch (1998), ferramentas culturais são os recursos disponíveis para a ação dos indivíduos em uma determinada cultura. Os possíveis potenciais e/ou limitações das ferramentas em relação às ações por elas mediadas só podem ser observadas nos contextos de sua utilização. Textos didáticos, por exemplo, podem ser considerados uma das ferramentas próprias da cultura escolar, mediando a ação do professor na interação com os alunos e com o objeto de conhecimento e trazendo aspectos da cultura científica para o plano social da sala de aula.

Em seu livro *A vida de laboratório*, Latour e Woolgar (1997) descrevem os diferentes fatores envolvidos na construção de fatos científicos, a partir da realização de uma pesquisa etnográfica em um laboratório de Neurociência. Essa pesquisa está inserida em uma abordagem de investigação preocupada com a compreensão das práticas científicas e, conseqüentemente, da cultura científica.

Com um olhar distanciado do mundo do laboratório, os autores identificaram aspectos característicos das práticas de uma comunidade científica, sendo um deles denominado *inscrições literárias*. As inscrições se referem às formas de registro, provenientes da observação/medição/investigação de um determinado fenômeno, que servirão de instrumento de análise para os cientistas, tais como traços, gráficos, tabelas, números de registro, histogramas etc.

O processo de transformação do fenômeno em inscrição é tão comum e familiar na cultura científica que, em determinado momento, inscrição e fenômeno são a mesma entidade e é sobre a inscrição, como um produto final, que as discussões acontecerão e que os artigos científicos serão produzidos.

“A forma pela qual os inscritesores são utilizados no laboratório distingue-se por um traço essencial: uma vez que se dispõe do produto final – a inscrição, rapidamente é esquecido o conjunto das etapas intermediárias que tornaram possível sua produção. A atenção concentra-se sobre os esquemas ou figuras, enquanto são esquecidos os processos materiais que lhes deram nascimento, ou melhor, há um acordo para relegá-los ao domínio da pura técnica” (Latour & Woolgar, 1997: 60).

Na prática científica, pode ser natural olhar somente para o produto. No entanto, isso pode ser problemático quando levado para a sala de aula de ciências. Muitas vezes, as dificuldades encontradas pelos alunos estão justamente em não se considerar as origens e o processo de construção das inscrições ou da própria linguagem científica. Para se investigar o processo de construção de conhecimento como enculturação, pode ser útil verificar de que forma as inscrições literárias aparecem como instrumento de mediação em sala de aula.

Considerando as inscrições literárias como modos de comunicação presentes na sala de aula de ciências, Lemke (2000 *apud* Capecchi, 2004) propõe identificar as funções que esses modos exercem no processo de construção de significados. Dessa forma, o autor inspira-se nas funções lingüísticas desenvolvidas por Halliday (1976) e que estão presentes em toda comunicação: uma ideacional, uma interpessoal e uma textual.

A função ideacional está relacionada à manifestação do conteúdo apresentado pelo locutor. Na função interpessoal, a linguagem serve para estabelecer e manter as relações pessoais, ou seja, está relacionada com o posicionamento do locutor em relação ao tema e a seus interlocutores. A função textual se refere à articulação das duas primeiras funções, possibilitando a construção de um texto coerente.

A análise dessas três funções do texto, nas interações verbais presentes na sala de aula e nas ferramentas culturais aí presentes, pode ser muito útil para entender que aspectos estão envolvidos na construção de uma narrativa coerente na aula de ciências e que participam na elaboração conjunta de significados por alunos e professores sobre a cultura científica. Esse referencial pode possibilitar análises sobre a apropriação pelos estudantes de conceitos e práticas próprias da ciência, por meio dos textos produzidos por eles, em outras palavras, pode permitir acompanhar o processo de enculturação na escola.

As inscrições literárias compõem a linguagem constitutiva das ferramentas culturais. Para estudar as características lingüísticas presentes nesse textos e também nas interações verbais que ocorrem na sala de aula de ciências, outros referenciais, como as concepções de Bakhtin, as idéias de Schneuwly & Dolz (1996) e Lotman (1988 *apud* Mortimer & Machado, 1997), podem ser importantes.

Baseando-se na concepção de *gêneros do discurso*² de Bakhtin e acreditando que eles funcionam como um poderoso instrumento de ensino-aprendizagem, do ponto de vista da construção dos discursos e da linguagem pela criança, Schneuwly & Dolz (1996) propõem olhar a interação a partir da noção de *agrupamentos de gêneros*: aqueles gêneros de uma mesma esfera de comunicação social, que apresentam os mesmos aspectos tipológicos (composicionais e temáticos) e que exigem dos locutores determinadas capacidades lingüísticas, devem ser agrupados com a finalidade de facilitar o uso dos gêneros como unidades organizadoras do ensino-aprendizagem. Os cinco agrupamentos propostos são: relatar, narrar, argumentar, expor e instruir/prescrever.

O agrupamento do *narrar* se refere ao universo ficcional; *relatar* pertence ao domínio da documentação e memorização das ações humanas; *expor* está relacionado à transmissão e construção de saberes; *instruir/prescrever* envolve gêneros como receitas, regras de jogos e regulamentos; o agrupamento *argumentar* se refere à discussão de problemas sociais controversos, que envolve sustentação, refutação e negociação.

Em diversos trabalhos, gêneros que participam do agrupamento *argumentar* são considerados característicos da prática científica. Driver & Newton (1997) relacionam o conceito de enculturação com a prática da argumentação. Para eles, apropriar-se da linguagem científica, que é uma forma particular de falar sobre e de ver o mundo, é fundamental quando a ciência é tida como uma espécie de cultura. Para os sujeitos aprenderem a utilizar a cultura científica em determinados contextos, é necessário que experimentem a linguagem deste domínio específico. Nesta perspectiva, nos indicam a importância do papel da argumentação na aprendizagem de ciências na escola, tanto do ponto de vista conceitual – a partir do domínio do conteúdo e linguagem científicos, quanto do ponto de vista epistemológico – compreendendo a construção histórica e social deste conhecimento.

Estudando a argumentação em aulas de ciências com crianças de 8 a 10 anos de idade em atividades de conhecimento físico, Capecchi e Carvalho (2000) afirmam que o espaço para o exercício da argumentação revela-se como uma oportunidade de incentivo à cooperação entre os alunos, para a exposição de suas idéias, incluindo ao mesmo tempo o respeito às diferentes explicações e a autoconfiança para posicionamentos contrários aos dos colegas, assim como a elaboração de argumentos complementares por parte dos alunos. Ao identificarem componentes estruturais e lingüísticos nos argumentos, as autoras verificaram, nas falas dos alunos, a presença

² Tipos relativamente estáveis de enunciados disponíveis em uma sociedade em determinado momento histórico (Bakhtin, 1979/1985).

de muitas afirmações com justificativas, relacionando-as aos dados obtidos, além de elaboração de hipóteses a partir de suas conclusões. No contexto de ensino de ciências, essa troca de idéias entre os alunos e a elaboração de explicações coletivas possibilitam o contato com um dos aspectos importantes na formação de uma visão da Ciência como uma construção de uma comunidade cujas teorias estão em constante processo de avaliação. Os alunos devem conhecer essa faceta do conhecimento científico, identificando-o como o resultado de interações entre idéias diferentes, como réplica a outros enunciados e também sujeito a novas réplicas. Em trabalho posterior (Capecchi, 2004), todas essas habilidades de pensamento foram consideradas como aspectos da cultura científica encontrados em sala de aula.

Candela (1998) e Jiménez-Aleixandre *et al* (1998) investigam como a comunicação pode facilitar o aprendizado de ciências pelo aluno. Candela estuda o contexto argumentativo construído e negociado na interatividade entre professor e aluno e na forma como isto contribui na construção de conhecimento/significado dos conteúdos científicos. Jiménez-Aleixandre também faz uma análise do discurso com foco na argumentação justificada. A escolha da argumentação como fator primordial nestas pesquisas tem como base as idéias de Kuhn (1993), que acredita ser possível encontrar pensamento científico nos alunos se considerarmos a ciência como argumento. Mais do que isto, para a autora, a argumentação é uma forma de aproximar o pensamento científico do cotidiano, já que, para argumentar, é necessário reconhecer afirmações contraditórias e relacioná-las com as evidências.

Com relação ao texto escrito do livro didático, Braga (2002) encontrou elementos da ordem do *expor* em sua análise sobre os gêneros que constituem o texto de biologia no livro didático de ciências. A autora considerou que elementos da ordem do *expor* são típicos do gênero do discurso científico. Dessa forma, analisar se e como determinados gêneros do discurso estão presentes na sala de aula e perceber se e como os alunos relacionam as inscrições literárias com a utilização de diferentes gêneros em diferentes contextos pode ser um caminho para se entender os processos de enculturação em sala de aula.

Outra maneira de olhar para os textos didáticos e para as interações verbais na sala de aula, é a partir da identificação da função do discurso segundo Lotman (1988 *apud* Mortimer & Machado, 1997). A teoria de dualismo funcional de um texto, de acordo com esse autor, estabelece que um texto pode apresentar duas funções: unívoca e dialógica. No contexto das interações verbais na sala de aula, é comum um padrão discursivo IRF: o professor inicia com uma questão (I), o aluno responde (R) e o professor dá um *feedback* (F). De acordo com a natureza do retorno do professor para a resposta do aluno, seu discurso pode ser caracterizado como avaliativo ou elicitativo.

O discurso avaliativo pode ser comparado com o discurso autoritário na concepção de Bakhtin (1934-35/1998), já que o professor espera uma determinada resposta do aluno que represente uma mensagem única, unívoca, com a função de transmissão de conhecimento e significados.

Contrapondo-se a esse modelo, o padrão elicitativo exige uma *atitude responsiva* dos alunos, na qual a função dialógica é reconhecida. Nessa situação discursiva é possível recriar e gerar novos significados, comparando-se ao modelo bakhtiniano de discurso internamente persuasivo. “*No fluxo de nossa consciência, a palavra persuasiva interior é comumente metade nossa, metade de outrem. Sua produtividade criativa consiste precisamente em que ela desperta nosso pensamento e nossa nova palavra autônoma.*” (Bakhtin, *op.cit.*: 146).

Muitas vezes, a alternância entre uma e outra forma de discurso é importante para que se estabeleçam significados compartilhados e superação de conflitos em sala de aula.

Complementando a análise do texto a partir de sua função no discurso, é importante também entender as interações que se estabelecem entre o texto e o leitor. De acordo com Yore, Bisanz e Hand (2003), a leitura em ciências pode ser conceitualizada como uma interação entre o que é conhecido, as experiências sensoriais daquele momento de leitura e as informações

acessadas da impressão. Tudo isso acontecendo em um contexto sociocultural específico que está direcionado para a construção de significados. Os leitores constroem a sua compreensão do texto a partir da composição de três tipos de leitura: processo “*bottom-up*” – os leitores buscam informações de situações baseadas no texto e da experiência armazenada em sua memória de curto prazo; processo “*top-down*” – os leitores recuperam informações de sua memória de longo prazo e decidem o que deve ser considerado em um contexto específico; e processo de *metacognição* – os leitores planejam, monitoram e regulam estrategicamente o processo global de construção de significados.

Assim, a construção de significados a partir da leitura de um texto envolve um processo de resolução de conflitos entre o que está impresso, a memória episódica do leitor (que se refere à recordação sobre os tópicos conceituais), a memória semântica do leitor (relacionada ao conhecimento sobre a estrutura e regras da linguagem e do texto científico) e o contexto sociocultural (práticas, padrões, crenças e expectativas que estabelecem fronteiras para resoluções aceitáveis). Tudo isso envolve habilidades individuais de leitura e valoriza a importância de conhecimentos prévios e da metacognição, processos apropriados pelo aluno nas interações que acontecem na sala de aula (van Dijk & Kintsch, 1983 *apud* Yore, Bisanz & Hand, 2003).

Investigar quais são e como são utilizadas as ferramentas culturais presentes nas salas de aulas de Ciências, identificando os aspectos característicos das inscrições literárias por meio de instrumentos de análise como os agrupamentos de gêneros, as funções lingüísticas, as funções do discurso e as interações entre texto e leitor, pode fornecer elementos que permitam compreender de que maneira o aluno constrói significados e se apropria das práticas, valores e linguagem próprios da cultura científica.

REFERÊNCIAS

BAKHTIN, M. (1979) *Estética de la creación verbal*. Buenos Aires : Siglo Veintiuno Argentina Editores, 2ª ed., 1985.

BAKHTIN, M. (1934 - 1935) *Questões de literatura e de estética: a teoria do romance*. São Paulo: Unesp/Hucitec, 3ª ed., 1998.

BRAGA, S. *O texto do livro didático de ciências: o gênero discursivo*. Belo Horizonte, 2002. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, UFMG.

CANDELA, A. A. Construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, C. e EDWARDS, D. (orgs.) *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula*. p.143-170. Porto Alegre: Artes Médicas. 1998.

CAPECCHI, M.C.V.M. *Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física*. São Paulo, 2004. Tese de Doutorado. FEUSP.

CAPECCHI, M.C.V.M & CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. In: *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre: IF/UFRGS, v.5, n.3, 2000.

COBERN, W.W. & AIKENHEAD, G.S. Cultural Aspects of Learning Science. In: *International Handbook of Science Education*. Klower Academic Publishes, 1998.

DRIVER, R. & NEWTON, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. In: ESERA CONFERENCE. *Apresentação de trabalho*. Roma, 1997.

DUIT, R. & TREAGUST, D.F. Learning in Science – from behaviourism towards social constructivism and beyond. In: *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers, 1998.

HALLIDAY, M.A.K. Estrutura e função da linguagem. In: LYONS, J. *Novos horizontes em lingüística*. Editora Cultrix, 1976.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. e DIAZ de BUSTAMANTE, J. e DUSCHL RICHARD, A. Supporting claims with warrants in the biology laboratory. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION. *Apresentação de trabalho*. San Diego, CA, 1998.

KUHN, D. Science Argumentation: implications for teaching and learning scientific thinking. In: *Science Education*. v. 7, n.3, p.319-337, 1993.

LATOUR, B. & WOOLGAR, S. (1979) *A vida de laboratório: a produção de fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEMKE, J. Multimedia literacy demands of the scientific curriculum. In: *Linguistics and Education*. v.10, n.3, p.247-271, 2000.

LOTMAN, Y.M. The semiotics of culture and the context of a text. In: *Soviet psychology*. v.26, p32-51, 1988.

MACHADO, A.H. *Aula de Química. Discurso e Conhecimento*. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado) UNICAMP.

MORTIMER, E.F. & MACHADO, A.H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “Por que o gelo flutua na água?”. In: ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS: LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, REFLEXÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. *Anais*. p.139. Belo Horizonte, 1997.

SCARPA, D.L. *Linguagem do e no ensino de ciências: o conhecimento científico e as interações em sala de aula na educação infantil*. São Paulo: 2002. Dissertação (Mestrado). FEUSP.

SCHNEUWLY, B. & DOLZ, J. Genres et progression en expression orale et écrite: éléments de réflexion à propos d’une expérience romande. In: *Enjeux*: 31 – 49, 1996.

SCOTT, P. Teaching and learning concepts in the classroom: talking a path from spontaneous to scientific knowledge. In: ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS: LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, REFLEXÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. *Anais*. p.110. Belo Horizonte, 1997.

VAN DIJK. T.A. & KINTSCH, W. *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press, 1983.

WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem em ciências. In: COLL, C. e EDWARDS, D. (orgs.) *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula*. p.107-142. Porto Alegre: Artes Médicas.1998.

WERTSCH, J.V. *Mind as action*. Oxford University Press, 1998.

YORE, L.D. & BISANZ, G.L. & HAND, B.M. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. In: *Internacional Journal of Science Education*. v.25, n.6, p.689-725, 2003.