

A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química

JANE RAQUEL SILVA DE OLIVEIRA

Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), jane@gpeqsc.com.br

Resumo. Este trabalho discute algumas relações entre a teoria sócio-histórica de Vygotsky e as atividades experimentais no ensino de química, tais como a relação entre a afetividade e a aprendizagem, o papel da linguagem e do uso dos instrumentos na organização do pensamento, a importância dos problemas em sala de aula, as relações entre significado e sentido e entre conceitos científicos e cotidianos, a formação de pseudoconceitos, e as interações dos alunos em sala de aula com o professor e com os demais colegas. A análise de tais aspectos demonstrou que as atividades experimentais devem propiciar aos estudantes mais que a abordagem fenomenológica do conhecimento químico. Estas devem ser um espaço para a (re)construção do conhecimento químico, para a internalização dos conceitos científicos, com e pela linguagem, e principalmente para estímulo às interações sociais nesse processo.

Abstract. This paper discusses some relationships between the socio-historical theory of Vygotsky and the experimental activities in chemistry education, such as the relationship between affectivity and learning, the role of the language and of the use of the instruments in the organization of thought, the importance of the problems in the classroom, the relationship between meaning and sense and between scientific and everyday concepts, the construction of false concepts, and the interactions of the students in the classroom with the teacher and with other students. The analysis of these aspects has shown that the experimental activities should give students more than the phenomenological approach of chemical knowledge. There should be a place for (re)construction of chemical knowledge, for internalization of the scientific concepts, with and through language, and especially for encouraging social interactions within this process.

Palavras-chave: atividades experimentais, ensino de química, teoria sócio-histórica, Vygotsky.

Keywords: experimental activities, chemistry education, socio-historical theory, Vygotsky.

O ensino de química e as atividades experimentais

Com o avanço científico-tecnológico da sociedade atual, há tempos existe uma grande dependência em relação à química, desde a utilização diária de produtos químicos às inúmeras influências dessa ciência no desenvolvimento dos países, na qualidade de vida das pessoas, nas implicações ambientais, dentre outras. Nesse contexto, o conhecimento químico torna-se uma ferramenta cultural necessária para o exercício consciente da cidadania, evidenciando, portanto, sua relevância no currículo do ensino básico (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Por outro lado, diversos problemas têm sido observados no ensino de química, tais como: aprendizagem restrita a baixos níveis cognitivos, ensino extremamente centrado no professor com aulas predominantemente expositivas, ausência de experimentação, falta de relação do conteúdo com o cotidiano e livros didáticos que enfatizam a transmissão de informações memorizáveis e não a construção do conhecimento (MARCONDES; PEIXOTO, 2007).

A química traz consigo algumas especificidades que devem ser consideradas em seu processo de ensino e aprendizagem. Sendo uma ciência de natureza experimental, nas quais os fenômenos são explicados partir de modelos teóricos, cuja compreensão requer abstração e domínio de uma linguagem simbólica específica, muitas das estratégias tradicionais de ensino não resultam em efetivo aprendizado por parte dos estudantes.

Segundo Machado (2004), o conhecimento químico é expresso em três níveis de abordagem: o fenomenológico, o teórico e o representacional. No nível fenomenológico (dimensão macroscópica) encontram-se os “tópicos do conhecimento passíveis de visualização concreta, bem como de análise ou determinação das propriedades dos materiais e de suas transformações” (p.163-165). Nesse nível, incluem-se tanto os fenômenos que podem ser reproduzidos em laboratório quanto as vivências e ocorrências químicas do mundo social, os quais possibilitam que uma visão concreta do conhecimento seja experienciada pelos estudantes. O nível teórico (dimensão submicroscópica) do conhecimento químico “relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis como átomos, moléculas, íons, elétrons” (p.168), cuja função seria a de explicar e fazer previsões relacionadas com o nível fenomenológico. Por fim, “os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no nível representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química como fórmulas e equações químicas” (p.169), ou seja, são as ferramentas simbólicas empregadas para representar a relação entre teoria e fenômeno. A construção do conhecimento químico em sala de aula se dá, portanto, a partir das articulações entre esses três níveis.

Mas, o que a escola, o livro didático e o professor têm feito? Trabalhado descontextualizadamente somente os níveis representacional e teórico e, principalmente, o nível representacional, incluindo aí os aspectos matemáticos desse nível [...]. A ausência de fenômenos e seus contextos na sala de aula pode fazer com que os alunos tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria (MACHADO, 2004, p.173).

Diante desse cenário, as atividades experimentais se configuram em uma importante estratégia didática, uma vez que propiciam um ambiente favorável às abordagens das dimensões teórica, representacional e, sobretudo, fenomenológica do conhecimento químico.

A relevância das aulas práticas no ensino de química e de ciências em geral tem sido, de fato, apontada tanto por professores quanto por pesquisadores dessa área. Além disso, recorrentes relatos na literatura evidenciam o interesse dos alunos por atividades dessa

natureza. Devido à importância que tem sido creditada a tais atividades, alguns estudos vêm sendo realizados com o intuito de delinear quais são seus objetivos e finalidades no contexto escolar; outros buscam caracterizar os tipos de abordagem (ou modalidades) das atividades experimentais. Esses estudos, se por um lado suscitaram alguns pontos controversos, por outro evidenciaram a riqueza de contribuições e possibilidades metodológicas que as aulas práticas podem oferecer à educação em ciências (OLIVEIRA, 2010).

Algumas das contribuições atribuídas às aulas experimentais estão diretamente ligadas a aspectos informativos e habilidades cognitivas privilegiadas no ensino em geral, tais como: o *aprendizado de conceitos científicos*, quer seja relembando conceitos, confirmando fenômenos científicos estudados no plano teórico, ou ainda aprendendo novos conceitos em respostas aos problemas propostos ou que surgem na aula experimental; o *aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações*, através das anotações realizadas pelos estudantes sobre os eventos ocorridos durante a atividade (CARVALHO et al., 2005); a *capacidade de analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos*, uma vez que nas aulas experimentais os estudantes são instigados a observar, refletir, analisar e propor hipóteses para suas observações (BIASOTO; CARVALHO, 2007); e a possibilidade de *detectar e corrigir erros conceituais* que são expressos nas explicações dos alunos (prévias ou posteriores ao experimento) e nos registros escritos das atividades (BORGES, 2002).

Outras contribuições das atividades experimentais reportadas na literatura relacionam-se a aspectos formativos, à preparação do estudante para a cidadania, tais como: o *desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo*, e o conseqüente aprimoramento de várias habilidades e competências, como divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo, negociação de ideias e diretrizes para a solução dos problemas, dentre outras (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004); o *desenvolvimento da iniciativa pessoal*, pois, quando instigados a pesquisar e propor hipóteses para a solução de problemas, ou a pensar e fornecer explicações para os fenômenos observados nos experimentos, os alunos são estimulados a tomar decisões e expressar suas ideias para outras pessoas; a *compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade*, por meio da discussão de aspectos relacionados à tecnologia presente no dia-a-dia deles, às relações sociais associadas à produção do conhecimento científico e às implicações ambientais decorrentes da atividade científica (GONÇALVES; MARQUES, 2006); a *compreensão sobre a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação*, informando ao aluno, por exemplo, que as observações científicas não são puras

ou desprovidas de quaisquer ideias teóricas do observador, ou ainda que não existe um único caminho para a resolução de um problema (BORGES, 2002).

Além dessas, outras duas contribuições são citadas nas pesquisas em educação em ciências, porém frequentemente acompanhadas de opiniões opostas. Uma delas é a capacidade de *motivar e despertar a atenção*. Segundo Giordan (1999), tanto alunos quanto professores costumam atribuir às atividades experimentais um caráter motivador. Sob essa perspectiva, a motivação é uma contribuição importante, uma vez que possibilita despertar a atenção dos estudantes e envolvê-los com uma atividade atraente para, em seguida, direcionar seu foco para o aprendizado dos conteúdos da disciplina. Esse aspecto das atividades experimentais, no entanto, é bastante questionado por alguns pesquisadores. Hodson (1994), por exemplo, afirma que as atividades práticas não são vistas de forma positiva por todos os alunos. Conforme o autor, em geral, os meninos sentem-se mais seguros que as meninas para manipular os materiais do experimento e, além disso, o entusiasmo por tais atividades é reduzido com passar dos anos. Gonçalves e Marques (2006) chamam a atenção para a complexidade das relações entre motivação e o processo de ensino e aprendizagem no contexto das aulas práticas, mas ressaltam que “problematizar as atividades experimentais com o objetivo de motivar não significa negar tal possibilidade” (p.223).

A outra contribuição das atividades experimentais que desperta opiniões divergentes entre os pesquisadores é o *aprimoramento de habilidades manipulativas*. Galiuzzi e colaboradores (2001), por exemplo, discordam da ênfase dada ao desenvolvimento de habilidades manipulativas e enfatizam que “as atividades experimentais deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas instrumentais” (p.254). Por outro lado, segundo Gaspar (2003), alguns alunos não se sentem seguros na execução de experimentos devido ao receio de errarem nos procedimentos empregados. Essa insegurança – que atrapalha o bom aproveitamento das atividades experimentais – só pode ser superada à medida que eles desenvolvem suas habilidades de manipular objetos e familiarizam-se com os procedimentos típicos dos experimentos.

Além de seus objetivos e/ou contribuições, as pesquisas sobre as atividades experimentais também têm demonstrado que elas podem ser abordadas de diversas maneiras, desde estratégias que focalizam a simples ilustração ou verificação de leis e teorias até aquelas que estimulam o aluno a buscar solução para problemas, colocando-os assim no centro do processo de construção do conhecimento. Segundo Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais podem ser classificadas em três tipos de abordagem ou modalidades: atividades de demonstração, de verificação e de investigação.

As *atividades experimentais demonstrativas* são aquelas nas quais o professor executa o experimento enquanto os alunos apenas observam os fenômenos ocorridos e são, em geral, empregadas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em aula, tornando-os mais perceptíveis aos alunos. Integram-se às aulas expositivas, sendo realizadas no seu início, para despertar o interesse do aluno, ou término da aula, para lembrar os conteúdos apresentados. As *atividades experimentais de verificação* são destinadas a verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Nesse tipo de experimento, embora os resultados sejam facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos geralmente conhecidas pelos alunos, os alunos são estimulados a interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando-os com conceitos científicos que conhecem. Pelo fato de necessitar da abordagem prévia do conteúdo, essa modalidade de atividade é frequentemente realizada após a aula expositiva. Por fim, nas *atividades experimentais investigativas* os alunos participam ativamente de todas as etapas da investigação, desde a interpretação do problema até a apresentação de uma possível solução para ele. Diferentemente de muitas das abordagens tradicionais de experimentação (demonstração, verificação), as investigativas não fornecem aos estudantes os procedimentos automáticos para a resolução de um problema de forma imediata; ao contrário: oferecem oportunidades para que os estudantes possam analisar situações problemáticas, coletar dados, elaborar e testar hipóteses para a solução dos problemas e discutir com os pares.

Conforme pôde ser verificado as atividades experimentais podem ser empregadas com múltiplas finalidades e por meio de modalidades bem distintas uma da outra, o que as colocam como um cenário propício ao desenvolvimento de estudos que, pautados em referenciais teóricos, auxiliem no direcionamento das estratégias empregadas nas aulas práticas, elucidem alguns pontos controversos de seus objetivos, propiciem uma discussão mais clara sobre os papéis do professor e dos alunos nas interações estabelecidas nesse contexto e auxiliem o professor a refletir sobre aspectos ligados à experimentação nas aulas de química como a relação entre conceitos científicos e cotidianos, o papel linguagem simbólica e a função e organização do trabalho em grupo.

No que se refere às bases teóricas adotadas nas pesquisas da área de ensino de ciências, Machado e Moura (1995) apontam que a partir da década de 90 os pesquisadores passaram a incorporar os estudos da linguagem em suas análises. Essas pesquisas, pautadas nos pressupostos teórico-metodológicos da perspectiva sócio-histórica do desenvolvimento – sobretudo nos trabalhos de Vygotsky e seus colaboradores, e nos desdobramentos de sua obra

–, possibilitaram um novo olhar para os processos de elaboração de conceitos científicos no âmbito da sala de aula.

Uma das contribuições fundamentais dessa perspectiva relaciona-se com a concepção do processo de conhecimento como produção simbólica e material que se estabelece na dinâmica das interações entre as pessoas. Neste sentido, o foco das atenções na sala de aula não estaria no professor, nos alunos ou no conteúdo, mas sim no movimento das interações que ocorrem ao longo do processo. Nesse movimento interativo, a atividade cognitiva dos sujeitos vai sendo constituída através do outro e através da linguagem (MACHADO; MOURA, 1995, p.27).

Coerente com essa corrente de pesquisa, neste texto propomos uma análise das práticas pedagógicas adotadas em atividades experimentais sob a ótica da teoria sócio-histórica do desenvolvimento elaborada por Vygotsky. Abordamos a seguir alguns elementos dessa teoria que se relacionam com a educação, especialmente aqueles que possam contribuir para (re)pensarmos a maneira como as atividades experimentais têm sido aplicadas nas aulas de química. Em seguida esboçamos algumas articulações dessa teoria com as atividades experimentais no ensino de química, buscando-se nessa relação subsídios para a sua prática em sala de aula.

Alguns elementos da teoria sócio-histórica de Vygotsky

O objetivo central da teoria sócio-histórica do desenvolvimento elaborada por Vygotsky, também conhecida como abordagem sociointeracionista, foi “caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e como se desenvolveram durante a vida do indivíduo” (VYGOTSKY, 1984, p.21). Para tal, Vygotsky dedicou-se ao estudo da gênese social das funções psicológicas superiores ou processos mentais superiores, que são os modos de funcionamento psicológico mais “sofisticados”, tais como capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação, pensamento abstrato, dentre outros. Tais funções representam um salto evolutivo no desenvolvimento, uma vez que possibilitam ao indivíduo a capacidade de pensar em objetos ausentes, imaginar eventos nunca vividos, planejar ações a serem realizadas, bem como fazer previsões. (REGO, 2002).

Essas funções, ao contrário das elementares (presentes nas crianças e nos animais, tais como reações automáticas, ações reflexas e associações simples), não são inatas, de origem biológica. Elas são construídas nas relações do indivíduo em seu contexto sócio-

histórico e se desenvolvem por meio de processos de internalização das formas culturais do comportamento. Para Vygotsky (1984), na internalização

um processo interpessoal é transformado em um processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro entre as pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapsicológica) (VYGOTSKY, 1984, p.64).

Portanto, o homem se constitui fundamentalmente por meio das relações sociais, na qual o outro mais experiente tem papel relevante no processo de internalização das formas culturalmente estabelecidas de funcionamento psicológico, isto é, na transformação dos processos interpessoais em intrapessoal. Nessa perspectiva, a cultura exerce uma influência significativa no desenvolvimento humano, embora deva se destacar que a mesma “não é pensada por Vygotsky como algo pronto, um sistema estático, ao qual o indivíduo se submete, mas como uma espécie de ‘palco de negociações’, em que seus membros estão num constante movimento de recriação e reinterpretações das informações” (OLIVEIRA, 1997, p. 38).

Vygotsky (1984), sob influência dos postulados marxistas, entende que “a alteração provocada pelo homem sobre a natureza altera a própria natureza do homem” (p.62). Neste sentido, o indivíduo não apenas responde aos estímulos, mas também age sobre estes e os transforma graças às ferramentas construídas e aperfeiçoadas ao longo da história cultural, as quais fazem a mediação dialética entre o homem e o mundo. Essas ferramentas mediadoras são fundamentalmente os instrumentos e os signos.

O instrumento, enquanto elemento interposto entre o homem e o objeto de seu trabalho, desenvolvido durante a história do trabalho coletivo, amplia as possibilidades de atuação sobre a natureza. Portanto, o instrumento tem a função de “servir como condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado *externamente* [...]; constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza.” (VYGOTSKY, 1984, p.62). Vygotsky esclarece ainda que, diferentemente dos animais, os homens produzem, deliberadamente, instrumentos com objetivos específicos e guardam-nos para uso futuro, preservando sua função como uma conquista a ser transmitida a outros membros do grupo social. Por sua vez, os signos, ou “instrumentos psicológicos”, são orientados para o próprio indivíduo e dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas.

A invenção e o uso dos signos como meio auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à

invenção e uso dos instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como instrumento de atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho (VYGOTSKY, 1984, p.59-60).

Os sistemas simbólicos – e a linguagem é o sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos – ocupam um lugar privilegiado na teoria sócio-histórica, uma vez que exercem um papel fundamental na comunicação entre os indivíduos e no estabelecimento de significados compartilhados que possibilitam a interpretação dos objetos, eventos e situações do mundo real. “A linguagem encerra em si o saber, os valores, as normas de conduta, as experiências organizadas pelos antepassados, por isso participa diretamente no processo de formação do psiquismo” (PALANGANA, 1995, p. 23).

Segundo Oliveira (1997), Vygotsky trabalha com duas funções básicas da linguagem. A primeira é o intercâmbio social: é a necessidade de comunicação com seus semelhantes que impulsiona o homem a criar, internalizar e utilizar os sistemas de linguagem. A segunda função refere-se ao desenvolvimento do pensamento generalizante, isto é, por meio da linguagem é possível analisar, abstrair e generalizar, agrupando todas as ocorrências de uma mesma classe de objetos, eventos e situações em uma mesma categoria conceitual.

Em seus estudos sobre a relação entre pensamento e linguagem, Vygotsky afirma que ambos passam por várias mudanças ao longo da vida do indivíduo e que, apesar de terem origens diferentes e se desenvolverem de forma independente, numa certa altura, devido à inserção da criança em seu meio cultural, o pensamento e a linguagem se encontram e dão origem a modos mais sofisticados de funcionamento psicológico (REGO, 2002). Para Vygotsky (1991), “o pensamento não é simplesmente expresso em palavras; é por meio delas que ele passa a existir” (p.108). Nessa perspectiva, destaca que “o desenvolvimento do pensamento é determinado pela linguagem, isto é, pelos instrumentos linguísticos do pensamento e pela experiência sócio-cultural da criança” (p.44).

Também na análise das relações entre pensamento e linguagem, a questão do significado da palavra ocupa lugar de destaque na teoria vygotskiana. Sobre esse aspecto

Vygotsky distingue dois componentes do significado da palavra: o significado propriamente dito e o “sentido”. O significado propriamente dito refere-se ao sistema de relações objetivas que se formou no processo de desenvolvimento das palavras, consistindo num núcleo relativamente estável da compreensão da palavra, compartilhado por todas as pessoas que a utilizam. O sentido, por sua vez, refere-se ao significado da palavra para cada indivíduo, composto por relações que dizem respeito ao contexto e uso da palavra (OLIVEIRA, 1997, p. 50).

Coerente com seu objetivo de compreender o desenvolvimento das funções psicológicas superiores e com sua perspectiva de que essas são internalizadas em um contexto sócio-cultural por meio das relações, mediadas por instrumentos e sistemas simbólicos, dos indivíduos com o outro e com o mundo, Vygotsky dá especial importância à aprendizagem, considerando-a necessária e universal no desenvolvimento de características humanas não inatas, mas historicamente formadas. Postula, então, que a aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas, quando adequadamente organizada, conduz ao desenvolvimento, uma vez que ativa diversos processos mentais que, do contrário, não ocorreriam (VYGOTSKY, 2006). Afirma também que os processos de aprendizagem e desenvolvimento não coincidem.

Uma vez que uma criança tenha aprendido a realizar uma operação, ela passa a assimilar algum princípio estrutural cuja esfera de aplicação é outra que não unicamente a das operações do tipo daquela usada como base para a assimilação do princípio. Consequentemente, ao dar um passo no aprendizado, a criança dá dois no desenvolvimento (VYGOTSKY, 1984, p. 94).

Outro aspecto ressaltado nos estudos de Vygotsky (2006) é o fato de que “a aprendizagem da criança começa muito antes da aprendizagem escolar” (p. 109). No entanto, a aprendizagem escolar, é mais que um processo sistematizado: ela produz algo fundamentalmente novo ao curso do desenvolvimento da criança. Para discutir as dimensões dessa aprendizagem, Vygotsky elabora o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal.

Vygotsky (1984) propõe a existência de dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real ou efetivo e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro compreende as funções mentais que já se estabeleceram na criança, ciclos de desenvolvimento concluídos, aquilo que ela é capaz de fazer de forma independente. O segundo representa a capacidade de desempenhar tarefas mediante a ajuda de outras pessoas, isto é, funções que estão em vias de desenvolvimento. Define, então, a zona de desenvolvimento proximal como

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1984, p.97).

Cabe destacar que a zona de desenvolvimento proximal é um domínio psicológico em constante transformação: o que uma criança é capaz de fazer hoje com a ajuda de alguém, conseguirá fazer sozinha amanhã. Esse conceito evidencia a importância dos adultos e dos

companheiros mais experientes na mobilização dos processos de desenvolvimento dos membros imaturos da cultura.

O conceito de zona de desenvolvimento proximal implica também a reavaliação do papel da imitação no aprendizado. Nesse sentido, Vygotsky (2006) destaca que o indivíduo só consegue imitar aquilo que está dentro do seu nível de desenvolvimento e que “com o auxílio da imitação na atividade coletiva guiada pelos adultos, a criança pode fazer muito mais do que com sua capacidade de compreensão de modo independente” (p.112). A imitação, no entanto, não é compreendida como um processo mecânico, de pura repetição ou cópia, mas como uma oportunidade de reconstrução interna daquilo que é observado externamente (REGO, 2002).

Vygotsky também buscou compreender o processo de formação de conceitos, isto é, como se transforma, ao longo do desenvolvimento, o sistema de relações e generalizações contido numa palavra. Reconhece, então, a existência de três estágios no percurso do desenvolvimento dos conceitos: o pensamento sincrético, o pensamento por complexos e o pensamento conceitual (OLIVEIRA, 1992a). No primeiro estágio, a criança forma seus primeiros agrupamentos, porém de forma não organizada, não estabelecendo relações com atributos relevantes dos objetos; agrupa, por exemplo, objetos com base em critérios vagos, subjetivos e pautados em fatores perceptíveis como a proximidade espacial. No segundo estágio, baseando-se em sua experiência imediata, a criança consegue agrupar objetos em complexos com base em seus atributos concretos e factuais. “O desenvolvimento do pensamento por complexos culmina na formação do que Vygotsky denomina de pseudoconceitos, fase que marca o início da conexão entre o pensamento concreto e o pensamento abstrato de uma criança” (SCHROEDER, 2008). Assim, segundo Vygotsky (1999), apenas no terceiro estágio se dá a formação de conceito propriamente dito, o qual é requer a capacidade de “abstrair, isolar elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta” (p.66). Além disso, o conceito é codificado pela palavra: o conceito é impossível sem a palavra e o pensamento conceitual não existe sem o pensamento verbal.

Este processo de formação de conceitos refere-se aos “conceitos cotidianos” ou “espontâneos”, que são aqueles desenvolvidos no decorrer das atividades práticas da criança e em suas interações sociais imediatas. Vygotsky os distingue dos chamados “conceitos científicos”, os quais são adquiridos por meio do ensino, dentro de um sistema organizado de conhecimento, no qual as crianças são submetidas a processos deliberados de instrução escolar (OLIVEIRA, 1992a).

Segundo Vygotsky (1999), os conceitos científicos e cotidianos se desenvolvem em direções opostas: “o desenvolvimento dos conceitos espontâneos é ascendente, enquanto que o desenvolvimento dos conceitos científicos é descendente, para um nível mais elementar e concreto” (p.93). Ou seja, a criança utiliza inicialmente os conceitos cotidianos antes de compreendê-los de forma consciente, de ser capaz de defini-los e poder operar com eles à vontade. Por sua vez, os conceitos científicos, que inicialmente são usados de forma não espontânea e dentro de um nível de complexidade lógica, podem evoluir para um nível no qual a criança poderá operar eles com o mesmo domínio e familiaridade que tem dos conceitos cotidianos (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Além disso, processos de desenvolvimento desses conceitos estão intimamente relacionados: os científicos desenvolvem-se por meio dos conceitos espontâneos, e estes, por meio dos científicos. Nesse sentido Vygotsky esclarece que

Ao forçar sua lenta trajetória para cima, um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico e o seu desenvolvimento descendente. Cria uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito [...]. Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança em relação à consciência e ao uso deliberado (VYGOTSKY, 1999, p. 93-94).

Vygotsky também destaca que a busca para a solução de um problema proposto a uma criança ou adolescente é um fator que, embora não suficiente, faz-se necessário no processo de formação de conceitos. Considera que muitas das tarefas com as quais o jovem se depara dentro de seu universo cultural é um aspecto importante para o surgimento do pensamento conceitual. Dessa forma,

se o ambiente não apresenta nenhuma dessas tarefas ao adolescente, não lhe faz novas exigências e não estimula seu intelecto, proporcionando-lhe uma série de novos objetos, o seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados, ou só os alcançará com grande atraso (VYGOTSKY, 1999, p. 93-94).

Segundo Oliveira (1992b), embora Vygotsky tenha se preocupado em investigar processos internos relacionados à aquisição, organização e uso do conhecimento, a dimensão afetiva do comportamento humano e sua relação com o desenvolvimento do pensamento também estão presentes em sua obra. Primeiro porque sua perspectiva declaradamente monista opõe-se a qualquer cisão das dimensões humana como mente e corpo, biológico e cultural, pensamento e linguagem. Segundo porque sua abordagem é holística, sistêmica,

opõe-se ao estudo dos elementos isolados do todo e propõe a busca de unidades de análise que mantenham as características da totalidade.

De fato, Vygotsky critica a separação, enquanto objeto de estudo, entre os aspectos intelectuais e os afetivos. Considera uma das principais deficiências da psicologia tradicional conceber o pensamento como um processo dissociado da plenitude da vida, das necessidades e dos interesses pessoais, das inclinações e dos impulsos daquele que pensa. Propõe a existência de um sistema dinâmico de significados em que o afetivo e o intelectual se unem e se inter-relacionam: são as necessidades e impulsos de uma pessoa que direcionam seus pensamentos, ao mesmo tempo em que são seus pensamentos que impulsionam seu comportamento e sua atividade (VYGOTSKY, 1999).

Implicações da teoria sócio-histórica na prática da experimentação em aulas de química

Começaremos nossa discussão sobre as possíveis articulações entre as atividades experimentais e a perspectiva sócio-histórica do desenvolvimento pelo ponto em que encerramos a seção anterior: a questão da motivação, da afetividade no desenvolvimento dos processos intelectuais. As ideias apresentadas por Vygotsky ajudam a esclarecer algumas controvérsias a respeito do papel motivador das atividades experimentais. De um lado, relatos de alunos, professores e alguns pesquisadores que creditam a tais atividades um potencial motivador, especialmente àquelas que envolvem mudança de cor ou estado físico e transformações rápidas da matéria. De outro, a preocupação em que tal entusiasmo pelo experimento não se converta em efetiva aprendizagem, configurando-se tão somente em um momento no qual os alunos realizam “algo que é muito diferente do que normalmente caracteriza a sala de aula de Química” (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p.224).

Na perspectiva vygotskiana, os aspectos afetivo (a motivação) e intelectual (o aprendizado) não devem ser dissociados na compreensão dos processos psicológicos tipicamente humanos. Além disso, tais aspectos não estão imunes um ao outro: da mesma forma que o desenvolvimento do pensamento conceitual é fortemente influenciado pelos desejos e emoções, estes também são influenciados pelos conceitos internalizados ao longo da história individual e coletiva. Nesse sentido, a motivação nas aulas experimentais é, sim, um fator que favorece a aprendizagem. Os fatores que fazem com que os alunos gostem e sejam atraídos pelas atividades experimentais – as diversas transformações químicas envolvendo mudança de cores ou estados físicos, os materiais de laboratório, o uso de equipamentos para medir mudanças não perceptíveis no campo visual, dentre outros – também podem despertar a

dúvida, a curiosidade, o desejo de compreender o porquê dos fenômenos observados. Dessa forma, a motivação pode facilitar a aprendizagem dos conceitos abordados no contexto da aula experimental. Talvez o não aproveitamento desse papel motivacional desempenhado pela atividade experimental como impulso para a aprendizagem esteja relacionado a outros fatores, como alguns discutidos a seguir.

Outra contribuição atribuída às atividades experimentais no contexto da educação científica – também vista sob perspectivas divergentes entre alguns pesquisadores – é o desenvolvimento das habilidades manipulativas, isto é capacidade de, por exemplo, trabalhar com instrumentos (equipamentos, vidrarias) ou empregar corretamente técnicas de uso de materiais de laboratório.

Dentro da teoria sócio-histórica, um dos elementos que fazem a mediação entre o homem e mundo são os instrumentos – é por meio deles que o homem age sobre a natureza –, os quais foram construídos, deliberadamente, com objetivos específicos e suas funções, transmitidas aos demais membros da cultura ao longo da história coletiva (OLIVEIRA, 1997). Os instrumentos, assim como a maneira de utilizá-los em contextos específicos, representam, portanto, uma construção material do pensamento humano.

Sob esse ponto de vista, aprender a manipular os materiais e equipamentos típicos de laboratório não se configuram em mera operação mecânica, pois, enquanto instrumentos de mediação, tais objetos carregam uma série de significados e conceitos, uma função para o qual foram criados e uma forma de utilização que foi aprimorada ao longo da história. Existe, portanto, uma lógica, um porquê que orienta todas as manipulações realizadas com os materiais e equipamentos de laboratório e que deve ser compreendido pelos estudantes durante a atividade experimental. Nesse sentido, os instrumentos e seus respectivos procedimentos não são desvinculados do pensamento conceitual e, por esse motivo, o desenvolvimento das habilidades manipulativas não deve ser descartado como uma real e importante contribuição das atividades experimentais.

Outro elemento mediador citado por Vygotsky, e de fundamental importância no contexto das atividades experimentais em aulas de química, é o signo ou “instrumento psicológico” – o qual tem na linguagem seu principal representante. Nas aulas, assim como nas demais práticas sociais, a linguagem exerce o papel tanto de comunicação entre os indivíduos, quanto de organização do pensamento, de elaboração de conceitos. Por meio da linguagem é possível pensar em objetos ausentes, abstrair, fazer associações, generalizar, memorizar. Portanto, na perspectiva vygotskiana, o pensamento é determinado pela

linguagem, isto é, é por meio da linguagem que o indivíduo desenvolve os modos mais sofisticados de funcionamento psicológico.

Conforme discutimos anteriormente, o aprendizado do conhecimento químico requer a compreensão e articulação de seus três níveis abordagem: o fenomenológico, o teórico e o representacional. As articulações entre seus níveis teórico e representacional ilustram bem as relações entre pensamento e linguagem propostas por Vygotsky. Na química, a compreensão de seus aspectos teóricos (modelos elaborados para explicar a constituição e transformação da matéria) se dá fundamentalmente por meio de sua linguagem representacional típica (símbolos, fórmulas e equações químicas, gráficos, equações matemáticas, representações de modelos), elaborada ao longo da história dessa ciência. É através dessas representações que os cientistas organizam e descrevem suas teorias, da mesma forma que é por meio delas que os alunos desenvolvem o pensamento conceitual típico da química. Em outras palavras, conforme enfatiza Machado (2004), “é possível pensar que a equação química e a linguagem química sejam instrumentos para a elaboração do pensamento químico, ou seja, com e pela linguagem química, no movimento de significação dessas representações, uma certa forma de pensar vá constituído-se” (p.170).

Assim, considerando a importância das relações entre pensamento e linguagem na formação dos conceitos, alertamos para o fato de que nas atividades experimentais pouco adianta trabalhar apenas no nível fenomenológico – ainda que este seja o mais negligenciado nas aulas tradicionais – sem a preocupação em propiciar sua correta articulação com a linguagem química que expressa, no nível teórico, as explicações para os fenômenos observados, isto é, sem reconhecer que é por meio da linguagem que os conceitos químicos são formados na mente dos alunos.

Outra preocupação de Vygotsky relativa à linguagem é a distinção entre significado e sentido expressos pela palavra: o significado representa um campo de compreensão da palavra mais delimitado, relativamente estável e compartilhado pelos sujeitos que a empregam; o sentido é mais amplo, pois representa o significado afetado pela experiência individual e pelo contexto de uso da palavra. Sob essa perspectiva é necessário pensar que na aula química múltiplos sentidos podem ser produzidos. Assim, por exemplo, o termo “solução-tampão” que, em química significa uma solução que resiste a variações de pH quando nela são adicionados ácidos ou bases, pode eventualmente ser imaginado como “algo para obstruir” ou “tampar”.

Dessa forma, nas aulas de química, incluindo aí as experimentais, um dos papéis do professor é trabalhar a linguagem de tal forma que o aluno compreenda, dentro do contexto de

aprendizagem dos conteúdos abordados, o significado dos conceitos que cada palavra encerra. Porém, fazer com que o aluno compreenda e use adequadamente a linguagem científica, não significa suprimir os demais sentidos que uma palavra pode expressar em seu cotidiano: o importante é que ele consiga usar a linguagem de forma consciente e coerente com seu significado dentro de um determinado contexto. Na área médica, por exemplo, é bastante coerente empregar a palavra “tampão” no sentido de “algo para obstruir”, o que, nesse contexto, ela nada tem a ver com a estabilização do pH de uma solução.

Tais considerações nos levam a discutir outro elemento da teoria sócio-histórica: as relações entre conceitos científico e cotidiano. Para Vygotsky, os conceitos cotidianos criam uma série de estruturas mentais para que os conceitos científicos possam ser desenvolvidos; os conceitos científicos, por sua vez, podem evoluir para um nível típico de conceito cotidiano. Isso implica considerar, durante as discussões estabelecidas nas aulas experimentais, tanto as ideias espontâneas, oriundas do cotidiano, quanto aquelas de natureza científica. Ambas têm papel relevante na formação dos conceitos químicos.

Dentro dessa perspectiva, os alunos já chegam à escola, por exemplo, com algum conceito espontâneo sobre solubilidade de diferentes substâncias em água, os quais podem servir de base para a formação dos conceitos científicos relacionados ao assunto, isto é, evoluem para um nível no qual possam compreendê-los dentro de um sistema lógico de conhecimento. Por outro lado, na escola os alunos aprendem, de forma sistematizada, conceitos científicos sobre os fatores que afetam a velocidade das reações químicas, conceitos estes que podem evoluir para um nível no qual os alunos possam empregá-los de forma consciente, deliberada, em eventos do seu cotidiano.

Segundo Vygotsky, no processo de formação dos conceitos, o pensamento é inicialmente desordenado, depois segue para o pensamento por complexos e deste para o pensamento conceitual propriamente dito. No estágio do pensamento por complexo é bastante comum a formação de pseudoconceitos, uma vez que a criança ainda está presa ao que é palpável, visível, não conseguindo abstrair, generalizar e organizar o pensamento de forma desvinculada da realidade concreta – processos necessários à formação dos conceitos verdadeiros. Esses processos mais sofisticados de pensamento, no entanto, são essenciais para a compreensão do conhecimento químico. Dessa forma, as aulas experimentais devem propiciar espaço para o reconhecimento e problematização dos pseudoconceitos, a correção de erros conceituais do ponto de vista da ciência, bem como sua evolução para conceitos verdadeiros. Além disso, o professor deve cuidar para que as atividades experimentais não se

limitem apenas à visualização de fenômenos, fazendo com que os alunos fiquem ainda mais presos à realidade concreta, ao que é visível.

Citamos anteriormente que as atividades experimentais podem ser empregadas nas escolas por meio de diferentes modalidades: demonstração, verificação ou investigação. Arruda e Laburú (1998) consideram que as aulas experimentais devem partir de uma abordagem mais simples e fechada (como nas atividades de demonstração e verificação), na qual os alunos possam entrar em contato com experimentos fáceis, e à medida que eles fossem se familiarizando com essa estratégia de ensino poderiam realizar experimentos mais abertos, como, por exemplo, as atividades de investigação.

A ideia proposta por esses autores parece bastante coerente com as considerações de Vygotsky sobre a zona de desenvolvimento proximal, uma vez que reconhece que cada tipo de atividade, com suas respectivas e gradativas dificuldades, contribuem para o desenvolvimento intelectual dos estudantes, provocando avanços na aprendizagem.

Outro ponto interessante que se pode extrair dessa relação é que a atividade experimental – assim como qualquer outra proposta na escola – deve estar coerente com o nível de desenvolvimento da criança ou adolescente naquele momento. Isso implica, em parte identificar o que a criança já sabe (seu desenvolvimento real), isto é, suas concepções prévias sobre um dado assunto ou fenômeno químico, bem como suas experiências anteriores na realização de aulas práticas. Implica também promover atividades que estejam dentro do seu nível de desenvolvimento potencial, do que ela é capaz de fazer ou compreender com a ajuda de pessoas mais capazes. Por fim, e não menos importante, implica analisar o que, mesmo com a ajuda de outra pessoa mais capaz, a criança não conseguirá fazer. Ou seja, aplicar atividades experimentais que estejam aquém ou além da zona de desenvolvimento proximal é, no mínimo, infrutífero.

A importância das atividades investigativas tem sido bastante ressaltada devido ao fato de colocarem os alunos como sujeitos ativos nas várias etapas de resolução de um problema que envolva um processo experimental. Esse tipo de atividade, apesar da complexidade e do tempo que costuma demandar, pode ser considerada, na perspectiva vygotskiana, uma tarefa desafiadora, que faz novas exigências ao estudante e que, por esse motivo, estimula seu intelecto a evoluir para níveis mais elevados. Oliveira (1995) ressalta ainda que a trajetória do desenvolvimento se dá de fora para dentro, sempre definida pela cultura. Assim, são necessárias determinadas situações e práticas sociais que propiciem certos tipos de aprendizado e conseqüente desenvolvimento do indivíduo.

No entanto, engajar-se na resolução de um problema dado, seja na escola ou fora dela, não significa fazê-lo isoladamente, pois as interações sociais são o elemento-chave da teoria sócio-histórica: é por meio do outro que o indivíduo se constitui, isto é, internaliza os conceitos culturalmente compartilhados e desenvolve suas funções psicológicas tipicamente humanas. Segundo Vygotsky a criança pode fazer muito mais com a ajuda do outro do que o faria isoladamente.

Tais concepções têm implicações importantes na maneira como as atividades experimentais são desenvolvidas nas escolas. Uma delas é o papel do professor como o outro mais capaz, como o mediador do conhecimento. Sua função é atuar na zona de desenvolvimento proximal, promovendo avanços que não ocorreriam espontaneamente. Portanto, segundo Oliveira (1995),

os procedimentos regulares que ocorrem na escola – demonstração, assistência, fornecimento de pistas, instruções – são fundamentais na promoção de um ensino capaz de promover o desenvolvimento. A intervenção do professor tem, pois, um papel central na trajetória dos indivíduos que passam pela escola (OLIVEIRA, 1995, p.12).

Essas colocações, no entanto, devem ser analisadas com cuidado. Primeiro, elas não implicam fornecer respostas prontas ao aluno, não estimulando o avanço de seus processos intelectuais. Nas aulas experimentais é essencial que os alunos sejam desafiados a pensar sobre os fenômenos observados e a tentar relacioná-los com os conceitos que já conhecem, que fazem parte de seu nível de desenvolvimento real, para que possam avançar no processo de aprendizagem de novos conceitos.

Também é leviano considerar a perspectiva sócio-histórica como uma visão de ensino tradicional, diretivo, autoritário, no qual o aluno é um receptor passivo do conhecimento transmitido pelo professor. O conhecimento, na realidade, segundo Vygotsky, é constantemente reconstruído tanto no plano coletivo quanto individual: a vida social é um processo dinâmico, na qual o indivíduo é um sujeito ativo que internaliza os processos interpessoais fornecidos pela cultura, não na forma de absorção passiva, mas de transformação em um processo intrapessoal. Nesse sentido, é necessário que as aulas experimentais sejam concebidas como um espaço para as interações sociais, e não transmissão-recepção, isto é, um ambiente no qual o conhecimento químico é constantemente (re)construído.

Krasilchik (1987) lembra ainda que a passividade dos alunos é um dos mais antigos problemas do ensino de ciências: as aulas tradicionais geralmente os mantêm inativos física e

intelectualmente. Porém, mesmo quando lidam com materiais, espécimes e instrumentos, se a aula não lhes garantir liberdade de expressão, podem se manter passivos do ponto de vista mental. Isso porque o aprendizado de ciências não requer somente habilidade de observação e manipulação, exige também especulação e formação de ideias próprias.

A importância atribuída ao professor como mediador da aprendizagem também não o coloca como o único detentor do conhecimento, tampouco desconsidera as ideias que os alunos já trazem ao chegar à escola. Como vimos, os conceitos espontâneos, oriundos principalmente do cotidiano da criança, devem ser considerados no processo de construção do conhecimento. Além disso, a interação entre os pares, as colaborações com os colegas também representam uma rica oportunidade para a aprendizagem. No contexto das aulas de química, Machado e Mortimer (2007) ressaltam que

as discussões estabelecidas entre os alunos organizados em grupo, sem a presença do professor, são fundamentais para que o aluno aprenda os conceitos, aprenda a falar com e sobre eles [...]. O debate em grupos promove o desenvolvimento das habilidades de ouvir, negociar consenso, respeitar a opinião do outro, argumentar e procurar justificativas racionais para as opiniões (MACHADO; MORTIMER, 2007, p. 38).

Assim, as atividades experimentais – por meio do trabalho em grupo, da divisão de tarefas, do confronto de ideias, da troca de experiências – oferecem uma oportunidade para que os indivíduos se desenvolvam com e pelo outro.

Considerações finais

Neste trabalho apresentamos alguns elementos da teoria sócio-histórica de Vygotsky e suas possíveis implicações para a prática da experimentação no ensino de química, buscando-se nessa relação subsídios para a melhor compreensão e implementação das atividades experimentais em sala de aula. As discussões tecidas sob a perspectiva vygotskiana evidenciaram, por exemplo, que tanto a motivação quanto a manipulação de instrumentos de laboratório – objetivos das atividades experimentais vistos de forma controversa na literatura – são importantes na construção do pensamento conceitual.

A teoria sócio-histórica também possibilitou a entendimento de outros aspectos concernentes à experimentação nas aulas de química, tais como a mobilização dos conceitos científicos e cotidianos no contexto escolar, o papel linguagem simbólica na construção do pensamento conceitual e a função dos problemas desafiadores em sala de aula. Colocou também em destaque a importância dos trabalhos em grupos e das múltiplas interações sociais

estabelecidas em sala de aula, evidenciando especialmente a relevância do professor como mediador do conhecimento. Tais discussões revelaram ainda que as atividades experimentais podem favorecer não somente a abordagem fenomenológica do conhecimento químico, mas também a (re)construção do conhecimento e a internalização dos conceitos científicos, com e pela linguagem.

Cabe destacar que as ideias apresentadas por Vygotsky abrangem aspectos diversos que se conectam e formam uma trama rica de elementos que estabelecem relações fecundas com a educação. Portanto, aquelas exibidas neste texto são, em verdade, recortes, escolhas, e, como tal, dotados de intencionalidade – a de buscar em suas (re)leituras fundamentos para a prática da experimentação nas aulas de química. Além disso, cada um dos pontos abordados neste trabalho, cada uma das articulações estabelecidas entre aulas práticas e a teoria sócio-histórica, é passível de discussão mais profunda que a aqui apresentada. Mas foi esta nossa opção: mostrar a riqueza de contribuições que essa teoria pode oferecer à compreensão e direcionamento das atividades experimentais para a construção do conhecimento químico.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Porto Alegre, v.25, n.2, p.176-194, jun . 2003.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998, p.53-60.
- BIASOTO, J. D.; CARVALHO, A. M. P. Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. Em: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, 2007. *Atas...* Florianópolis, 2007. Disponível em: < <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p897.pdf>>. Acesso: 20 jun. 2010.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v.19, n.13, p.291-313, dez. 2002.
- CARVALHO, A. M. P.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C.; VANUCCHI, A. I. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Editora Scipione, 2005.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, São Paulo, v.27, n.2, p.326-331, mar. 2004.
- GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, J. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa

coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2003.

_____.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.10, n.2, p. 227-254, ago. 2005.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.10, p.43-49, nov. 1999.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.11, n.2, p.219-238, ago. 2006.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v.12, n. 13, p.299-313, 1994.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU, 1987.

MACHADO, A. H. *Aula de química: discurso e conhecimento*. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

_____.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.2, p. 27-30, nov. 1995.

_____.; MORTIMER, E. F. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. Em: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (org.). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p 21-41

MARCONDES, M. E. R.; PEIXOTO, H. R. C. Interações e transformações – química para o ensino médio: uma contribuição para a melhoria do ensino. Em: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (org.). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p 43-65.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, Canoas, v.12, n.1, p. 139-153, jan./jun. 2010.

OLIVEIRA, M. K. O pensamento de Vygotsky como fonte de reflexão sobre a educação. *Cadernos Cedes*, Campinas, v.15, n. 35, p.9-14, 1995.

_____. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In: LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: Sammus, 1992a. p.23-34.

_____. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*. 4.ed. São Paulo: Scipione, 1997.

_____. O problema da afetividade em Vygotsky. In: LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: Sammus, 1992b. p.23-34.

PALANGANA, I. C. A função da linguagem na formação da consciência: reflexões. *Cadernos Cedex*, Campinas, v.15, n. 35, p.15-28, 1995.

REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 14.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SCHROEDER, E. *A teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino: a construção dos conceitos científicos em aulas de ciências no estudo de sexualidade humana*. 2008. 388p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 10.ed. São Paulo: Ícone, 2006.p.103-118.

_____. *Pensamento e linguagem*. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

JANE RAQUEL SILVA DE OLIVEIRA é bacharel em Farmácia-Bioquímica pela Universidade Federal do Maranhão. Mestre em Química pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP), no qual desenvolveu pesquisas na área de Educação Química com ênfase em linguagem científica. Autora de artigos em periódicos nacionais e internacionais da área de ensino de ciências e do livro *Comunicação e Linguagem Científica: guia para estudantes de química* (2007, Editora Átomo). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos e integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos - GPEQSC (www.gpeqsc.com.br), trabalhando na produção de materiais didáticos e no desenvolvimento de pesquisas nesta área.