

A Alfabetização Científica em Situações-Problema: um Conceito Norteador para uma Metodologia Investigativa na Formação Continuada dos Professores de Química

The Scientific Literacy in Problem Situations: a Guiding Concept for an Investigative Methodology in the Continuing Education of Teachers of Chemistry

Karen Cavalcanti Tauceda

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Karen.tauceda@ufrgs.br

José Cláudio Del Pino

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
delpinojc@yahoo.com.br

Leticia Magdaleno Nunes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
letinunes@terra.com.br

Neila Witt

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
neilawitt@terra.com.br

Resumo

O trabalho propõe reflexões sobre a formação continuada de um professor de química, na aprendizagem do conceito da alfabetização científica, no contexto de uma escola pública de ensino médio em Porto Alegre, RS, em atividades de ensino e situações-problema que foram propostas de setembro a novembro de 2014. Foram produzidos invariantes operatórios para resolver as situações-problema avaliativas 1, 2 e 3 que indicaram uma concepção de ensino baseada na racionalidade, isto é, na transmissão de “conteúdos prontos” e a ausência de estratégias de ensino que considerem os conhecimentos prévios dos alunos para fundamentar a aprendizagem. Estes resultados dificultam o desenvolvimento do conceito da alfabetização científica, porém percebeu-se que a análise estrutural conceitual da aprendizagem, em invariantes operatórios das situações-problema avaliativas e nas suas resoluções, facilita o redirecionamento da pesquisa em ação de primeira e segunda ordem.

Palavras chave: alfabetização científica, campos conceituais, situações-problema, formação continuada, ensino de química.

Abstract

The work proposes reflections on the continuing education of a professor of chemistry, on learning of the concept of scientific literacy in the context of a public high school in the city of Porto Alegre, RS, in teaching activities and problem situations they were proposals of september the november 2014. Were produced invariants operative to resolve the problem situations evaluative 1, 2 and 3, which indicated a conception of teaching based on rationality, that is, in the transmission of "content ready" and the absence of teaching strategies that consider the prior knowledge of students to substantiate the learning. These results prejudice the development of the concept of scientific literacy, however, it was also observed that the structural analysis of conceptual learning, in operative invariants of problem situations evaluative and its resolutions, facilitates the redirection of research in action of first and second order.

Key words: scientific literacy, concept fields, problem situations, continued education, teaching of chemistry.

Qual o problema de pesquisa? Situando conceitos no contexto da aprendizagem do ensino de ciências

O contexto educacional no qual estão inseridos os sujeitos que ensinam e aprendem é complexo, com diferentes matizes e situações problematizadoras. A escola e as Instituições de Ensino Superior (IES), são locais onde estas problematizações são organizadas, sistematizadas, questionadas, investigadas e formuladas hipóteses para responde-las. É nessa recursividade, que o contexto educacional se ressignifica: ele é constituído por sujeitos histórico-culturais que na ação educativa (seja no ensinar ou no aprender) problematizadora, investiga o próprio contexto em que está imerso. É nesta dinâmica “escola-IES” dos conhecimentos produzidos pelas significações e formulação de hipóteses, na resolução de situações-problema por alunos e professores que justifica-se esta pesquisa de pós-doutorado, pois propõe-se a reflexão-ação dos diferentes sujeitos envolvidos nesta dinâmica educativa, alunos, professor da escola e professora da IES. Então, neste contexto escolar de formação continuada do professor de química, em um processo de investigação-ação, inúmeras são as situações potencialmente problematizadoras da aprendizagem dos alunos, e situações de ensino que emergem das interações entre os sujeitos que ensinam e aprendem. São situações que promovem no professor atuante na sala de aula, questionamentos sobre o aprender do aluno, fazendo com que este desenvolva novas formas de ensinar; por sua vez, estas situações também produzirão questionamentos sobre o seu aprender, ressignificando a sua prática.

Fundamentação Teórica

Marandino (1997) enfatiza que os programas de formação continuada com professores de ciências, desenvolvidos em nosso país, frequentemente se limitam a ações de “reciclagem” ou de “capacitação”, em cursos de curta duração, pouco eficazes para romper com a racionalidade técnica. Segundo este autor, estas ações são embasadas na aplicabilidade das ideias produzidas na academia, pelo professor na sua sala de aula, cujo objetivo é “sanar” as deficiências da formação inicial.

Segundo Schön (1992), esta forma de conceber a formação continuada, não valoriza a resolução dos complexos problemas da prática pedagógica produzidos no contexto escolar,

mas reforça o papel do professor como executor e aplicador de “receitas”. Vergnaud (2003) também enfatiza que a pesquisa acadêmica deve considerar o trabalho concreto do professor, caso contrário, não alcançará a riqueza e a diversidade das atividades realizadas na sala de aula. Portanto, o referencial dos campos conceituais pode ser mais um elemento de construção do enfoque “professor reflexivo” ou da “reflexão-ação”, pois propõe a construção conceitual através da reflexão da prática, em situações problematizadoras significativas.

A mediação do professor formador é fundamental no desenvolvimento de atividades de ensino e situações-problema que compartilhem significados da zona de desenvolvimento real e potencial do docente. Vygotski (1991) considera a interação social, a linguagem e a simbolização como fatores importantes na zona de desenvolvimento proximal, que representaria para Vergnaud (1998), o progressivo domínio de um determinado campo de conhecimento.

Moreira (2002) salienta que o conhecimento muda se for comunicável, debatido e compartilhado e o professor (na sala de aula e formador), deverá mediar à explicitação dos conhecimentos implícitos. A explicitação dos conhecimentos através do diálogo, é a contribuição mais relevante da TCC para o desenvolvimento da linguagem científica escolar (ou de uma linguagem mais próxima à ela), pois enfatiza a importância de metodologias de aprendizagem e estratégias de ensino que contribuam para a promoção da explicitação dos conhecimentos durante o processo de conceitualização do real. O professor tem um papel fundamental neste processo.

A aprendizagem dos conceitos científicos, ressignificados nas problematizações do contexto social/escolar, remete aos significados da alfabetização científica. Segundo Sasseron e Carvalho (2011), por ser este um conceito complexo, é necessário captar seus significados através da análise em diferentes situações. Em Laugksch (2000), o entendimento da natureza da ciência, a compreensão de termos e conceitos chave das ciências, e o entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias, são problemas enfatizados pela alfabetização científica. Portanto, para Sasseron e Carvalho (2008), há a necessidade de articular as noções e conceitos científicos com o desenvolvimento do pensamento investigativo, através de problematizações significativas, onde os alunos possam “fazer ciência”. Krasilchik e Marandino (2004), enfatizam a interdisciplinaridade para a apropriação de conceitos científicos em um enfoque crítico em diferentes situações da sociedade atual.

Vergnaud (1990) afirma que um conceito é constituído por um conjunto de situações que darão sentido ao conceito; um conjunto de invariantes operatórios (conceito e teoremas-em-ação) em que se baseia a operacionalidade dos esquemas, ou seja, os significados dos conceitos que estão amplamente implícitos; e um conjunto de representações simbólicas que permite representar um conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos. Um esquema é um plano de ação, uma estratégia que abrange uma classe de situações. Teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; conceito-em-ação é uma categoria de pensamento tida como pertinente.

A proposta desta pesquisa enfatiza a formação continuada de professores de química, para que esta se constitua diferente da “lógica” da teoria tradicional¹; que estas teorias para o ensino,

¹ Baseia-se na concepção racionalista do conhecimento, fundamentada na repetição de conceitos memorizados, transmitidos pelo professor em materiais de ensino (textos no quadro e giz, livros didáticos, apresentações em power-point), que devem ser reproduzidos nas provas, mas que podem não evidenciar compreensão por parte do aluno, na resolução de diferentes situações problematizadoras relacionadas a estes

discutidas nas IES (Instituições de Ensino Superior), se ressignifiquem na resolução de situações-problema no contexto da escola, formando professores pesquisadores, que compreendem o conceito da alfabetização científica, ao desenvolverem práticas que possibilitem aos estudantes uma aprendizagem investigativa. Portanto, é necessário formar professores investigativos em um contexto problematizador/investigativo, como é o contexto educativo das situações-problema de Vergnaud.

Metodologia

O artigo apresenta alguns resultados de uma pesquisa de pós-doutorado - PPG Ensino/UNIVATES, Lajeado, RS, no período entre setembro e novembro de 2014, e traz reflexões sobre a prática do professor de química, relacionada à teoria dos campos conceituais de Vergnaud: mediações organizadas pelo professor formador (situações de ensino e situações-problema), as quais possibilitaram discussões na resolução de situações-problema, construindo conhecimentos relacionados à prática na sala de aula e ao conceito da alfabetização científica.

Neste artigo propomos a discussão na qual este conceito constitui o campo conceitual mais amplo a “didática das ciências”, pois identificamos que este conhecimento, ao ser compreendido pelos professores, possibilita o desenvolvimento de práticas de ensino com significados epistemológicos diferentes, daqueles das metodologias de ensino tradicionais. O conceito da alfabetização científica então, é problematizado em situações significativas para o professor (que apresentam em sua estrutura conceitual, conhecimentos prévios e novos, relacionadas a este conceito). Ao resolver estas situações, o professor explicita conhecimentos que podem não estarem totalmente corretos do ponto de vista daqueles aprendidos nas IES, mas são aqueles que o professor compreende como adequados para responder aquelas situações. Ele ressignifica então os conceitos aprendidos na academia. A professora formadora quando utiliza estes conhecimentos para organizar as situações-problema, ela também ressignifica os conceitos aprendidos na IES, pois estas situações/conceitos estão impregnadas de conhecimentos, promovidos na prática da professora formadora em contexto investigativo da docência dos professores na sala de aula. Por sua vez, estes professores investigam sua prática através da resolução de situações-problema que consideram a compreensão deste professor em relação à aprendizagem de seus alunos.

Os campos conceituais consideram que os conhecimentos (invariantes operatórios) são produzidos na resolução destas situações, isto é, quando são explicitados conhecimentos que os sujeitos consideram pertinentes para solucionar os problemas propostos pelo professor. A

conhecimentos. Na perspectiva empirista, também ocorre a falta de problematização das concepções prévias (impregnadas de saberes/conhecimentos cotidianos, construídos ao longo da história cultural dos sujeitos). Esta perspectiva fundamenta muitas atividades experimentais, em que o professor utiliza a metodologia “diferenciada” das atividades práticas, baseada somente na observação dos resultados destas experiências na elaboração do conhecimento de ensino. O aluno então, é uma “tabula rasa”, sem concepções prévias em relação a este conceito, pois o professor não o problematiza e o relaciona com as observações do experimento e os conceitos que ele quer ensinar. A pedagogia tradicional também está fundamentada na ausência do diálogo entre professor-aluno e aluno-aluno, pois estas situações de ensino, se ocorrerem, provocam muitas vezes, a percepção de “indisciplina” na sala de aula.

metodologia da TCC na formação continuada, baseada em situações de ensino e problemas significativas, considera aspectos da pesquisa-ação de segunda ordem, de acordo com os enunciados de Elliott (1998). O contexto de aprendizagem configura-se em problema para ambos, professor universitário e da escola básica, construindo bases epistemológicas alternativas, onde a teoria e a prática se desenvolvem de forma interativa dentro da escola.

Foi analisado o contexto da formação continuada no Colégio Estadual Júlio de Castilhos (CEJC), Porto Alegre, RS, com um professore química (ensino médio). O professor possuía em torno de cinco anos de prática profissional e ministrava ainda aulas em outra escola da região metropolitana de Porto Alegre.

Foram desenvolvidas situações-problema que consideraram os conhecimentos produzidos pelo professor através da reflexão das práticas da sala de aula, e conceitos relacionados à uma proposta investigativa de ensino para a construção de conceitos escolares de ciências – a alfabetização científica, como a metodologia dos campos conceituais. Estas situações-problema, respondidas através da produção de invariantes operatórios, foram propostas em encontros quinzenais (em torno de 90 minutos), e estes encontros foram organizados em situações de ensino que proporcionassem o debate de ideias, enfocando a reflexão da prática pedagógica vivenciada. Este processo investigativo de reflexão-ação apresenta potencial para o debate (tornar os conhecimentos implícitos em explícitos), negociações de significados, argumentações, exemplos, comparações, relações (GROSSI, 2006), onde os professores decidirão e problematizarão a metodologia de ensino e o conteúdo que irão ensinar, em uma investigação-ação da sua própria prática investigativa, em uma perspectiva de colaboração (MALDANER, 1997).

Abaixo, são descritas três situações-problemas avaliativas. Cada uma é composta de várias situações com complexidade conceitual similares. A 1ª situação (debatida em setembro), tinha como objetivo mobilizar e explicitar as concepções prévias. Estes conhecimentos, ao serem identificados, foram utilizados na organização da 2ª e da 3ª situação-problema (debatida em outubro e novembro), contribuindo na reflexão do professor de química. No intervalo entre as situações-problema, ocorreram debates e discussões que propunham questionamentos dos conceitos prévios e novos.

Os invariantes operatórios explicitados abaixo, foram selecionados pelo critério da operacionalidade dos conceitos escolares em situação de ensino proposta pelo professor, isto é, como o professor articula a aprendizagem do conceito escolar/científico com a didática baseada no desenvolvimento de conhecimentos relacionados à alfabetização científica. As situações-problema propostas então são do tipo “práticas”. Este tipo de situação-problema evidencia conceitos relacionados à metodologia de ensino baseada na alfabetização científica, pois explicitam conceitos pedagógicos da prática dos professores.

Resultados

Situações-problema avaliativas 1:

a) Quais as dificuldades encontradas em termos de aprendizagem dos alunos que você vivencia no dia a dia na sala de aula? (Este é o problema a ser investigado.)

Invariante operatório: Ocorre dificuldade para compreender o que é soluto e solução. É explicado que solução é um conjunto de compostos e que soluto é o componente que está em

uma solução. Há troca de nomes. Está relacionado ao cotidiano: ar, mar, refrigerante, sucos.

b) Qual (ais) as propostas para desenvolver estes conteúdos (conceitos), levando em consideração estas dificuldades (hipóteses organizadas por você para resolver o problema de investigação)?

Invariante operatório: São utilizados rótulos e preparo de soluções no laboratório. São trabalhados novamente os conceitos de ppm, diluição e concentração. São acrescentados conceitos e fórmulas, rótulos e aulas de laboratório sobre título e concentração comum.

Situações-problema avaliativas 2:

a) Você considera os conceitos a serem desenvolvidos como problemas que os alunos precisam resolver? Por que?

Invariante operatório: É considerado como um problema, pois fazem parte do dia a dia, como por exemplo, a reação da fotossíntese, o derretimento do gelo, a chuva, a evaporação das águas de rios e lagos.

b) Proponha alguns problemas que estejam relacionados aos conceitos que você vai desenvolver junto aos seus alunos (estes são os problemas que os alunos vão investigar).

Invariante operatório: São explicados e escritos em folha os exercícios de termodinâmica com cálculos da variação de entalpia, da formação de substâncias e das reações químicas.

Situação-avaliativa 3:

- Qual a sua proposta para problematizar os conceitos que você irá trabalhar na próxima aula, considerando as concepções prévias dos alunos? Nesta situação, foram inseridos conhecimentos relacionados à teoria de aprendizagem de Ausubel, (2000) e Vergnaud (1990).

Invariante operatório: É entregue folha com explicação sobre a lei de Hess. É explicado os coeficientes estequiométricos, inversão das reações químicas para a modificação do valor para a entalpia e utilização dos valores da variação de reações químicas para cálculo final do valor de entalpia da reação formada. A variação da entalpia é explicada através do valor achado pelos alunos calculado a partir de energias de formação de substâncias químicas. Deve-se aprofundar mais os conteúdos através da problematização.

Discussão e Considerações Finais

Na resolução da situação relacionada à identificação de concepções prévias (situações 1 a), os invariantes produzidos indicam uma proposta de aprendizagem fundamentada no “conteúdo de ensino” e não na possibilidade de construção conceitual através de problematizações, como por exemplo “É explicado que solução é um conjunto de compostos e que soluto é o componente que está em uma solução”. Quando é sugerido a formulação de uma hipótese (proposta de ensino) para resolver as dificuldades de aprendizagem (situação 1 b), os invariantes também são incoerentes com o conceito de alfabetização científica: “São acrescentados conceitos e fórmulas, rótulos e aulas de laboratório sobre título e concentração comum” e “A prova oral resolve as dificuldades individualmente e após é feita a prova escrita.”.

A construção conceitual da situação-problema 2 (a), considerou as concepções prévias do professor de química relacionadas à compreensão de aprendizagem, isto é, como o aluno aprende: “recebendo pronto” o conteúdo de ensino. Portanto, esta situação contém estruturas de conhecimento que problematizam o ensino baseado na transmissão de “conceitos prontos” através da possibilidade de construí-los problematizando-os: “Você considera os conceitos a serem desenvolvidos como problemas que os alunos precisam resolver? Por que?”. Na resolução desta situação relacionada à identificação da evolução conceitual (situações 2 a), ocorreu uma mudança na estrutura do invariante, isto é, coerência com uma proposta investigativa de aprendizagem, por exemplo “É considerado como um problema, pois fazem parte do dia a dia, como por exemplo, a reação da fotossíntese, o derretimento do gelo, a chuva, a evaporação das águas de rios e lagos.”, embora o conceito-em-ação “reação da fotossíntese”, pode indicar novamente a tendência de compreender a aprendizagem como uma transmissão de conteúdos prontos e abstratos, pois a reação da fotossíntese não está no dia a dia, mas sim, os seus produtos. A problematização que é mencionada na resolução da situação 2 (a), carece de contextualização mais próximas de temas da CTSA. Uma hipótese para explicar este fato é a própria estrutura conceitual desta situação-problema: não conter elementos conceituais relacionados à uma abordagem de ensino baseada na CTSA. A resolução da situação-problema 2 (b), “São explicados e escritos em folha, os exercícios de termodinâmica com cálculos da variação de entalpia, da formação de substâncias e das reações químicas”, além de serem incoerentes com uma proposta investigativa de ensino, também são contraditórios ao invariante produzido na resolução da situação-problema (a) “É considerado como um problema...”. Isto indica que há dificuldade de explicitar a forma operatória de pensamento, isto é, quando os conhecimentos devem ser operacionais, e não somente predicativos e explicativos. Vergnaud (2003), desenvolve em sua teoria esta diferença entre estes conhecimentos a serem explicitados (predicativos e operacionais).

A situação-problema 3 foi estruturada considerando os invariantes operatórios das resoluções das situações-problema 1 e 2, isto é, estes invariantes não contêm conceitos relacionados a práticas de ensino que consideram as concepções prévias dos estudantes, como por exemplo “São trabalhados novamente os conceitos de ppm” e “São explicados e escritos em folha os exercícios de termodinâmica”. A resolução desta situação-problema, isto é, os invariantes operatórios produzidos, não indicam compreensão sobre a aprendizagem significativa. Esta aprendizagem, apresenta conexões de significados com aqueles da alfabetização científica, ao considerar os questionamentos, os problemas produzidos pelos sujeitos, hipóteses construídas a partir de conhecimentos, saberes prévios.

As dificuldades na aprendizagem do conceito da alfabetização científica: apresentadas pelo professor de química, identificadas nas resoluções das situações-problema avaliativas pode ser explicada pela estrutura conceitual destas situações: não apresentam elementos conceituais prévios e novos (principalmente no que se refere a uma proposta problematizadora de ensino e à uma proposta de contextualização às concepções prévias do aluno e à CTSA), que tencionassem a evolução conceitual, na resolução destas situações.

As situações de ensino para o debate e reflexões pouco frequentes podem também ter influenciado a não apreensão, por parte da professora formadora, das concepções prévias do professor de química. São nestes momentos (e nas situações-problema avaliativas), que ocorrem a explicitação de conceitos para serem utilizados na estrutura das situações. Segundo Vergnaud (1990) a aprendizagem não ocorre em um curto espaço de tempo.

Os resultados obtidos indicam que existe dificuldade de pensar o ensino de química, no contexto pesquisado, como um momento de problematização e reflexão das dificuldades

encontradas na aprendizagem dos estudantes, na construção dos conhecimentos científicos escolares. Também percebeu-se que as problematizações/situações-problema, que consideram o “refletir sobre a prática” docente, indicam potencial para a evolução de concepções epistemológicas, e consequentemente pedagógicas dos professores.

Agradecimentos e apoios

CAPES: Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior.
Colégio Estadual Júlio de Castilhos, Porto Alegre, RS.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- ELLIOTT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. (Orgs) **Cartografias do trabalho docente - professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado das Letras, 1998. p. 137-152.
- GROSSI, E. P. **Aprender é formular hipóteses. Ensinar é organizar provocações**. Porto Alegre: GEEMPA, 2006.
- KRASILCHIK, M. e MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**, São Paulo: Moderna, 2004.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview, **Science Education**, V. 84, n. 1, 2000, 71-94.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química – professores/pesquisadores**. Tese (Doutorado). Unicamp: Faculdade de Educação, Campinas, 1997.
- MARANDINO, M. A Formação Continuada de Professores em Ensino de Ciências: problemática, desafios e estratégias. In: CANDAU, V. M. (Org.) **Magistério, Construção Cotidiana**. Petrópolis: Vozes, 1997. p. 160 – 183.
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.7, n. 1, 2002, p. 7-29.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.13, n.3, 2008, p. 333 – 352.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 16, n. 1, 2011, p. 59-77.
- SCHON, A. D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 77-92.
- VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, V. 17, n.2, 1998, p. 167-181.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Récherches em Didactique des Mathématiques**, V. 10, n. 23, 1990, p. 133 – 170.
- VERGNAUD, G. A gênese dos Campos Conceituais. In: GROSSI, E. (Org.) **Por que ainda há quem não aprende? A teoria**. Ed. Vozes, RJ: Petrópolis, 2003.
- VYGOTSKI, L. S. **A Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.