

Elaborações conceituais sobre relações entre modelo, representação e realidade em aulas da graduação em Química

Conceptual elaboration about the relations between models, representation and reality in Chemistry graduation classes

Fábio André Sangiogo

Universidade Federal de Pelotas - UFPel
fabiosangiogo@gmail.com

Quédina Pieper

Universidade Federal de Pelotas - UFPel
quedinapieper@gmail.com

Resumo

Este estudo tem origem no componente curricular *História, Filosofia e Epistemologia da Ciência*, do Curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal de Pelotas, com objetivo de entender processos de elaboração conceitual dos licenciandos sobre as relações entre modelo, representação e realidade. O percurso metodológico envolveu o planejamento de aulas, o registro das mesmas em diário de bordo de falas dos licenciandos e professor, e a aplicação de questionários desenvolvidos em diferentes momentos das aulas acompanhadas. A pesquisa contribui com o repensar do componente curricular, propiciando melhorias à formação inicial de professores de Química, com discussões e reflexões sobre a importância de trabalhar com aspectos da história e filosofia da Ciência que dizem sobre as relações entre modelo, representação e realidade, a exemplo da não transparência do discurso da Ciência.

Palavras chave: modelos e representações, epistemologia e ensino, natureza da Ciência, elaboração conceitual.

Abstract

This research origin in the curricular component History, Philosophy and Epistemology of Science in the graduation course for Licentiate degree in Chemistry in the Universidade Federal de Pelotas, aiming to understand the processes of conceptual elaboration of undergraduates about the relations between model, representation and reality. The methodological path followed the planning of classes, their records in logbooks as words of students and professor and the application of questionnaires in different moments in the observed classes. The study contributed to bethink the curricular component, enabling improvements to the initial teachers training, with discussions and reflections on the importance of working with aspects of History and Philosophy of Science regarding the relations between model, representation and reality, e.g. the non-transparency of Science discourse.

Key words: Model and Representation, Epistemology and Teaching, Nature of Science, Conceptual elaboration.

Introdução

Uma discussão em expansão na área de Ensino de Ciências corresponde à importância de reflexões sobre a história e a filosofia da Ciência na formação de professores (LOPES, 2007; MALDANER, 2003; CACHAPUZ, PRAIA, JORGE, 2004; EL-HANI, 2007; PEDUZZI, 2007; PEDUZZI, MARTINS, FERREIRA, 2012), a exemplo da importância e da dificuldade de estabelecer compreensões sobre as relações entre modelo, representação e realidade para qualificar as percepções sobre a natureza da Ciência (JOHNSTONE, 1982; MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000; MORTIMER, 2000; MACHADO, 2004; WARTHA, REZENDE, 2011; SANGIOGO, 2014).

Como pressupostos teóricos que permitem estabelecer discussões sobre as relações entre modelo, representação e realidade no âmbito da formação de professores de Ciências/Química, corrobora-se à percepção da importância de compreensões sobre a não transparência da linguagem da Ciência (SILVA, 2006; BAKHTIN, 2009), de possíveis obstáculos que imagens e representações podem gerar ao aprendizado *da e sobre* a Ciência (BACHELARD, 1996; LOPES, 2007), e da importância de se propiciar processos de (re)construção de linguagens e pensamentos específicos às culturas da comunidade científica e escolar nas aulas de Ciências/Química (VIGOTSKI, 2001).

Ao considerar a relevância das discussões apresentadas na literatura, esta pesquisa visa analisar o contexto dos processos de ensino e de aprendizagem do componente curricular de *História Filosofia e Epistemologia da Ciência* do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), buscando contribuir com a formação inicial de professores de Química e na qualificação do componente curricular. O componente curricular tem como objetivo:

Discutir sobre questões associadas aos processos históricos e sociais de produção e validação do conhecimento científico e a distinção de outros conhecimentos culturalmente presentes na sociedade; Propiciar compreensões e debates sobre a natureza da ciência, as relações entre sujeito e objeto do conhecimento; Entender e refletir sobre implicações de diferentes categorias epistemológicas, as diferentes visões de ciência, associadas ao processo de ensino e de aprendizagem de Ciências. (PPPCLQ/UFPEL, 2013).

Entre as discussões, o componente contou com compreensões a respeito da natureza da Ciência, o estabelecimento de discussões e relações entre modelo, representação e realidade, a interpretação de imagens e do discurso da Ciência, em especial, os usados nas aulas de Química. Ao considerar o exposto, este trabalho tem **como foco** compreender e refletir sobre elaborações conceituais estabelecidas pelos licenciandos quando os mesmos estabelecem relações entre modelo, representação e realidade no âmbito do componente curricular.

O percurso metodológico

No segundo semestre de 2014, realizou-se o planejamento, a implementação e o acompanhamento do componente curricular “História Filosofia e Epistemologia da Ciência” que contou com a presença de 8 licenciandos do 2º semestre do Curso. Como atividade, o professor solicitou que os licenciandos escrevessem um diário relatando a sua aprendizagem (ou não) de cada aula, as impressões pessoais, discussões, dúvidas ou incompreensões sobre assuntos trabalhados. Durante as aulas houveram leituras, apresentações e discussões (i) de livros (CHASSOT, 1994; FARIAS, 2010), (ii) de artigos e capítulos (CHASSOT, 1995; GONICK, CRAIG, 2013; BORGES, 1996; ZYLBERZTAJN, 1991; LOPES, 2007;

SANGIOGO, MARQUES, 2014), e (iii) de vídeos: “O perigo de uma única história”¹, “O Mito da Caverna”² de Platão e “Matrix e o Mito da Caverna”³, com objetivo de propiciar discussões sobre aspectos históricos e sociais *da e sobre* a Ciência.

As aulas foram registradas em diário de bordo, em que a bolsista (e aluna) descrevia falas dos licenciandos, do professor e realizava relatos das sequências de atividades desenvolvidas nas aulas. Foram realizados 13 encontros presenciais com duração de 3 horas/aula (50 minutos cada). Cabe salientar que a pesquisa segue os princípios de ética na pesquisa, sendo entregue e assinado aos/pelos sujeitos o Termo de consentimento. O professor foi codificado por “P1” e os licenciandos por “L1”, “L2”, e assim sucessivamente. Sempre que se repetia a fala ou escrita de um mesmo sujeito, repetia(m)-se a(s) letra(s) e número(s).

Como modo de registros dos conhecimentos em construção, realizaram-se três questionários (Questionários I, II e III), com vistas a acompanhar os processos de ensino e de aprendizagem. O Questionário I, aplicado no primeiro dia de aula, buscou identificar percepções iniciais sobre Ciência e conhecimento científico, sobre as relações estabelecidas pelos licenciandos sobre modelos e realidade, representações e realidade. O Questionário II, aplicado na sétima aula, com objetivo de identificar percepções sobre a história da Ciência, como o desenvolvimento histórico e social da Ciência, a diferenças entre alquimia, saberes populares e conhecimentos científicos, e a relação entre Ciência, tecnologia e sociedade. O Questionário III, aplicado na última aula, buscou identificar aprendizagens desenvolvidas ao longo do componente curricular. Cabe salientar que as respostas dos Questionários I, II e III tiveram o *feedback* do professor e foram transcritas pela bolsista.

Ainda como atividade, os licenciandos foram orientados para apresentar um seminário com a proposta de uma aula para alunos do ensino médio (10 a 15 minutos), trazendo aspectos da História, Filosofia e Epistemologia da Ciência em algum conteúdo ou temática, e em coerência com as discussões desenvolvidas nas aulas. Isso com o objetivo de materializar possibilidades de discussões no âmbito da educação básica e superar discussões meramente teóricas ou de “recomendação” ao ensino de Química

Cabe destacar que o contexto desta pesquisa carrega elementos da prática de um professor/pesquisador (MALDANER, 2003), ao contemplar a articulação entre a formação docente em Química e a pesquisa, ao analisar a complexidade dos conhecimentos e práticas da ação educativa: um trabalho de formação continuada ao exercício profissional, em que “cria/recria a sua profissão no contexto da prática” (p. 391), permitindo mudar: as relações dos homens com a natureza; o homem; e as relações entre os homens.

Os materiais empíricos são analisados à luz da perspectiva histórico-cultural, a *análise microgenética* (WERTSCH, 1988; GÓES, 2000): que “comporta o plano das interações em termos dos microeventos que concernem ao desenvolvimento cultural humano” (GÓES, 2000, p. 87). Nas aulas acompanhadas, “os significados são vistos como polissêmicos e polifônicos, criados [negociados e internalizados] na interação social” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p.284), com diferentes perspectivas culturais. A análise é *micro* “por ser orientada para minúcias indiciais – daí resulta a necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito”, e *genética* “no sentido de ser histórica, por focalizar o movimento durante processos e relacionar condições passadas e presentes, tentando explorar aquilo que, no presente, está impregnado de projeção futura” (idem, p. 15). A análise de episódios ajuda a “circunscrever e mostrar a importância das experiências vividas” (ANDRADE, 2010, p. 87)

¹Disponível em <http://www.ted.com/talks/view/id/652>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

²Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Rft3s0bGi78>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

³Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=84V2K0o3LtE>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

nas interações decorrentes das aulas desenvolvidas na escola, momento em que o pesquisador faz “um exercício que busca nas pistas e nos indícios a reconstrução (e a interpretação) dos fatos” (p.87).

A análise microgenética possibilita estabelecer relações entre processos inter e intrapsicológicos humanos (WERTSCH, 1988; VIGOTSKI, 2001). Trata-se de “uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e recorte de episódios interativos”, voltada para “as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação” (GÓES, 2000, p. 9), a exemplo de estudos de Schroeder, Ferrari e Maestrelli (2010) e Sangiogo (2014). Na análise, cada detalhe, falas, respostas e perguntas são importantes para identificar indícios de (re)elaboração conceitual dos sujeitos. Nesse sentido, os materiais empíricos foram analisados à luz de um referencial teórico que permite estabelecer compreensões sobre como os licenciandos estabelecem as relações sobre modelo, representação e realidade, para o qual foram selecionados e agrupados os escritos e falas dos estudantes, com produções de significados que permitem desenvolver discussões representativas dos discursos dos sujeitos.

Resultados e discussões

A pesquisa envolveu o registro do processo de ensino, em coerência com a análise microgenética, com elaboração de diário de bordo, questionários, transcrições de escritos e falas dos sujeitos. As aulas são resumidamente apresentadas no Quadro 01.

Aula e sua descrição
<p>Aula 01: Apresentação e orientações sobre o componente curricular. Licenciandos responderam o Questionário I. O professor indagou sobre: o papel da ciência e da filosofia; o que sabem sobre epistemologia; o que esperavam da disciplina. Houve orientação para apresentação, na forma de seminário, do livro de Chassot (1994).</p>
<p>Aula 02: A pedido do professor, os alunos contaram a história do por que escolheram o Curso de Licenciatura em Química, e comentou-se sobre o processo de tornar-se professor. Leitura e discussão do artigo de Chassot (1995). Na aula os alunos questionavam e se posicionavam sobre a distinção entre alquimia e química.</p>
<p>Aula 03: Apresentação do vídeo “O perigo de uma única história”, com discussões sobre: a parcialidade das histórias contadas; o papel da mídia; a importância de ter cuidados com <i>a</i> ou <i>as</i> fontes de pesquisa; e as implicações à escola. Apresentação e discussão dos Capítulos 1, 3 e 4 do livro (CHASSOT, 1994).</p>
<p>Aula 04: Apresentações e discussões dos Capítulos 2, 5, 6, 7 e 9 (CHASSOT, 1994).</p>
<p>Aula 05: Apresentações dos Capítulos 8, 10, 11 e 12 (CHASSOT, 1994). Em aulas anteriores, deu-se a orientação de leitura do livro de Farias (2010), com vistas a ter outro “olhar” sobre a história da Ciência/Química e para licenciandos manifestarem suas percepções sobre o livro.</p>
<p>Aula 06: Leitura e discussão do Capítulo I do livro de história em quadrinhos de Gonick e Craig (2013). A leitura foi orientada de modo que os licenciandos destacassem aspectos que poderiam ser discutidos com alunos no Ensino Médio, considerando aspectos da história e desenvolvimento da Ciência. Atividade: a turma se dividiu em dois grupos com caixas fechadas. Eles deveriam criar explicações e uma representação sobre o que havia em seu interior (pelo som, peso, etc.). Após um tempo, os grupos socializaram os resultados, gerando discussões sobre o papel do cientista, da tecnologia, e as relações entre sujeito e objeto do conhecimento.</p>
<p>Aula 07: Estudo do capítulo 2 do livro de Borges (1996), em que retomaram aspectos estudados, como as distinções sobre o modo de entender a relação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Os licenciandos responderam o Questionário II.</p>
<p>Aula 08: Discussão do texto de Zylberztajn (1991), com o estudo de conceitos de Kuhn, como: paradigmas; revoluções científicas; ciência normal; incomensurabilidade; e a analogia com o ensino de Ciências. Também houve explicações sobre as relações entre o fenomenológico, o representacional e o teórico.</p>
<p>Aula 09: Estudo do texto de Sangiogo e Marques (2011), em que licenciandos tinham tarefa de indicar contribuições da epistemologia ao ensino de Ciências/Química. Também se discutiu sobre a parcialidade das representações, o papel das imagens, da imaginação e dos modelos no ensino de Ciências. Apresentação dos vídeos: “O Mito da Caverna” de Platão e “Matrix e o Mito da Caverna”, com discussões, por exemplo, sobre a especificidade dos modos de pensar e agir, do olhar do sujeito sobre a Ciência e o que se conhece.</p>
<p>Aula 10: O professor desenvolveu discussões sobre: o indutivismo, o empirismo e o racionalismo na Ciência; a</p>

relação entre o conhecimento cotidiano, científico e escolar; a diferença entre conhecimento ensinado e apreendido. Discussão do Capítulo 2 do livro de Lopes (2007), sobre a recorrência histórica, os obstáculos e as “rupturas” na Ciência e na aprendizagem de Ciências.

Aula 11: O professor propiciou a sistematização de discussões (com apresentação em slides), a exemplo da relação entre conhecimento científico, cotidiano e escolar e entre teórico, fenomenológico e representacional. Algumas problematizações: É possível conhecer a estrutura da matéria? Ela acontece pela razão ou experiência? A representação do átomo é uma construção teórica ou reflete o real? É possível fotografar ou micrografar as moléculas de átomos? Onde e como são usados os modelos?

Aula 12: Apresentação de seminário individual com uma proposta de aula de Química para o Ensino Médio, em que cada licenciando escolheu uma temática, trazendo aspectos da história, filosofia e epistemologia da Ciência. O professor fazia orientações e sugestões, com objetivo de qualificar as propostas.

Aula 13: Avaliação (Questionário III).

Quadro 01: Síntese de atividades desenvolvidas no componente curricular História, Filosofia e Epistemologia da Ciência do curso de Licenciatura em Química da UFPel

As análises e reflexões sobre as observações realizadas são desenvolvidas por meio de recortes representativos de compreensões estabelecidas pelos licenciandos, tendo como foco entender o estabelecimento de relações entre modelo, representações e realidade.

No primeiro dia de aula (no Questionário I), os licenciandos, ao responderem o que sabem sobre modelos e representações usados nas aulas de Química, e sobre a relação entre representações de partículas submicroscópicas (de átomos e moléculas) e o mundo material, escreveram:

“[...] os ‘modelos e as representações’ usados, são apenas para se ter uma ‘noção’ do que venha a ser o determinado ‘tema’ em questão, ou seja, são apenas ‘um modelo’ que não é exato, ou seja, que pode ser modificado através das mudanças que ocorrem, serve apenas para representar algo. Um modelo [...] com a evolução, vai se adquirindo novos conceitos, que vão modificando e o que antes era aceito como correto passa a ser o errado e um novo modelo surge.” “[...] as representações de partículas submicroscópicas nós não conseguimos enxergar, mas sabemos que estas estão presentes no nosso mundo material, mesmo que não conseguimos observá-las” (L1).

“Os modelos são representações didáticas de teorias que buscam descrever a realidade de uma maneira mais próxima possível” [...] “Há vários modelos de representação, cada um com um foco em certos aspectos da teoria. Os modelos podem representar número de ligações, ângulo de ligação, distância e tamanho relativo entre átomos, orbitais, etc.” (L5).

L1 e L5 apresentam respostas mais completas sob o ponto de vista de elementos que dizem sobre aspectos da história e da natureza da Ciência, comparados com as demais repostas que são mais vagas e superficiais, a exemplo de L3: *“Os modelos atômicos podemos visualizar e com isso adquirir mais conhecimentos de química.”*. No geral, os estudantes têm dificuldade de distinção entre modelo e representação, o que demanda compreensões sobre a não transparência da linguagem da Ciência (SILVA, 2006), o que reforça a relevância de discussões sobre com as implicações da epistemologia na compreensão *da e sobre* a Ciência (MALDANER, 2003; LOPES, 2007). Cabe destacar que discussões iniciais sobre o papel dos modelos foram desenvolvidas no componente curricular de “Química Geral” no semestre anterior, mas os licenciandos remetem a uma compreensão do realismo ingênuo sobre as representações empregadas nas aulas de Ciências/Química.

Durante as aulas, em diferentes momentos, perguntas e discussões buscavam estabelecer relações entre modelos, representações e realidade, a exemplo do que eles entendem por representação: *“Bem eu entendo que ela seja utilizada para melhor compreender as significações da química, como, por exemplo, existem estas imagens ‘fotografias’ que estão nos livros que servem para representar como seria por exemplo, um átomo, mas que na realidade não são, servem então para representar, como o nome diz”* (L1, aula 8), ou por modelo: *“Eu entendi que a Ciência não é uma coisa só, que os professores ensinam e os*

alunos muitas vezes entendem que é a realidade, a verdade absoluta [...], o modelo [...] busca chegar o mais próximo da realidade, mas não é a realidade” (L5, aula 11). As falas são coerentes com interlocuções desenvolvidas ao longo das aulas, como: o caráter didático, histórico e de (re)construção social de modelos e representações e a vigilância à obstáculos epistemológicos associados ao ensino de Ciências/Química, o que pode dar impressão de que os licenciandos haviam superado a concepção dogmática ou realista ingênua referente ao conhecimento científico e ao conhecimento escolar (BACHELARD, 1996; LOPES, 2007).

As explicações para questões² do Questionário III, realizado na última aula, remetem para (re)elaborações conceituais sobre a relação entre modelo, representação e realidade (ao comparar com o Questionário I), ao mesmo tempo em que indicam a necessidade novas elaborações (ao comparar com discussões desenvolvidas nas aulas):

“Os modelos são criados para explicar e entender o mundo a nossa volta, no entanto eles não são a realidade, pois quando trago um modelo trago junto uma explicação, e esta, muitas vezes, não traz a explicação de um todo e não reflete o real, ele busca chegar o mais próximo da realidade, mas não o real. Assim as representações trazem simbologias que na química muitas vezes é difícil de compreender, como a representação de um átomo, onde muitas vezes os alunos acreditam que o átomo ‘é’ aquilo, tal qual está representado nos livros didáticos. [...] a imagem é apenas uma representação e busca chegar o mais próximo da realidade, mas não é o real. [...] [No microscópio de força atômica] com certeza não seria possível ver os hidrogênios e o oxigênio como símbolos, mas talvez veríamos que existe um átomo central maior que seria o oxigênio, e dois outros átomos que seriam menores e por isto significariam átomos de hidrogênio, que as ligações são covalentes e que é uma interação entre estes átomos que formam a molécula de água, mas não seria a água na qual observamos no dia-a-dia.” (L1)

[No microscópio] *É possível ver átomos de oxigênio e hidrogênio ligados entre si, formando uma molécula de H₂O, que está ligada a outra molécula de H₂O formando a alíquota de água.”* (L2)

“Os modelos sempre buscam se aproximar da realidade para explicar e prever com maior exatidão e precisão os fenômenos observados na natureza. As representações são recortes simplificados dos modelos teóricos que tem como finalidade ilustrar os fenômenos químicos para fins didáticos. [...] Se o microscópio possuir uma resolução boa o suficiente, uma ponta de prova (que é da espessura de um átomo), vai transferir informações para um computador que criará uma imagem representando alguns aspectos da molécula de água.” (L5)

Mesmo após as aulas, há indícios do realismo ingênuo por parte de licenciandos (como L1 e L2), especialmente ao serem questionados sobre a possibilidade de visualização de moléculas por meio de microscópio de força atômica. Isso evidencia a dificuldade de compreensões sobre as relações existentes entre modelos, representações e aspectos fenomenológicos, como apontado nos referenciais teóricos deste trabalho.

Ao ter como base as observações desenvolvidas nas aulas e as respostas aos questionários, este trabalho reforça estudos que dizem sobre a importância de reflexões sobre história e filosofia da Ciência, o estabelecimento de relações entre modelo, representação e realidade, como modo de melhor entender aspectos que dizem sobre a não transparência do discurso da Ciência. A pesquisa também reforça a compreensão de que tais reflexões não sejam desenvolvidas em momentos isolados, pois demandam vigilância por parte do professor à recorrência ao realismo ingênuo ou a compreensão de que o conhecimento reflete a realidade ou a verdade, como se percebia em alguns momentos das aulas.

A análise das aulas permite avaliar processos de (re)elaboração de linguagens e conhecimentos que se baseiam em explicações desenvolvidas, alguns dos nexos conceituais

² Questões: Qual é a relação entre os modelos, as representações de partículas submicroscópicas (representação de átomos, de moléculas) e o mundo material (fatos/fenômenos)? Ao colocar em um microscópio de força atômica uma pequena alíquota de água, ou melhor, algumas moléculas, o que é possível ver?

que são estabelecidos (VIGOTSKI, 2001), a exemplo de elaborações conceituais sobre aspectos da história e da filosofia da Ciência. Também cabe ressaltar que as análises dos materiais permitem conhecer apenas um esboço do que se estabelece num processo de composição complexo e dinâmico de internalização e de (re)elaboração conceitual (ANDRADE, 2010), mas que tem um papel essencial para avaliar os potenciais e os limites das intervenções realizadas no âmbito do componente curricular acompanhado.

Algumas considerações

A pesquisa visa qualificar as ações pedagógicas, propiciando momentos de reflexão-ação, com vistas a melhorias na formação e na prática docente (do professor do componente curricular, dos licenciandos e da bolsista, ambos em processo de formação permanente). As reflexões desenvolvidas ao longo das aulas implicam direta ou indiretamente em ações que qualificam os processos de ensino e de aprendizagem entre licenciandos e professor do componente curricular, ou mesmo, em outros campos de atuação que visam aprimorar ou consolidar aprendizagens sobre aspectos da história e filosofia da Ciência. As aulas propiciaram discussões sobre a não transparência de representações ou palavras do contexto da Ciência e sobre a vigilância a obstáculos associados ao ensino de Química. Ou seja, as aulas reportam para melhores compreensões sobre a natureza da Ciência e, em especial, o emprego (uso e compreensão) de relações entre a realidade (mundo material, o contexto vivencial), as representações de partículas submicroscópicas, e os modelos explicativos que estejam envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências/Química e que, mesmo após as intervenções no âmbito do componente curricular, demandam (re)significações e consolidação de discussões como as desenvolvidas nas aulas.

Agradecimentos e apoios

Bolsa PBIP/UFPel, e aos sujeitos de pesquisa.

Referências

- ANDRADE, J.J. Sobre indícios e indicadores da produção de conhecimentos: relações de ensino e elaboração conceitual. In. SMOLKA, A.; NOGUEIRA, A. (Orgs.). **Questões de desenvolvimento humano: práticas e sentidos**. Campinas: Mercado Letras, 2010, p. 81-106.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 15. ed., São Paulo: Hucitec, 2009.
- BORGES, R.M.R. **Em debate: cientificidade e Educação em Ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996 (Capítulo 2, p. 21-41).
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**. v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- CHASSOT, A.I. **A ciência através dos tempos**. São Paulo, Moderna, 1994.
- _____. Alquimiando a química. **Química Nova na Escola**, n. 1, 1995.
- FARIAS, R.F. **História da Alquimia**. 2.ed. Campinas/SP: Editora Átomo, 2010.
- GÓES, M.C.R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**. n. 50, p. 9-25, 2000.
- GONICK, L.; CRAIG, C. **Química geral em quadrinhos**. Tradução de Henrique Eisi Toma. São Paulo: Blucher, 2013 (Capítulo 1, p. 9-24).

EL-HANI, C. Notas sobre o ensino de história e filosofia da Biologia na educação superior. In. NARDI, Roberto. **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 292-316, 2007.

JOHNSTONE, A.H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**. v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

LOPES, A.R.C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MACHADO, A.H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 2.ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.

MALDANER, O.A. **A formação inicial e continuada de professores de química – professor/pesquisador**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

_____; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. V. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

_____; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.7, n.3, p. 283-306, 2002.

PEDUZZI, L.O.Q. Do átomo grego ao átomo de Bohr: receptividade inicial e perspectivas de pesquisa em um texto voltado para uma disciplina de Evolução dos Conceitos de Física. In. NARDI, Roberto. **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 317-338.

PEDUZZI, L.O.Q.; MARTINS, A.F.P.; FERREIRA, J.M.H. (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

PPPCLQ/UFPEL. **Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química**. Pelotas: UFPel, 2013.

SANGIOGO, F.A. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de Química da Educação Básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos**. Tese de doutorado. Florianópolis: PPGECT/UFSC, 2014.

_____; MARQUES, C. Compreensões sobre representações de estruturas submicroscópicas à luz da epistemologia de Hessen e Bachelard. VIII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. **ANAIS...** Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 29-41.

SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S.R.P. A Construção dos Conceitos Científicos em Aulas de Ciências: a teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino sobre sexualidade humana. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.1, p. 21-49, 2010.

SILVA, H.C. Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. **Pro-Posições**. v. 17, n. 1, p. 71-83, 2006.

VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WARTHA, E.; REZENDE, D. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n.2, p. 275-290, 2011.

WERTSCH, J.V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Tradução de Javier Zanón e Montserrat Cortés. Barcelona: Paidós, 1988.

ZYLBERZTAJN, A. Revoluções científicas e ciência normal na sala de aula. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. **Tópicos em Ensino de Ciência**. Porto Alegre, Sagra, 1991.