

## PERCEPÇÕES SOBRE IMPLICAÇÕES DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM AULAS DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

*Perceptions of Science of History and Philosophy Implications lessons of a Chemistry Degree Course*

**Quédina Pieper** [quedinapieper@gmail.com]

**Fábio André Sangiogo** [fabiosangiogo@gmail.com]

*Universidade Federal de Pelotas- UFPel*

*Campus Universitário Capão do Leão. Prédio 30, Laboratório de Ensino de Química (LABEQ) sala 201, CEP: 96.010-900, Capão do Leão, RS, Brasil.*

*Recebido em: 05/08/2019*

*Aceito em: 17/02/2020*

### 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, e tem como objetivo identificar concepções de licenciandos sobre as implicações da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química em aulas da graduação em Química. A metodologia da pesquisa envolveu o planejamento das aulas, o registro em diário de bordo e gravação em áudio, a transcrição das falas dos sujeitos, bem como a realização de questionários e entrevistas semiestruturadas. Os materiais empíricos foram analisados com base na análise microgenética. A pesquisa contribui para uma reflexão sobre o componente curricular e propicia melhorias à formação inicial de professores de Química, tanto quanto possibilita percepções sobre implicações da história e da filosofia da Ciência em concepções e práticas voltadas ao ensino de Ciências/Química.

**Palavras-chave:** História e Filosofia da Ciência; formação de professores; epistemologia e ensino; análise microgenética.

### Abstract

This study stems from the curriculum component History, Philosophy and Epistemology of Science, Chemistry Degree Course of the Federal University of Pelotas, and aims to identify licentiate of views on the implications of the History and Philosophy of Science in Education in Chemistry graduation classes in chemistry. The research methodology involved the planning of classes, the record in the logbook and audio recording, transcribing the speech of the subject and the completion of questionnaires and semi-structured interviews. The empirical material was analyzed based on micro genetic analysis. The research contributes to rethinking the curriculum component and drive improvements to the initial training of Chemistry teachers as to enable perceptions of implications of the history and philosophy of science in concepts and practices aimed at teaching Science/Chemistry.

**Keywords:** History and Philosophy of Science; teacher training; epistemology and teaching; microgenetic analysis.

## Introdução

A área de pesquisa em Ensino de Ciências vem, frequentemente, trazendo trabalhos que reforçam a relevância de discussões de cunho pedagógico e epistemológico sobre aspectos da História e da Filosofia da Ciência em espaços da educação básica e superior. Na literatura, há um amplo reconhecimento da importância da inserção de discussões e abordagens desse campo do conhecimento em contextos de formação inicial de professores (Paixão, Cachapuz, 2003; Giordan, De Vecchi, 1996; Freire Júnior, 2002; Leite, 2002; Lopes, 2007; Wang, Marsh, 2002; Maldaner, 2003; Niaz, 2001; Solbes, Travers, 1996; Wortmann, 1996; Matthews, 1994, 1990; Gagliard, 1988), na educação científica e, conseqüentemente, na educação básica. Nesse sentido, considera-se importante, para os professores e estudantes, estudar a natureza da Ciência, pois as discussões nesse âmbito tendem a:

proporcionar mudanças nas concepções de professores e alunos não apenas no entendimento da própria ciência e sua construção histórica, mas no entendimento do currículo de ciências, migrando daqueles que se centram nos conteúdos conceituais que se seguem pela lógica interna da ciência para currículos que abarcam conceitos constitutivos. Ou seja, sobre o como da ciência, seu funcionamento interno, externo, a construção e produção do conhecimento nos diferentes tempos históricos (ciência antiga, moderna, pós-moderna) e as naturezas das comunidades científicas (Loguercio, Del Pino, 2007, p. 73).

Assim como Loguercio e Del Pino (2007), autores da literatura apontam para a importância da inserção da História e da Filosofia da Ciência nos currículos dos cursos de formação de professores, o que promove sentido aos conteúdos e qualifica as visões desses profissionais sobre a natureza da Ciência e em especial, sobre implicações que a História e a Filosofia da Ciência têm ao ensino de Ciências/Química. Matthews (1995) destaca, entre suas compreensões, que História e a Filosofia da Ciência podem “melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas” (p.165). Também há ampla defesa de que essas discussões podem alargar visões sobre a natureza da Ciência e do trabalho científico dos professores em formação inicial e continuada (Gil Perez, *et al.*, 2001).

Na perspectiva de desenvolver discussões sobre a História da Ciência, entende-se que ela é considerada como um “conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de conectar ciência e sociedade” (Oki, Moradillo, 2008). Ainda, em conformidade com tais perspectivas, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (Brasil, 2013), baseadas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), defendem que um dos objetivos (e desafios) da educação Básica é que: “o currículo do Ensino Médio deve garantir ações que promovam a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da Ciência; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura” (Brasil, 2013, p. 187).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental, um dos objetivos da Ciência é que ela seja compreendida como uma construção social, sendo necessário:

compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive, em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente; compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural; identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades

humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas. (Brasil, 1998, p. 33)

As proposições existentes nos documentos oficiais reforçam compreensões da área de Ensino de Ciências e ultrapassam visões de ensino meramente conceituais, ahistóricas e descontextualizadas. Neste trabalho, corrobora-se a importância da inclusão da história e epistemologia no ensino de Ciências/Química, com base em Gagliardi (1988) e Marques e Caluzi (2005), no sentido de que as discussões de sala de aula podem envolver, ao mesmo tempo, uma compreensão sobre o que é conhecimento e como se conhece; sobre os estudos da história e epistemologia da Ciência e sobre como sociedade se relaciona e interfere nesse meio. As intervenções no contexto escolar podem possibilitar uma participação mais consciente dos estudantes “na construção de seus conhecimentos” (Gagliardi, 1988, p. 295), pois envolvem relações entre contextos e conceitos que permeiam esferas específicas do conhecimento cotidiano e científico (Lopes, 1999).

Ao abordar a Ciência a partir de uma perspectiva histórica e social, é possível compreender as Ciências de modo mais coerente com seus percursos e desdobramentos na busca por verdades provisórias e com a não neutralidade envolvida nesse processo (Oliveira, Chinelli, Coutinho, 2011). Para isso, é importante problematizar as concepções e as práticas docentes sobre a natureza da Ciência e sua relação com a tomada de decisão fazem parte de imbricadas e complexas relações que demandam mais estudo e pesquisa para compreensões sobre seus efeitos (Acevedo, *et al.*, 2005).

Com base nos pressupostos apresentados, essa pesquisa visa compreender e refletir sobre processos de ensino e de aprendizagem no contexto do componente curricular “História, Filosofia e Epistemologia da Ciência” do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Deste modo, o foco do trabalho é a análise de percepções expressas pelos licenciandos sobre as implicações da história e filosofia da Ciência no ensino de Ciências/Química. A pesquisa contribui para uma reflexão sobre o componente curricular, no sentido de repensar as atividades desenvolvidas, a indicação e leitura de textos, as discussões trabalhadas em sala de aula, propiciando melhorias no processo de ensino e de aprendizagem de Ciências/Química - em especial, do professor e dos licenciandos envolvidos na pesquisa. Isso ciente de que na formação inicial, o componente curricular analisado é apenas um dos momentos em que discussões sobre história e filosofia da Ciência são importantes de serem trabalhadas para qualificar visões sobre a natureza da Ciência e estratégias de ensino envolvidas, as quais podem implicar em concepções e práticas na educação básica.

### **O percurso metodológico**

Nos anos de 2014 e 2015 (no segundo semestre) foram realizados o planejamento, a implementação e o acompanhamento do componente curricular intitulado História Filosofia e Epistemologia da Ciência. A pesquisa contou com a presença de estudantes do curso de Licenciatura em Química da UFPel: 8 alunos no primeiro ano de pesquisa, e 4 alunos no segundo ano. Vale destacar que o componente curricular tem, entre os objetivos, discutir aspectos históricos e sociais de produção e validação do conhecimento científico – propiciando compreensões e debates sobre a natureza da ciência – e reconhecer algumas implicações dessas discussões no processo de ensino e de aprendizagem de Ciências/Química e de como trazer esses aspectos para dentro da sala de aula (UFPel, 2013).

Nos dois anos, os alunos se envolveram em atividades de leitura, apresentação e discussão de textos – livros, artigos e outros materiais orientados pelo professor – e atividades avaliativas com seminários e questionários. As leituras foram: (i) de livros: “A Ciência através dos tempos” (Chassot, 1994), “História da Alquimia” (Farias, 2010); (ii) de artigos e capítulos: “Alquimiando a

Química” (Chassot, 1995), “Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências” (Lopes, 2007), “Epistemologia: em que consiste o conhecimento científico?” (Borges, 1996), “Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico” (Gil Pérez, et al., 2001), “O Mito da Caverna de Platão em quadrinhos” (Souza, 2002), “Química Geral em Quadrinhos” (Gonick, Craig, 2013), “Revoluções Científicas e Ciência Normal na Sala de Aula” (Zylberztajn, 1991); e (iii) de vídeos: “O perigo de uma única história”<sup>1</sup> e “O Mito da Caverna”<sup>2</sup>, de Platão.

Em uma das atividades os licenciandos foram orientados a fazer uma apresentação de Seminário em que apresentassem uma proposta de aula que abordasse aspectos da História, Filosofia e Epistemologia da Ciência dentro de algum conteúdo ou temática, e de acordo com as discussões desenvolvidas nas aulas (20 a 25 minutos). O objetivo, aqui, era materializar possibilidades de discussões no âmbito da educação básica e superar discussões meramente teóricas ou de “recomendação” para o ensino de Química (Sangiogo, Pieper, 2015).

Durante a pesquisa foram realizados questionários (Apêndice 1) com o objetivo de acompanhar os processos de ensino e de aprendizagem. Através do Questionário I, realizado no primeiro dia de aula, buscou-se identificar percepções iniciais a respeito das relações estabelecidas pelos licenciandos sobre modelos e realidade, representações e realidade, visões acerca de Ciência e conhecimento científico. O Questionário II foi realizado mais próximo ao meio do semestre e objetivou 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 foi realizado no final do semestre e procurou identificar aprendizagens desenvolvidas ao longo do componente curricular.

Em 2014, todas as aulas foram registradas em um Diário de Bordo (DB), no qual a bolsista (e aluna) transcrevia falas dos licenciandos e do professor, além de realizar relatos das sequências de atividades desenvolvidas nas aulas. Entretanto, em 2015, todas as aulas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas, como modo de minimizar alguma possível perda de falas dos participantes. O componente curricular contou com 13 encontros presenciais, cuja duração era de 3 horas/aula (50 minutos cada).

Aproximadamente 6 meses após a finalização do componente curricular, o professor convidou os alunos para uma entrevista semiestruturada, com o comparecimento de três alunas da turma de 2014 e três alunos da turma de 2015. No início da entrevista, o professor e a bolsista relembavam as atividades desenvolvidas, por meio de perguntas sobre o que foi trabalhado no componente curricular, o que inclui as discussões sobre Ciência e conhecimento científico. O objetivo da entrevista semiestruturada era de identificar a permanência, ou não, de conhecimentos trabalhados nas aulas acompanhadas por esta pesquisa, ou seja, de identificar concepções dos licenciandos sobre questões que envolvem a História, Filosofia e Epistemologia da Ciência trabalhadas ao longo do componente curricular. Ou seja, a entrevista objetiva identificar se as visões expressas pelos licenciandos nas aulas e questionários ainda poderiam ser identificadas, representados indícios de que a aprendizagem ainda constitua o discurso dos sujeitos de pesquisa.

Os materiais empíricos (do ano de 2014 e 2015) são analisados à luz da perspectiva histórico-cultural, a análise microgenética (Wertsch, 1988; Góes, 2000), a qual “comporta o plano das interações em termos dos microeventos que concernem ao desenvolvimento cultural humano”

---

Disponível em:

<sup>1</sup>[http://www.ted.com/talks/chimamanda\\_adichie\\_the\\_danger\\_of\\_a\\_single\\_story?language=pt-br](http://www.ted.com/talks/chimamanda_adichie_the_danger_of_a_single_story?language=pt-br). Acesso em 25 de agosto de 2015. Site: <http://www.ted.com/talks/view/id/652>

<sup>2</sup><https://www.youtube.com/watch?v=Rft3s0bGi78>. Acesso em 27 de outubro de 2015

(Góes, 2000, p. 87). 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 microgenética possibilita analisar processos inter e intrasubjetivos dos sujeitos, “no que se refere às suas capacidades já adquiridas, reconhecer o que os movimenta, além de compreender como se apropriam dos conhecimentos, ou seja, como acontece o processo de internalização” (Schroeder; Ferrari; Maestrelli, 2010, p. 26-27). 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).

A análise microgenética possibilita que o pesquisador faça um exercício que busca nas pistas e nos indícios a reconstrução (e a interpretação) dos fatos, um processo em que cada detalhe, recorte de falas, respostas e perguntas são importantes de serem analisados com o objetivo de identificar indícios de (re)elaboração conceitual dos sujeitos (Góes, 2000; Sangiogo, Marques, 2015). Além disso, esse tipo de análise contribui com o olhar teórico para identificar alguns elementos significativos às percepções dos graduandos sobre a História e Filosofia da Ciência e a sua implicação no ensino de Ciências/Química. Na microgenética não tem como situar exatamente o momento de aprendizagem, e por isso se trabalha com ideia de indícios de aprendizagem, com percepções dos sujeitos (via escritos e falas) que representam as percepções dos mesmos.

Nessa análise são selecionados recortes espaço-temporais de falas ou escritos dos estudantes que sejam representativos da análise dos dados e que fez emergir três categorias de análise, quais sejam: as relações entre modelo, representação e realidade; a visão de Ciência e de conhecimento científico; e as implicações da História e da Filosofia no ensino de Ciências/Química. Este trabalho apresenta resultados sobre as *Implicações da História e da Filosofia no ensino de Ciências/Química*<sup>2</sup>, ao explicitar indícios de elaboração conceitual que indicam percepção, por parte dos estudantes, sobre as implicações das discussões desenvolvidas nas aulas da graduação no ensino de Ciências/Química. Foram analisados os questionários, as aulas e as falas dos estudantes no decorrer do componente curricular, bem como as entrevistas semiestruturadas. Cabe salientar que um Termo de Consentimento foi entregue e assinado aos/pelos sujeitos, uma vez que o trabalho segue princípios de ética na pesquisa.

Além disso, o professor foi codificado por “P1”, a bolsista como “B1” e os licenciandos por “L1”, “L2”, “L3”, etc., seguido do ano em que se realizou o componente curricular (turma de 2014 ou 2015). Sempre que se repetia a fala ou escrita de um mesmo sujeito, repetia(m)-se a(s) letra(s) e número(s). Os materiais empíricos também foram codificados: Diário de bordo da bolsista (DB); a transcrição das aulas (TA1, TA2, etc.); as entrevistas semiestruturadas (ES); e os questionários (Q1, Q2 e Q3). Dessa forma, por exemplo, ao fazer menção ao código L5/2015/TA3, há referência ao licenciando 5, da turma de 2015, da transcrição da aula 3.

### **Percepções de licenciandos sobre possibilidades da História e Filosofia da Ciência em abordagens de ensino**

A pesquisa envolveu o registro do processo de ensino – em coerência com a análise microgenética – gravação e transcrição de falas dos sujeitos, respostas aos questionários e entrevista. Durante a sistematização das atividades das aulas, foram desenvolvidas reflexões sobre:

<sup>2</sup> Neste trabalho apresenta-se uma versão ampliada, reorganizada e reescrita do texto submetido ao XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (Pieper; Sangiogo, 2016).

a diferença entre alquimia, os saberes populares, conhecimento escolar e os conhecimentos científicos; a apresentação de aspectos históricos da Ciência e a importância dessas discussões em sala de aula; visões de ciência; ensinar ciência e sobre ciência; relações das imagens usadas nas aulas de Ciências/Química com a realidade; os estudos sobre Bachelard, Kuhn e as contribuições desses autores para o ensino de Ciências/Química; Ciência “boa” ou “ruim”; o cientista e trabalho científico; um (ou mais) método(s) científico(s) para a produção do conhecimento científico em diferentes áreas do conhecimento científico (química, biologia, matemática, etc.); as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade; as relações entre o(s) sujeito(s) e o objeto do conhecimento; a Ciência como produção histórica, social e com verdades provisórias (Sangiogo, Pieper, 2015).

No decorrer das aulas, em falas dos alunos, em respostas a questionários e em entrevistas, os alunos indicaram e comentaram pontos importantes a serem abordados em sala de aula para contemplar perspectivas de História, Filosofia e Epistemologia da Ciência no ensino de Ciências/Química. Algumas respostas foram agrupadas no Quadro I. Cabe ressaltar que a análise descreve escritos ou falas dos estudantes que são representativos dentro do contexto de pesquisa.

**Quadro I:** Categoria de análise, com base na percepção dos licenciandos de diferentes abordagens a serem realizadas no ensino de Ciências/Química.

Categoria	Abordagem
<b>Implicações da história e da filosofia da Ciência no ensino de Ciências/Química</b>	- da ciência em permanente transformação;
	- das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;
	- da visão de cientista;
	- das especificidades e das relações entre conhecimentos cotidianos e conhecimentos científicos;
	- das relações entre teorias, representações e realidade;
	- da interdisciplinaridade;
	- de diferentes metodologias ao ensino.

Fonte: registros da pesquisa.

Cabe destacar que nas primeiras aulas eram praticamente ausentes as problematizações de licenciandos sobre a Ciência e, ainda que a entendessem como um campo aberto de pesquisa, em alguns momentos, expressavam a neutralidade, o realismo ingênuo e as certezas em teorias e escritos em livros ou publicações ditas científicas, havendo uma supervalorização da Ciência em comparação a outros tipos de conhecimentos. Também não havia, no discurso dos licenciandos, indícios sobre o contexto das pesquisas, os sujeitos que delas participam, a clareza sobre as diferenças entre tipos de conhecimentos (de diferentes culturas) e a preocupação em ensinar sobre Ciências, havendo discussões exclusivas ao ensino de Ciências/Química na perspectiva meramente conceitual.

Os graduandos, em diferentes momentos, ao longo do componente curricular, em especial, no fim do semestre letivo dos anos de 2014 e 2015, e na realização das entrevistas, expressaram uma visão de **Ciência como em permanente transformação** e destacam questões importantes a serem trabalhadas em espaços de ensino de Ciências/Química:

L4/2014/Q3: [...] explicar melhor que a ciência é inacabada, que sofre mudança, alterações, que não existe a verdade na ciência, mas sim verdades.

L2/2015/Q3: Tentar mostrar que a ciência está em constante transformação, [...], porque o que acreditamos hoje pode ser melhor estudado e ser representado de uma outra forma no futuro [...].

L1/2015/Q3: Discussão nas aulas de Ciência sobre o erro de uma “educação” voltada apenas aos resultados da Ciência, inserindo os estudantes na intrincada teia histórica que permeou a construção do conhecimento [...].

L1/2014/Q3: [...] a Ciência é inacabada sempre se tem algo a ser descoberto, ele [o conhecimento] não está pronto e acabado sempre tem algo a melhorar.

L2/2014/DB/TA11: [...] as vezes é difícil abordar esses aspectos da história e da filosofia, porque muitos conteúdos já vem “prontos e acabados”, onde não temos conhecimento do seu surgimento e nem a evolução de certa teoria. Em contrapartida existem outros conceitos em química, a exemplo dos modelos atômicos que tem um longo histórico até o modelo atual que conceituamos hoje, mas que futuramente pode sofrer mudanças, mas nunca esquecendo da contribuição histórica das teorias anteriores. Bachelard tem razão de trazer a importância de buscar na história ou em teorias anteriores.

L3/2015/ES: [...] ter a noção e a ideia de que as coisas não são imutáveis e que a gente também pode mudar, por exemplo, a gente não precisa chegar na sala de aula e fazer sempre do mesmo jeito, as coisas não são sempre as mesmas, a Ciência evolui e a gente também pode evoluir [...].

Percebe-se, através das transcrições, que vários alunos enfatizaram pontos importantes a serem trabalhados em sala de aula, dizem: sobre a Ciência em “*constante transformação*” (L2/2015), que “*a Ciência é inacabada*” (L4/2014), que “*sempre se tem algo a ser descoberto*” (L1/2014). Esse último indica o indício de uma visão empirista, o qual reflete no ensino de ciências: a ideia de que o conhecimento científico se reporta para a descrição do mundo real, em que “são valorizadas experiências e observações como elementos independentes” de leis e teorias (Praia, Cachapuz; Gil Perez, 2002, p. 139), isto é, o conhecimento está dado e o esforço deve ser feito pelo sujeito para encontrá-lo. Visões dessa espécie muitas vezes são compreendidas e ensinadas pelos professores em sala de aula e, portanto, são merecedoras de discussões e de reflexões em espaços de formação docente.

Os escritos dos alunos também contribuem com a ideia de Ciência inacabada, ou seja, a concepção de que um conhecimento “*hoje*” (L2/2015) aceito como verdadeiro, “*no futuro*” (L2/2015), a partir de novas compreensões e discussões no âmbito da comunidade científica, poderá ter novos modelos teóricos e representações, de acordo com o avanço nos estudos que acompanham a Ciência e a Tecnologia. Segundo Gagliardi e Giordan (1986), o uso de uma abordagem histórica no ensino proporciona aos estudantes uma visão mais crítica da Ciência:

A História da Ciência pode mostrar em detalhe alguns momentos de transformação profunda da ciência e indicar quais foram às relações sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, quais foram às resistências a transformação e que setores trataram de impedir a mudança. Essa análise pode fornecer as ferramentas conceituais para que os alunos compreendam a situação atual da ciência, sua ideologia dominante e os setores que a controlam e que se beneficiam dos resultados da atividade científica (p. 254).

Segundo os autores, a abordagem histórica proporciona aos alunos um melhor entendimento e interpretação do mundo científico-tecnológico atual, ajuda a compreender que os conceitos dominantes hoje na Ciência vêm de uma longa trajetória, em um processo dito dinâmico de desenvolvimento no decorrer dos anos.

Cabe mencionar também a citação dos licenciandos ao dizerem “*que a ciência é inacabada, que sofre mudança, alterações, que não existe a verdade na ciência, mas sim verdades*” (L4/2014),

“que a ciência está em constante transformação, [...], porque o que acreditamos hoje pode ser melhor estudado e ser representado de uma outra forma no futuro” (L2/2015). Os recortes são coerentes com discussões desenvolvidas em aula, como a compreensão de Bachelard (1978, p. 172) que tem a “preocupação de conservar aberto o corpo de explicação” (p. 172), ao defender um espírito científico que permaneça aberto e passível de retificação, “dado que a ciência está sempre inacabada” (1978a, p. 3) e que “os conceitos produzidos pelas ciências precisam ser constantemente retrabalhados” (Japiassu, 1976, p. 12), o que inclui entender sobre o contexto das pesquisas, as perguntas, as controvérsias, o processo, etc.

A compreensão de que “a Ciência evolui e a gente também pode evoluir” (L3/2015/ES) pode remeter para percepções de Ciência e de processos de ensino que consideram a problematização segundo a perspectiva da filosofia da desilusão, que diz não à “Filosofia do eterno e do imutável, da razão totalizante e totalitária” (Lopes, 2007, p. 54, com base em Bachelard), no aspecto de produção de conhecimentos científicos e na produção de novos conhecimentos do sujeito cognoscente. Alguns estudantes destacam a necessidade de não se trabalhar apenas com os “resultados da Ciência” (L1/2015) ou não trabalhar apenas com conteúdos “prontos e acabados” (L2/2014). Assim, entende-se que o licenciando percebeu a necessidade de inserir em aulas de Ciência aspectos da história, isto é, o processo de como se chegou até aquele determinado resultado. Nesse sentido, os escritos dos estudantes reforçam a compreensão sobre a importância de estudar a natureza da Ciência, as mudanças histórica e socialmente situadas, e não apenas o estudo de conceitos científicos tidos como permanentes, isolados e ahistóricos.

#### Os estudantes expressam **relações que dizem sobre influências entre Ciência, Tecnologia e Sociedade:**

L5/2014/Q3: Os aspectos epistemológicos são importantes para que o aluno entenda a dinâmica da produção de conhecimento científico, para que não entenda o conhecimento como algo pronto e estático e até se coloque como coadjuvante do processo. [...] os aspectos filosóficos são importantes para que o aluno entenda que a visão e o pensamento dos cientistas e da sociedade vigente influenciam o conhecimento produzido.

L1/2015/Q3: [...] [propiciar] debates entre professores e alunos no tocante às relações entre ciência, tecnologia e sociedade, para que os discentes possam analisar criticamente seu meio e para que saibam que podem reivindicar e intervir nessa complexa interação.

L3/2015/Q3: Mostrar ao aluno o que seria um paradigma e como está presente na área, realçar as revoluções científicas que já ocorreram e mostrar que elas são importantes para avanços científicos, na sociedade, na tecnologia, etc.

Em espaços de formação docente torna-se importante introduzir “debates entre professores e alunos” (L1/2015) envolvendo as “relações entre ciência, tecnologia e sociedade” (L1/2015), e que o aluno se coloque como “coadjuvante do processo” (L5/2014), para superar a visão da ciência pronta e acabada, e do conhecimento como produção individual. Tal afirmação está de acordo com as discussões desenvolvidas por Altarigo, Diniz e Locatelli (2010, p. 28):

O debate, como estratégia, provê um ambiente propício para que os alunos aprendam a argumentar, isto é, que se tornem capazes de reconhecer as afirmações contraditórias e aquelas que dão suporte às afirmações. Da mesma forma, é importante que os alunos percebam que as ideias, quando debatidas coletivamente, podem ser reformuladas por meio da contribuição dos colegas. O movimento da troca de ideias e da construção de conhecimentos é reforçado durante um debate e, desse modo, os alunos têm a chance de compreender melhor o caráter coletivo e dinâmico do trabalho científico.

O debate e o exercício da socialização e da argumentação, tem papel central no desenvolvimento de novos conhecimentos. Alguns estudantes entendem que ele contribui para a

aprendizagem *de e sobre* Ciências e para a formação do aprendiz-cidadão, inclusive, permitindo o estabelecimento de melhores leituras e compreensões sobre as implicações e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (Santos, Schnetzler, 1997; Auler, 2007), de modo que o estudante também pode se colocar “*como coadjuvante do processo*” (L5/2014). Outro licenciando (L3/2015) mencionou a importância de trazer aspectos da epistemologia de Kuhn para dentro da sala de aula, a discussão sobre os paradigmas da Ciência e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Cabe destacar que apesar dos estudantes reconhecerem e defenderem a importância da inter-relação, eles têm dificuldade para exemplificar possibilidades práticas durante as aulas e isso ficou evidente, inclusive, no Seminário em que propunham atividades de ensino para o ensino médio. Isso inclui a capacidade de desenvolver discussões críticas da ciência Química no sentido de acentuar, por exemplo, que ela não é neutra e dogmática, mas fomentada por interesses particulares, sociais, econômicos e decorrentes de uma localização histórica e geográfica (Delizoicov; Auler, 2011).

Os graduandos expressam compreensões da **visão de cientista que extrapolam a visão de um gênio isolado, inacessível e infalível:**

L1/2015/Q3: Derrubada da imagem dos cientistas como seres pertencentes a uma nova ‘classe sacerdotal’, infalíveis e detentores de inteligência dita ‘inacessível aos estudantes’.

L2/2015/Q3: Tentar mostrar que os saberes da ciência não foram criados por uma só pessoa, tentar demonstrar que a ciência não é algo solitário, que os estudos são desenvolvidos através de grupos.

L4/2014/ES: Eu acho bem interessante de levar isto [discussão sobre a natureza da Ciência] para as aulas de química, por exemplo, um aluno as vezes ele não sabe o que é Ciência, e ele só vê cientistas lá que estão fazendo uma pesquisa, então eles podem pensar que Ciência é só o que tinha lá na TV, o que os cientistas estão fazendo, mas a gente também pode fazer Ciência, a Ciência não está só lá, não sei como eu posso te explicar.

Observando as respostas de L1/2015, L2/2015 e L4/2014/ES, nota-se coerência entre elas quando descrevem que um dos fatores importantes a ser trabalhado na sala de aula é a visão do cientista, com superação da visão deformada que os alunos podem ter ao acreditar que os cientistas são “*infalíveis*” e “*detentores de inteligência dita inacessível aos estudantes*” (conforme L1/2015). Os alunos, em geral, desde o ensino básico e até mesmo na graduação, revelam uma imagem estereotipada dos cientistas (e que muitas vezes é criada pela mídia): descrevem um homem muito inteligente, velho, louco, cabeludo, pesquisador individualista, que não possui uma “vida social”, pois trabalha apenas no laboratório, tem como objetivo principal descobrir leis naturais e verdades e que utiliza a Ciência para atender às suas próprias necessidades e desejos, não se importando em retratar os problemas da sociedade (Tomazi, *et al.*, 2009; Reinke, Sangiogo, 2017).

As falas dos licenciandos apontam para a importância do professor demonstrar que “*os saberes da ciência não foram criados por uma só pessoa*”, “*que os estudos são desenvolvidos através de grupos*” (L2/2015), que “*a gente também pode fazer Ciência*” (L4/2014). Assim, tendo como pressuposto que Ciência não é feita apenas por “*seres infalíveis*”, os graduandos indicam que, embora visões sobre a produção do conhecimento científico, a natureza da Ciência, e o cientista sejam constituídas a partir de uma influência da mídia, esse campo do conhecimento não é apenas “*o que [tem] lá na TV*”. Enfim, as respostas dos graduandos demonstram conformidade com o que foi estudado no componente curricular, com a percepção de implicações para o ensino de Ciências e de Química e com as discussões a serem realizadas na escola em relação às visões caricatas da Ciência e de cientista. No entanto, as discussões das aulas e compreensões dos estudantes poderiam avançar em compreensões sobre valores e suas relações com a racionalidade e a objetividade da Ciência, visto que “*mesmo o mais genial pensador é fruto de um contexto científico, de um*

momento histórico e de um modo de pensar e ver o mundo” (Cordeiro; Peduzzi, 2016, p. 259) e que os “cientistas não estiveram livres da intersubjetividade e da crítica intersubjetiva, determinantes para a consolidação de teorias” (idem, p. 259).

Cabe destacar, ainda, alguns trechos em que os estudantes apresentam algumas compreensões sobre **especificidades envolvidas na produção do conhecimento, e as relações entre conhecimento popular (do cotidiano) e conhecimento científico:**

L3/2015/Q3: [Discutir sobre] Produção do conhecimento: para que os estudantes sejam capazes de perceber que o conhecimento não se dá instantaneamente.

L2/2015/Q3: Discutir em sala de aula os conhecimentos populares e os conhecimentos científicos para que eles possam entender que pode haver relações algumas vezes, mas em outras vezes não, que conhecimentos científicos são estudos comprovados, e conhecimentos populares não.

L3/2015/Q3: Conhecimento popular: Mostrar o conhecimento popular presente na química e compará-lo ao conhecimento científico, apontando suas relações contrárias ou sinônimas.

Durante as aulas houve discussões a respeito dos diversos tipos de conhecimento: dos processos de produção, dos que são do cotidiano (ou populares), do científico, do ensinado, do apreendido, do conhecimento a ensinar. Pode-se considerar que essas discussões possibilitaram uma melhor compreensão para os licenciandos sobre a gênese do conhecimento escolar, científico e cotidiano. Apesar de L3/2015 não estabelecer relações explícitas entre os diferentes tipos de conhecimento, ele se preocupa com a produção do conhecimento do aluno e infere que o saber “*não se dá instantaneamente*” (L3/2015), afinal, ao fazer relações, comparar e diferenciar os conhecimentos e seus modos de produção, os indivíduos podem fazer associações com a importância do estabelecimento de relações entre conhecimentos cotidianos e científicos, e as constantes transformações envolvidas na elaboração de conceitos escolares (Vigotski, 2001).

Dessa forma, as discussões sobre a recontextualização de conhecimentos que constituem o contexto escolar possibilitam melhores compreensões sobre as especificidades e relações entre conhecimentos, possibilitando, assim, reflexões sobre os processos de (re)construção de conhecimentos escolares (Lopes, 1999). Por exemplo, os envolvidos nos processos de mediação didática (Lopes, 1999), os quais mobilizam práticas, linguagens e pensamentos específicos, oriundos de construções coletivas e históricas da Ciência (Vigotski, 2001; Fleck, 2010).

Os estudantes apontam a importância de estabelecer **relações entre modelos, representações e realidade:**

L2/2014/Q3: Segundo os principais epistemólogos estudados na disciplina de História Filosofia e Epistemologia da Ciência (Kuhn e Bachelard), [...] é importante trazer para a realidade aspectos da história do conhecimento que se quer tratar, para um melhor entendimento dos fatos.

L3/2015/Q3: Relação entre teoria e realidade: mostrar que as teorias são aproximações da realidade e não necessariamente a realidade em si.

L4/2014/ES: É importante para estudar e saber da onde que saiu a ciência, a química. Ela é abordada como nós estávamos falando antes sobre o colégio, quando eu entrei no primeiro ano a minha professora já saiu dizendo o que que era átomo, mas ela não me explicou da onde veio aquilo, e a gente não entendia o porque que aquilo era átomo, mas ela também não me disse que aquilo era uma representação de átomo. Quando ela me disse eu achei que o átomo deve ser assim, mas eu também não tinha essa ideia de relacionar o átomo com o dia a dia. Nessa mesa aqui tem átomos, molécula então eu acho que no ensino médio

mesmo, começando no primeiro ano, explicando a história da química, da onde que surgiu. Eu acho que é muito interessante.

Nos encontros foram trabalhadas visões de autores cujas perspectivas teóricas ajudam os licenciandos a desenvolver uma melhor compreensão sobre a natureza da Ciência, sobre a construção do conhecimento, sobre a aprendizagem, sobre Ciência e as formas de ensiná-la. Nesses diálogos, os estudantes citam autores como Kuhn, Bachelard, a exemplo de L2/2014 que afirma: “[...] importante trazer para a realidade aspectos da história do conhecimento que se quer tratar, para um melhor entendimento dos fatos [...]”, frase relacionada com discussões que considerem as relações existentes entre os aspectos teóricos e fenomenológicos da produção do conhecimento escolar.

L4/2014 destaca que sua professora não “*explicou da onde veio aquilo*”, “*não [dizia] que aquilo era uma representação de átomo*”, “*não tinha essa ideia de relacionar o átomo com o dia a dia*”. As situações descritas acontecem muitas vezes: professores não explicam aos alunos, por exemplo, que determinada imagem é uma representação, que o átomo não é possível de se enxergar tal como representado nos livros didáticos. Dessa forma, as representações contemplam modelos parciais e com fins somente didáticos de explicação, ainda que estejam amparadas na Ciência, em modelos científicos (Souza, 2007; Justi, 2010; Sangiogo, 2014).

L3/2015, por exemplo, destaca a necessidade de trazer essas discussões para a sala de aula e também a importância do professor explicar que a representação e as teorias são “aproximações” e que não refletem a realidade em si. Oliveira (2010) aponta que “as diferenças entre o real e o conceitual não são trabalhadas no ensino médio, seja porque os professores não lhes atribuem relevância, seja porque ainda são bastante influenciados pelo realismo da ciência moderna” (p. 229), afirmação que justifica a importância de estudantes e de professores construir reflexões sobre a natureza da Ciência, sobre imagens, modelos, representações e realidade, o que encaminha para compreensões sobre a não transparência do discurso da Ciência (Silva, 2006; Sangiogo, 2014), e abordagens pedagógicas nos processos de ensino e aprendizagem em aulas de Ciências e de Química.

Os graduandos escrevem, também, sobre a **interdisciplinaridade como modo de qualificar as visões sobre a natureza da Ciência e potencializar o ensino de Ciências:**

L1/2015/Q3 Incentivo à interdisciplinaridade, à integração dos conhecimentos, a fim de que o estudante entenda e reflita sobre as interações fascinantes da natureza e possa aplicar esse conhecimento aprendido no seu crescimento intelectual e, por ventura, na inovação social.

L4/2015/Q3: Um ponto muito importante seria a interdisciplinaridade para uma melhor compreensão da área das ciências, assim reforçando que o conhecimento científico não se constrói individualmente.

Os integrantes L1/2015 e L4/2015 destacaram a importância da interdisciplinaridade: L1/2015 associou isso à “*integração dos conhecimentos*”, algo que possibilita entender e refletir sobre a natureza e seu uso na inovação social. Já L4/2015 parece falar da interdisciplinaridade como um modo de destacar diferentes áreas de conhecimentos e o caráter coletivo da Ciência. Entende-se, a partir dos escritos dos licenciandos, que o trabalho interdisciplinar é um estímulo à produção do conhecimento, que proporciona uma “*melhor compreensão da área das ciências*” (L4/2015). L1/2015 corrobora ao dizer que o sujeito deve “*aplicar esse conhecimento aprendido no seu crescimento intelectual e, por ventura, na inovação social*”. De acordo com Gil Perez et. al (2001), a Ciência envolve uma visão analítica com áreas específicas de estudo, mas não se pode esquecer dos esforços de unificação e a construção de corpos coerentes de explicação que são cada vez mais amplos e integram diferentes campos teóricos, uma visão que pode ser amplamente difundida pelos

professores, constituindo “um verdadeiro obstáculo na educação científica habitual” (p. 132). A compreensão da Ciência com campo de vários conhecimentos que também se unificam pode ser prejudicada em abordagens de ensino, na escola ou na universidade, que contemplam apenas a especificidade de uma disciplina, a fragmentação e a linearidade como os conteúdos são ensinados.

Na resposta de graduandos também ficou evidente a percepção da relevância de estabelecer discussões que façam **referência a diferentes abordagens e metodologias de ensino**. Os licenciandos indicam abordagens importantes de serem considerados nas aulas, como a de estabelecer diferentes metodologias de ensino, a perspectiva provisória do conhecimento, mudanças de paradigmas na Ciência, o uso da experimentação em sala de aula, os aspectos da História da Ciência e o ensinar sobre Ciência e sobre Química:

L1/2015/Q3: Derrubada do modo de pensar mecânico de que existe um “método científico” com etapas rígidas, não passíveis de alterações. No lugar dessa visão distorcida, o aluno deve ser incentivado na sua criatividade, com a proposição de hipóteses e problemas com um método a ser delineado.

L4/2015/Q3: Questionar mais os alunos em relação ao conteúdo dado, usar novas metodologias, que possibilitem um melhor entendimento dos alunos, estimular o trabalho em grupo [...].

L2/2014/Q3: Não adianta chegar em sala de aula e simplesmente transmitir uma aula sem tentar fazer os alunos buscar nos antepassados a construção desse tema, aula ou teoria em questão.

L4/2014/Q3: [...] é importante que o professor ensine química e sobre a química. Ao aplicar um conteúdo é importante que o professor traga aspectos da história, da filosofia e epistemologia de determinado conteúdo, [...] pois através disso podemos conseguir a motivação dos alunos, pois ele não vai só estar aprendendo um conteúdo, mas ele vai saber de onde ele saiu, porque existe, a sua importância [...].

L2/2015/TA13: [...] é importante de trazer um pouco dessa história, nem que seja brevemente, porque eu acho que nossos alunos não têm necessidade de ser especialista de como foi descoberto o átomo [...] que não foi uma pessoa só, que foi durante muitos anos. Acho importante trazer isso para o aluno se sentir mais familiarizado com a ciência.

Um dos pontos importantes que foi destacado por L1/2015 está no trecho em que se refere ao “*método científico com etapas rígidas, não passíveis de alterações*”, o qual, para o estudante, deve ser “*derrubado*” já que essa é uma visão deformada que pode perpassar grupos de professores e, conseqüentemente, de alunos – uma vez que apresenta o “*método científico*” como sendo um conjunto de etapas a seguir obrigatoriamente e mecanicamente independentemente do problema de pesquisa que se quer responder (Gil Perez, *et. al*, 2001). É importante que o professor ressalte em sala de aula que não existe um único método ou uma única maneira de produzir Ciência, pois não há um único método científico no sentido de uma “receita universal” para o fazer Ciência (Silva; Pinheiro, 2008). A resposta de L1/2015 parece ser de difícil interpretação, pois mistura entendimentos que podem apontar para a compreensão da Ciência, em um primeiro momento. Contudo, na segunda frase, está estabelecida uma relação com ações junto aos estudantes, o que pode apontar para as diferentes abordagens metodológicas de ensino, em outro momento. L4/2015 também se refere a diferentes metodologias, como o uso de questionamentos em aula em relação ao conteúdo ensinado e o uso de trabalhos em grupo.

Os estudantes também problematizam visões de abordagens de ensino. L2/2014, por exemplo, destaca que “[...] Não adianta chegar em sala de aula e simplesmente transmitir uma aula [...]” (Müller, 2002). Eles destacam a importância de trazer os aspectos filosóficos, epistemológicos e históricos em determinados conteúdos de ensino, como, por exemplo, L4/2014,

ao afirmar que por meio desta inserção pode “*conseguir a motivação dos alunos*”. O trabalho com elementos da história da Ciência também é apontado por muitos licenciandos como discussão a ser desenvolvida em sala de aula. Com base em Santana (2009), entende-se que ela pode:

Contribuir para melhorar as aulas, pois a mesma permite inserir os conceitos científicos dentro de uma realidade humana construída. Analisando aspectos importantes como a não neutralidade do conhecimento científico, os interesses econômicos e políticos além de valorizar a Ciência como uma construção humana mostrando não apenas os aspectos positivos, mas também os equívocos de modo que os estudantes percebam que a Ciência não é algo intangível. (p. 70).

Os escritos foram semelhantes ao destacar a importância de diálogos em sala de aula que envolvam questões relacionadas à Ciência/Química, por exemplo, ao fazer a apresentação e discussão da história da Ciência (L4/2014, L2/2015), dos contextos de produção do conhecimento (L4/2014), e do trabalho coletivo dos cientistas (L2/2015).

Ao acompanhar o processo de ensino e de aprendizagem, com base na abordagem histórico-cultural, pode-se inferir que os escritos e as falas dos estudantes parecem ter mudanças conforme o contexto de discussão em que estão inseridos. Embora os trechos representativos das interlocuções dos estudantes denotem compreensões consonantes com muitas reflexões desenvolvidas nas aulas, indícios de aprendizagem, há necessidade de que as discussões sobre a natureza da Ciência continuem perpassando estudos na formação inicial e continuada. Afinal, “indicadores de uma elaboração conceitual [...] carrega[m] os traços da fala do outro, da memória coletiva, dos desejos de estabilização etc.” (Andrade, 2010, p. 86), carecendo da formação permanente para construção de novos significados e ressignificações sobre as discussões que atravessam o campo da História e Filosofia da Ciência, as discussões sobre Ciência e o seu ensino no contexto escolar.

Segundo Santana (2009), a História e a Filosofia da Ciência possuem mecanismos que possibilitam estudar a natureza da Ciência, mas há certa dificuldade quanto ao seu uso no ensino, pois os problemas não estão restritos apenas a “dificuldades em trabalhar situações históricas e filosóficas, mas a própria concepção de ensino que pode ser determinante” (Santana, 2009, p. 69-70). Essas discussões reforçam a necessidade de desenvolver atividades que discutam a Ciência em aulas da graduação, bem como pesquisas que acompanhem o processo de ensino e de aprendizagem, de concepções ou práticas desses graduandos. Tais atividades agiriam como modo de identificar limites e potencialidades no âmbito de um componente curricular, a fim de que se possa investir em novos e melhores espaços e tempos de formação. Afinal, o exercício da pesquisa permite agir, pensar e renovar nossas concepções e práticas pedagógicas (Maldaner, 1999; 2003).

No caso desta investigação, ao perceber a possibilidade de discussão crítica sobre elementos que compõem a história e a natureza da Ciência, bem como ao identificar a dificuldade de licenciandos em exemplificar e preparar aulas fundamentados nas discussões apresentadas, nas próximas versões do componente curricular se buscará desenvolver atividades que melhor vinculem as discussões teóricas com o ensino sobre Ciências/Química. Atividades essas que podem melhor embasar o planejamento do professor de Ciências/Química para o contexto da educação básica, valorizando reflexões apresentadas neste artigo ou ainda não presentes, como as discussões sobre gênero e grupos étnico-raciais de diferentes culturas (afrobrasileira, indígena, etc.) e seu papel e/ou relação com a Ciência, a escola e a sociedade.

### **Considerações Finais**

Ao longo das aulas e através das leituras, do estudo e das discussões de textos, os graduandos expressam alguns comentários a respeito de questões estudadas no campo da História e Filosofia da Ciência, como, por exemplo, a importância de aspectos históricos no ensino de

Química e o estudo sobre a natureza da ciência envolvida na origem de conteúdos e conhecimentos ensinados na escola. Essas visões são expressas de modo mais objetivo no Questionário III, embora também pudessem ser evidenciadas nas entrevistas semiestruturadas, o que expressa indícios de aprendizagem sobre características que compõem o campo de estudo da natureza da Ciência.

A pesquisa permite acompanhar e qualificar as ações pedagógicas no componente curricular em questão, com vistas a melhorar a formação e a prática docente tanto do professor ministrante quanto dos licenciandos, ambos em processo de formação permanente. As reflexões desenvolvidas remetem a percepções que tendem a qualificar o processo de ensino e de aprendizagem sobre Ciências. Há percepções do potencial da história e da filosofia da Ciência para auxiliar a entender Ciências e ensinar sobre Ciências/Química.

As aulas apontam para compreensões sobre diferentes abordagens ao ensino sobre Ciências, a entendimentos sobre a natureza da Ciência, sobre o trabalho científico, visão de cientista e para a relação entre teoria e realidade. Cabe ainda reforçar que, mesmo após as discussões no âmbito do componente curricular, as percepções dos estudantes demandam (re)significações na formação dos sujeitos envolvidos na pesquisa, de modo que se instituem e consolidam visões de Ciência que ajudem aos graduandos a qualificarem o ensino de Ciências/Química. Reconstruções essas que, via pesquisa, viabilizam novos planejamentos no âmbito do componente curricular investigado.

## Referências

- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Paixão, M. F., Acevedo, P., Oliva J. M., & Manassero, M. A. (2005). Mitos da Didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das Ciências. *Ciência & Educação*. v. 11, n. 1, p. 1-15.
- Altarugio, M. H., Diniz, M. L., & Locatelli, S. W. (2010). O Debate como Estratégia em Aulas de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 26-30.
- Andrade, J. J. (2010). Sobre indícios e indicadores da produção de conhecimentos: relações de ensino e elaboração conceitual. In. Smolka, A. L. B., & Nogueira, A. L. H. (Orgs.). *Questões de desenvolvimento humano: práticas e sentidos*. Campinas: Mercado de Letras, p. 81-106.
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, p. 1-20.
- Bachelard, G. (1978). *O novo espírito científico*. Tradução de Remberto F. Kuhnen. São Paulo: Abril Cultural, p. 89-180. (Coleção “Os Pensadores”).
- Borges, R. M. R. (1996). *Em debate: cientificidade e educação em Ciências*. Porto Alegre: SE/CECIRS.
- Brasil. (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro.
- Bunge, M. (1974). *Teoria e Realidade*. São Paulo: Perspectiva.
- Brasil. (2013). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC/SEB/DICEI.
- Brasil. (1998). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.
- Chassot, A. I. (1994). *A ciência através dos tempos*. São Paulo, Moderna.

- Chassot, A. I. (1995). Alquimiando a química. *Química Nova na Escola*, n. 1.
- Cordeiro, M. D., & Peduzzi, L. O. Q. (2016). Valores, Métodos e Evidências: Objetividade e Racionalidade na Descoberta da Fissão Nuclear. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 1, p. 235-262.
- Delizoicov, D., & Auler, D. (2011). Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 4, n. 2, p. 247-273.
- Farias, R. F. (2010). *História da Alquimia*. 2.ed. Campinas/SP: Editora Átomo.
- Fleck, L. (2010). *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*. Tradução de Georg Otte e Mariana C. de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum.
- Freire Junior, O. (2002). A relevância da filosofia e da história da ciência para o ensino de ciência. In: Silva Filho, W. J. (Org.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcádia. p. 13-30.
- Gagliardi, R. (1988). Como Utilizar la História de las Ciencias em la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 291-296.
- Gagliardi, R., & Giordan, A. (1986). La Historia de las Ciencias: Una Herramienta para la Enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, p. 253-258.
- Gil Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*. v. 7, n. 2, p. 125-153.
- Giordan, A., & De Vecchi. (1996). *As Origens do Saber*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Góes, M. C. R. (2000). A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. *Cadernos Cedes*, n. 50, p. 9-25.
- Gonick, L., & Craig, C. (2013). *Química geral em quadrinhos*. Tradução de Henrique Eisi Toma. São Paulo: Blucher.
- Japiassu, H. (1976). *Para Ler Bachelard*. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora.
- Justi, R. (2010). Modelos e modelagem no ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In. Santos, W. L. P; & Maldaner, O. A (Orgs.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, p. 209-230.
- Leite, L. (2002). History of Science in Science Education: development and validation of checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, Dordrecht, Holanda, v. 11, n. 4, p. 333-359.
- Loguercio, R. Q., & Del Pino, J. C. (2007). Em defesa do filosofar e do historicizar conceitos científicos. *História da Educação*. n. 23. P. 67- 96.
- Lopes, A. R. C. (1999). *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: UERJ.
- Lopes, A. R. C. (2007). *Currículo e epistemologia*. Ijuí: Unijuí.
- Maldaner, O. A. (2003). *A formação inicial e continuada de professores de química – professor/pesquisador*. 2. ed. Ijuí: Unijuí.

- Maldaner, O. A. (1999). A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. *Química Nova*, v. 22, n. 2.
- Marques, D. M., & Caluzzi, J. J. (1988). A História da Ciência no Ensino de Química: Algumas Considerações.
- Mattheus, M. R. (1990). History, Philosophy and Science Teaching: what can be done in an undergraduate course? *Studies in Philosophy and Education*, n. 10, p. 93-97.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: the role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.12, n. 3, p. 164-214.
- Marques, D. M., & Caluzi, J. J. (2005). A História da Ciência no Ensino de Química: Algumas Considerações. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – V ENPEC. *Anais...* Bauru: ABRAPEC.
- Müller, L. S. (2002). A interação Professor-Aluno no Processo Educativo. *Integração: ensino ⇔ pesquisa ⇔ extensão*. Ano VIII, n. 31, 276-280.
- Niaz, M. (2001). How important are the laws of definite and multiple proportions in chemistry and teaching chemistry? A history and philosophy of science perspective. *Science & Education*, n. 10, p. 243-266.
- Oliveira, R. J. (2010). O ensino das ciências e a ética na escola: interfaces possíveis. *Química Nova na Escola*. v. 32, n. 4, p. 227-232.
- Oliveira, R. D. L. De., Chinelli, M. V., & Coutinho, L. G. R. (2011). Uma introdução à História e Filosofia das Ciências no Ensino Fundamental: reflexões sobre uma prática pedagógica. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC. *Anais...* Campinas: ABRAPEC.
- Oki, M. C., & Moradillo, E. F. (2008). O Ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. *Ciência & Educação*. v. 14, n.1, p. 67-88.
- Paixão, F., & Cachapuz, A. (2003). Mudança na prática de ensino da Química pela formação dos professores em História e Filosofia das Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 31-36.
- Pieper, Q., & Sangiogo, F. A. (2016). Percepções de graduandos sobre algumas implicações da história e filosofia da ciência ao ensino de Química. Encontro Nacional de Ensino de Química – XVIII ENEQ. *Anais...* Florianópolis.
- Praia, J. F., Cachapuz, A. F. C, & Gil Pérez, D. (2002). Problema e Teoria e Observação em Ciência. *Ciência & Educação*. v. 8, n. 1, p.127- 145.
- Reinke, A. R. D., & Sangiogo, F. A. (2017). A Ciência Química na percepção de estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. *Revista Debates em Ensino de Química*. v. 3, p. 178-193.
- Sangiogo, Fábio A. (2014). *A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de Química da Educação Básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos*. Florianópolis: PPGECT/UFSC. Tese de doutorado.

- Sangiogo, F. A., & Marques, C. A. (2015). A não transparência de imagens no ensino e na aprendizagem de química: as especificidades nos modos de ver, pensar e agir. *Investigações em Ensino de Ciências*, n. 2, p. 57-75.
- Sangiogo, F. A., & Pieper, Q. (2015). Elaboraões conceituais sobre relações entre modelo, representação e realidade em aulas da graduação em Química. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC. *Anais... Águas de Lindóia*: ABRAPEC.
- Santana, E. R. (2009). *Relatos dos professores de Ciências sobre a natureza da Ciência e sua relação com a História e a Filosofia da Ciência*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FE/USP.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (1997). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.
- Schroeder, E., Ferrari, N., & Maestrelli, S. R. P. (2010). 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.
- Silva, E. L., & Pinheiro, L. V. (2008). A Produção do Conhecimento em Ciência da Informação no Brasil: uma análise a partir dos artigos científicos publicados na área. *Intexto*, v. 2, n. 19, p. 1-24.
- Silva, H. C. (2006). Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. *Pro-Posições*. v. 17, n. 1, p. 71-83.
- Solbes, J.Tr, & Avers, M. (1996). La utilización de la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de la Física e la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 103-112.
- Souza, M. (2002). *Alegoria da caverna: A República, 514a517c*. Tradução de Lucy Magalhães. Quadrinhos: Maurício de Souza Produções.
- Souza, V. C. A. (2007). *O desafio da energia no contexto da termoquímica: modelando uma nova ideia para aquecer o ensino de Química*. Belo Horizonte: FE/UFMG. Dissertação de Mestrado em Educação.
- Tomazi, A. L., Pereira, A. J., Schüler, C. M., Piske, K., & Tomio, D. (2009). O que é e quem faz Ciência? Imagens sobre a atividade Científica divulgadas em filmes de animação infantil. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n.2, p. 1-19.
- UFPel. (2013) Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/licenciaturaquimica/o-curso/projeto-pedagogico/>.
- Vigotski, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes.
- Wang, H. A., & Marsh, D. D. (2002). Science instruction with a humanistic twist: teachers' perception and practice in using the History of Science in their classrooms. *Science & Education*, Dordrecht, Holanda, n. 11, p. 169-189.
- Wertsch, J. V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Tradução de Javier Zanón e Montserrat Cortés. Barcelona: Paidós.

Wortmann, M. L. C. (1996). É possível articular a Epistemologia, a História da Ciência e a Didática no ensino científico? *Episteme*, v. 1, n. 1, p. 59-72.

Zylberztajn, A. (1991). Revoluções científicas e ciência normal na sala de aula. In: Moreira, M. A., & Axt, R (Orgs.). *Tópicos em Ensino de Ciência*. Porto Alegre: Sagra.

## Apêndice 1 – Questionários I, II e III

### Questionário I

- 1) Com base nos estudos desenvolvidos até o momento: A) o que é Ciência? B) O que é conhecimento científico?
- 2) O que você sabe sobre os modelos e as representações usadas nas aulas de Química?
- 3) Qual é a relação entre as representações de partículas submicroscópicas (representações de átomos, de moléculas) e o mundo material?
- 4) Você acredita nos átomos e nas moléculas? Por quê?
- 5) Ao colocar em um microscópio uma pequena alíquota, ou melhor, algumas moléculas, o que é possível ver?
- 6) Durante os estudos desenvolvidos (na escola e na universidade) houve discussões referentes às questões anteriores? Se sim, diga, sucintamente, onde e como foram desenvolvidas.

### Questionário II

- 1) Com base nos estudos desenvolvidos até o momento, sobre os livros “A Ciência através dos tempos” e “História da Alquimia”, como podemos definir a Ciência e o conhecimento científico?
- 2) Há diferença entre a Alquimia, os saberes populares e os conhecimentos científicos? Comente.
- 3) Como você percebe a relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade?
- 4) “A Ciência não tem a Verdade, mas sim Verdades”. Você concorda? Comente.
- 5) A Ciência pode ser boa ou ruim. Você concorda? Justifique.
- 6) Com base nas discussões sobre Ciência e conhecimento científico. Como você percebe a relação entre as teorias (os modelos explicativos) e a realidade (o mundo material)? O que isso tem a ver com a epistemologia?

### Questionário III

- 1) Marque verdadeiro (V) ou falso (F) e justifique todas as afirmações:
  - A) ( ) A tecnologia tem um papel importante na produção do conhecimento científico, mas a sociedade não interfere nessa produção de conhecimento.
  - B) ( ) Estudos sobre a história da ciência evidenciam que o conhecimento científico é linear, indutivista, verdadeiro e reflete a realidade.
- 2) Nas aulas de Ciências/Química são usadas diversas representações de átomos e de moléculas. Por quê? Qual a relação dessas representações com a realidade (o mundo material)?
- 3) Argumente e justifique a afirmação. Hoje, nas aulas de Química, há a necessidade de ensinar Ciências e sobre Ciências.

- 4) Quais são as contribuições de Bachelard e de Kuhn para se pensar o ensino de Ciências/Química?
- 5) Indique e comente cinco pontos importantes a serem abordados em sala de aula para contemplar aspectos de história, filosofia e epistemologia da Ciência no ensino de Ciências/Química.
- 6) Faça uma auto-avaliação, atribuindo uma nota de 0 a 10, do seu desenvolvimento e aprendizado com a disciplina de História, Filosofia e Epistemologia da Ciência. Justifique.