

Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química

History and philosophy of science contributions to the construction of scientific knowledge in chemistry professional formation contexts

Rochele de Quadros Loguercio
José Cláudio Del Pino

RESUMO

Este artigo pretende mostrar a relevância de se considerar a construção do conhecimento químico em suas bases filosóficas e as relações socioeconômico-políticas que constituem esse conhecimento em diferentes tempos e espaços históricos, bem como as possibilidades de inserção destas perspectivas nos currículos de formação de profissionais da área de ciências/química.

Palavras-chave: *história das ciências, filosofia das ciências, história da química, formação em ciências, formação de professores.*

ABSTRACT

This paper highlights the importance of considering the construction of chemical knowledge on its philosophical basis, and presents the social, economical and political relationships which constitute chemical knowledge in different historical times and spaces. Moreover, the possibilities of introducing such perspectives in the curricula of sciences/chemistry teachers training are also pointed out.

Key words: *history of sciences, philosophy of sciences, history of chemistry, science education, teachers training.*

Rochele de Quadros Loguercio é Licenciada em Química e Doutora em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela UFRGS. É Docente da Faculdade de Educação da UFPel.

José Cláudio Del Pino é Licenciado em Química pela PUCRS, Especialista em Ensino de Química pela UCS, Doutor em Química de Biomassa pela UFRGS. Pós-doutorado em Ensino de Química pela Universidade de Aveiro – Portugal. Docente do Instituto de Química da UFRGS, onde coordena a Área de Educação Química. Av. Bento Gonçalves, 9500, – Campus do Vale – 91501-970 – Porto Alegre/RS. E-mail: aeq@iq.ufrgs.br.

Considerações iniciais

Os diagnósticos sobre a realidade do ensino de química, extensivo ao ensino de ciências, têm mostrado que este é descontextualizado, a-histórico, dogmático, desinteressante, verdadeiro, tal como foi o contexto da formação do professor de química/ciências (CHASSOT, 1993; LOPES, KRUGER e DEL PINO, 2000).

Mostra ainda como o ensino usual de ciências passa a imagem de um conhecimento científico de neutralidade empírica, algorítmico e exato, a-histórico, cumulativo e linear, socialmente neutro. A proposta de um ensino mais histórico podem se contrapor a isso, bem como a inclusão do tema história da ciência e filosofia da ciência em ambientes de aprendizagem ou de formação profissional pode contribuir para minimizar tais características do ensino, citadas anteriormente (GIL-PÉREZ, 1993).

Ao analisarmos o currículo dos Cursos de Graduação em Química no Rio Grande do Sul, podemos verificar, a insuficiência ou a infrequência de disciplinas de didática da ciência/química, de história da ciência/química e de filosofia da ciência/química (DEL PINO e CALVETE, 1997).

Nos estudos de didática das ciências, atualmente existe um reconhecimento generalizado que a formação em filosofia e história da ciência deveria ser um dos componentes fundamentais da alfabetização científica geral da população. Hoje se concede no âmbito acadêmico uma importância similar ao aprendizado dos conteúdos e procedimentos científicos, o aprendizado sobre a própria natureza da ciência e de sua relação com a sociedade e a cultura. Conseqüentemente, os currículos de ciências de muitos países têm incorporado recomendações e conteúdos que apontam nesta direção (ADÚRIZ-BRAVO, IZQUIERDO e ESTANY, 2002; MELLADO e CARRACEDO, 1993; MONK e OSBORNE, 1997).

No ensino usual da química é escassa a utilização de recursos históricos, estan-

do ausentes em muitos livros de textos, e quando utilizados se referem a aspectos históricos “internos” da ciência (ênfase na visão internalista¹ da ciência), como biografias, anedotas, inventos técnicos, ou de alguma área conceitual específica como modelos atômicos..

Em geral, se desconsideram os aspectos históricos na imagem da química que se está ensinando e quando se utilizam, se introduzem tergiversações e erros históricos. Como conseqüência disto, os alunos têm uma imagem deformada de como se constituem e evoluem os conceitos científicos. De forma semelhante, os professores também em função das características de sua formação em relação a construção do conhecimento científico, do trabalho dos cientistas, dos métodos das ciências, da imagem da ciência, entre outras, constroem entendimentos equivocados (SOLBES e TRAVER, 1996; GAGLIARDI e GIORDAN, 1986; MATHEWS, 1994).

Deve-se considerar que a abordagem histórica do conhecimento químico (ou da ciência) é de alta complexidade devido a sua característica fenomenológica. Nesse sentido, uma disciplina de história da química não alcançaria magnitude para a construção deste conhecimento científico, o que impõe que este eixo da dimensão histórica esteja presente em outras disciplinas da área de química e da educação química, sob uma abordagem interdisciplinar. Desta forma estaríamos exercitando permanentemente um resgate da história na transposição de conteúdo do nível superior de escolaridade para o básico.

Esta transdisciplinaridade da dimensão histórica do conhecimento químico exige que ampliemos este espectro de estudos para uma inter-relação com a filosofia, a filosofia das ciências, a história da ciência, das religiões, da

¹ Entende-se por visão internalista aquela em que as construções do conhecimento científico se dão sob uma epistemologia vigente desconsiderando o quanto essa epistemologia é perpassada por aspectos sócio-histórico-culturais.

magia, da educação, das artes, e talvez da história daqueles que não tiveram história. É importante, por exemplo, mudar o *locus* de quem conta a história, dos europeus para os latino-americanos. Há uma ciência que se desenvolve na Centro-América, caracterizando especialmente as civilizações Maia e Inca, estes povos alcançaram grande desenvolvimento em áreas como arquitetura, agronomia, medicina, matemática, metalurgia, astronomia. Cabe questionar também se marco zero da história do Brasil ocorreu a 500 anos. Há uma história da civilização indígena, por exemplo, que pode fazer parte desta história do Brasil. Pode-se questionar se esta não é uma protociência ou uma ciência alquímica, mas cabe argumentar que ainda hoje se replicam procedimentos iatroquímicos da era da idade média e renascentista, pela utilização de plantas medicinais e medicamentos homeopáticos (CHASSOT, 1993, 1995, 2001). E, em relação a esse aspecto da história da ciência latino-americana pouco se pesquisa, e menos ainda chega à formação de professores.

Considerando o aporte de contribuições das diferentes áreas do conhecimento, pretende-se destacar neste texto a relevância de se considerar a construção do conhecimento químico em suas bases filosóficas e as relações socioeconômico-políticas que o constituem em diferentes tempos e espaços históricos, bem como as possibilidades de inserção destas perspectivas nos currículos de química e nas disciplinas específicas.

As contribuições da história das ciências

Uma disciplina de história da ciência, ou uma abordagem histórica do conhecimento científico tem um extraordinário valor pedagógico, um grande significado cultural que associado à Filosofia da Ciência tem uma relevante contribuição à compreensão epistemológica da construção deste conhecimento. A História e a Filoso-

fia da Ciência podem ter um papel facilitador da alfabetização científica do cidadão. Possivelmente o aporte destas informações na formação de professores poderia contribuir para modificar suas concepções sobre Ciência, método científico, construção do conhecimento científico, minimizando problemas do ensino de química, como o dogmatismo, a a-historicidade e a metodologia de ensino.

Os papéis que pode representar a história das ciências no ensino de ciências são amplos, mas que convergem para modelos de ensino e aprendizagem por investigação, que interfaceiam com outras áreas de conhecimento ou de investigação como a epistemologia das ciências, os movimentos ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, a didática das ciências, a psicologia da aprendizagem, a sociologia das ciências (SOLBES e TRAVER, 1996; SOLBES e VILCHERS, 1992; SOLBES e VILCHERS, 1989).

Um requisito essencial para qualificar a atividade de ensino é que o professor conheça profundamente a matéria a ensinar, o que supõe não só conhecimento dos conteúdos, mas também dos aspectos metodológicos, da história das ciências, das interações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente e dos desenvolvimentos científicos recentes. A apropriação dos papéis da história das ciências pelo professor pode se dar em diferentes estratégias:

- Enfocar o paralelismo entre as idéias/pré-concepções dos estudantes e as concepções vigentes ao longo da história das ciências. Extrair da história das ciências informações sobre as resistências e obstáculos que se manifestam ao longo do trabalho do cientista e relacioná-las com as dificuldades dos estudantes (SALTIEL e VIENNOT, 1985).
- Favorecer a seleção de conteúdos fundamentais da disciplina em função dos conceitos estruturantes para introduzir novos conhecimentos e superar obstá-

culos epistemológicos. Ou seja, do ponto de vista dos conceitos estruturantes², o que interessa é conhecer quais foram os câmbios conceituais que fundamentaram os câmbios no conhecimento científico. Se este se desenvolveu a partir do momento em que se definiu um determinado conceito, podemos supor que esse conceito vai facilitar a aprendizagem do conhecimento da ciência. Se um conceito serviu historicamente para superar um obstáculo epistemológico, pode servir também para superar os obstáculos epistemológicos dos alunos atuais. Por exemplo, o desenvolvimento da teoria atômico-molecular, onde o paradigma vigente era a regra da “máxima simplicidade” de Dalton (fórmula da água HO), e cujo embate de idéias se prolongou por 50 anos, mudando com o aporte de contribuições de Gay-Lussac sobre as leis de proporção em volume nas reações químicas que envolviam gases, somadas àquelas de Avogadro, Berzelius, Cannizzaro, para o estabelecimento de fórmulas moleculares e massas atômicas para a definição da composição das substâncias (PARTINGTON, 1945; NASH, 1950).

- Permitir extrair da história das ciências os problemas significativos e colocar o aluno em condições de abordá-los, promovendo situações de aprendizagem que permitam aos alunos vivenciar a construção de conhecimentos científicos. É possível evitar delineamentos experimentais de cunho empirista como aqueles propostos pelo Método da Descoberta (GIL-PÉREZ, 1986,1993).
- Evidenciar a existência de grandes crises no desenvolvimento do conhe-

² Assume-se a definição de Gagliardi, na qual expressa que são *conceitos que têm permitido a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais* (GAGLIARDI, 1988).

cimento científico, a ciência aristotélica, a escolástica, a clássica, a moderna, ou a mecânica newtoniana e a quântica, a teoria do flogisto e as proposições de Lavoisier sobre a combustão, do calórico a teoria cinética do calor, da natureza corpuscular a ondulatória da luz, numa constante mudança de paradigma, numa sistemática ruptura que contrapõe a idéia cumulativa e evolutiva da ciência. Isto pode favorecer os câmbios conceituais dos alunos, relacionando-os aos grandes câmbios de conceitos, modelos e teorias. Por exemplo, em relação as concepções dos estudantes sobre transformações químicas por oxidação como a combustão e a formação da ferrugem, nas quais os estudantes não consideram as variações de massa quando se queima um pedaço de palha de aço ou quando esta oxida (enferruja), pois consideram que por ser o oxigênio um gás ele não influencia sobre a conservação da massa no experimento. Na combustão da vela não consideram a parafina como combustível, apenas que ela derrete (MORTIMER e MIRANDA, 1995). Estas concepções seriam apoiadas pela teoria do Flogisto, na qual este faz o papel do oxigênio em reações de combustão e calcinação. A mudança de paradigma ocorre com as contribuições de Lavoisier, propondo o Princípio de Conservação da Massa/Matéria, não antes de ter desenvolvido a balança de precisão.

- Mostrar o caráter hipotético, tentativo da ciência e mostrar as limitações das teorias, os problemas pendentes de solução, apresentando para os alunos a aventura da criação científica evitando visões dogmáticas, de como se acumula o conhecimento científico, e a produção coletiva do mesmo. As discussões sobre a história das ciências podem ser ao mesmo tempo uma discussão sobre

o que é conhecer e como se conhece. Ao mostrar que cada conhecimento atual é o resultado de um longo processo, que não bastam algumas experiências para mudar uma teoria, que os fatores sociais tem muito peso, pode-se começar a desmitificar a imagem da ciência na população (BASTOS, 1998; POPE e GILBERT, 1983).

- Pode-se mostrar a ciência como uma construção humana, coletiva, fruto do trabalho de muitas pessoas, para evitar a idéia de uma ciência feita basicamente por gênios, em sua maioria homens. É importante lembrar da imagem das ciências e dos cientistas que são apresentadas nos manuais didáticos e que reforçam as concepções sobre ciência e construção do conhecimento científico como aquelas apontadas acima (LOGUÉRCIO et al., 2002; LOPES, 1990).
- Mendel, Darwin, Pasteur, Einstein ou qualquer outro cientista, deixam de ser os gênios benfeitores da humanidade para se transformarem em homens de carne e osso que tem dificuldades, problemas a resolver, enfrentamentos e medos, amam e são amados. Derek Hodson afirma: “Los jóvenes necesitan ver que los científicos pueden ser afectuosos, sensibles, divertidos y apasionados además de diligentes y persistentes. O, lo que es más importante, necesitan darse cuenta de que las personas que son afectuosas, sensibles, divertidas y apasionadas pueden llegar a convertirse en científicos” (HODSON, 1994). A ciência poderá deixar de ser concebida como “a produtora de verdades” para se transformar em uma instituição que produz certos resultados que é necessário controlar e que devem ser patrimônio de toda a humanidade.
- A história apresentada no livro didático sobre a proposição do modelo atômico de Rutherford é um exemplo do

que se aponta acima, e se constitui numa leitura do fato científico simplificadora do arcabouço da construção do entendimento dos experimentos de Rutherford. Este estudava o fenômeno de espalhamento de partículas em interação com a matéria, orientando o trabalho de dois de seus colaboradores Johanes Hans Geiger e Ernest Marsden, os quais não realizaram apenas a experiência da lâmina de ouro presente no livro didático, mas experimentaram outros materiais e várias substâncias emissoras de partículas alfa. A conclusão fundamental que permite aquele delineamento experimental é a descoberta da existência de uma região de alta densidade de carga positiva. A limitação imposta a este modelo, a luz da mecânica clássica Newtoniana, presente no livro didático, não é objeto fundamental da proposição de Rutherford, mas de outros pensadores sobre esta estruturação submicroscópica da matéria, como a neutralidade deste sistema, o movimento de partículas, e Niels Bohr, outro colaborador de Rutherford, vai propor um modelo explicativo, mudança de paradigma, agora a luz da mecânica quântica, já estruturada desde o início do século XX com os trabalhos de Planck, e de outras contribuições como o descobrimento das raias espectras por Balmer na segunda metade do século anterior (EISBERG, 1979; KAPLAN, 1978; SEGRÉ, 1987; CRUZ et al., 1987).

As contribuições da filosofia das ciências

Em relação à filosofia da ciência há um reconhecimento de sua importância em sala de aula e que se traduz naturalmente na necessidade de introduzir os conteúdos metacientíficos no currículo de for-

mação inicial e continuada de profissionais da área de ciências. Entre tantas razões, a filosofia das ciências ajuda os professores a explicitar, comunicar e estruturar suas idéias sobre a natureza da ciência, conseqüentemente, pode gerar uma melhora no seu desempenho profissional. Neste sentido se pode considerar que a dimensão metacientífica (filosófica, histórica e sociológica da ciência) é uma das parcelas fundamentais do conhecimento profissional, capaz de dar estrutura e coerência as demais (ADÚRIZ-BRAVO et al., 2002; MELLADO e CARRACEDO, 1993; MONK E OSBORNE, 1997).XXXX

Diversos diagnósticos têm mostrado a evidência de idéias epistemológicas nos professores de ciências que não correspondem àquelas que atualmente são sustentadas pela filosofia das ciências. Estas idéias não estão sequer completamente adequadas a modelos formais elaborados durante a primeira metade do século XX, como por exemplo, o positivismo lógico. As idéias dos professores sobre a natureza da ciência estão próximas daquelas que são sustentadas por cidadãos comuns, idéias de senso comum, ou seja, aquelas adotadas por um público não especializado. Estas idéias se organizam em um sistema de baixa coerência interna, que não excluem ambigüidades e contradições. As idéias sobre a natureza da ciência podem ser inconsistentes em relação ao pensamento do professor, em relação ao ensino e a aprendizagem em ciências (IZQUIERDO, 2000; KOULADIS e OGBORN, 1989; LEDERMAN, 1992; POMEROY, 1993).

Neste contexto de diagnóstico, pode-se indicar quinze “mitos” sobre a natureza da ciência que estão profundamente arraigados na prática dos professores de ciências em todo o mundo. Entre eles, alguns são particularmente importantes por suas conseqüências negativas sobre a imagem da ciência que se transmite na escola, por exemplo, a universalidade e rigidez do método científico, a objetividade a toda prova da ciência, a validade absoluta do

conhecimento científico, o avanço do conhecimento científico e da ciência por acumulação, o caráter exclusivamente experimental da ciência e a posição realista ingênua (ADÚRIZ-BRAVO et al., 2002).

Para contrapor estas idéias equivocadas e construir uma visão mais complexa da ciência que ajude em seu ensino, é necessário selecionar e transpor alguns conteúdos da filosofia das ciências e introduzir na formação inicial e continuada de professores, relacionando-os aos próprios conteúdos da ciência e com a didática específica.

Neste sentido, a filosofia das ciências cumpre um papel no currículo de ciência que tem diferentes finalidades, como: – a filosofia das ciências tem um valor cultural intrínseco análogo ao da própria ciência, que privilegia a aculturação científica (o conhecimento sobre o papel da ciência na história da humanidade) frente apenas a acumulação de conteúdos/conhecimento científico com perfil enciclopédico. Esta finalidade cultural está relacionada com objetivos tais como a democracia e a moral, que são aqueles nos quais a filosofia das ciências contribui para a tomada de decisão fundamentadas em críticas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades; – a filosofia das ciências tem um valor específico em relação às reflexões teóricas (por meio de modelos) sobre a ciência. Este valor específico complementa e potencia aqueles dos conteúdos da ciência, proporcionando uma imagem mais dinâmica e completa, e menos normativa e dogmática, do empreendimento científico; – a filosofia das ciências tem um valor instrumental intrínseco. Ela pode contribuir para a melhor compreensão dos próprios conteúdos da ciência, funcionando como auxiliar em seu ensino e sua aprendizagem, no desenvolvimento curricular em ciências, e na compreensão e utilização em sala de aula de modelos didáticos atuais, tais como aqueles de natureza construtivista (ADÚRIZ-BRAVO et al., 2002).

Atualmente, há uma visão mais ou menos consensual sobre os conteúdos mínimos sobre a natureza da ciência que é conveniente incorporar em cursos de formação na área de ciências, especialmente de professores. Esta posição se alicerça na Nova Filosofia da Ciência, desenvolvida na década de sessenta do século passado, e que é representada por filósofos como Thomas Kuhn, Stephen Toulmin e Imre Lakatos. Entre estes conteúdos se pode destacar, por sua importância central na aula de ciências, aqueles que se referem a tentatividade do conhecimento científico, a pluralidade metodológica, a carga teórica da observação, as relações entre ciência e tecnologia, e a ciência como um empreendimento histórico e socialmente situado, que muda no tempo. Nesta perspectiva da adoção de uma postura historicista, pode-se garantir à história da ciência um valor constitutivo para concepções sobre ciência e produção de conhecimento, construindo-se um suporte teórico para contrapor as concepções formalistas, como o empirismo lógico e o racionalismo crítico, que defendem critérios lógico-metodológicos a-históricos para a ciência como suficientes para justificar a produção e a validação do conhecimento. É importante ter presente a crença na realidade como um processo dinâmico, que se desenvolve por meio de um jogo de contradições e que se constrói socialmente através da história, e que implica numa concepção de ciência como uma prática social que compartilha também dessas características. O conhecimento científico não pode ser encarado como um produto cumulativo e descontextualizado: antes, vincula-se a um processo que envolve procedimentos e hábitos de uma comunidade científica situada concretamente no tempo e espaço. Nesse sentido sua construção caracteriza-se por tensões, contradições e rupturas com o conhecimento já existente. A ciência como conjunto de práticas de uma comunidade ou como uma manifestação cultural da sociedade traz novas perspectivas e novas in-

dagações, abrindo possibilidades para uma visão mais global do empreendimento científico (MILAGRE, 1989, 1996; ADÚRIZ-BRAVO et al., 2002; AIKENHEAD e RYAN, 1992).

Há momentos na história do conhecimento científico, que o enfoque externalista³ é esclarecedor dos caminhos da ciência. Por exemplo, a Revolução Industrial na segunda metade do século XVIII, impulsionada pelo advento da máquina a vapor, que movimentou os diferentes ramos da indústria permitindo o desenvolvimento de áreas como a dos produtos sintéticos e dos corantes para a indústria de tecidos. Ou ainda, o desenvolvimento da indústria química alemã do final do século XIX, pela obtenção da amônia para o fabrico de explosivos e fertilizantes, a partir do nitrogênio atmosférico, o que garantiu para a Alemanha, durante a Primeira Guerra Mundial, um abastecimento que de outra forma seria impedido pelo bloqueio naval inglês, uma vez que a matéria prima natural era importada do Chile (CHASSOT, 1995; PARTINGTON, 1945).

Implicações da história e filosofia das ciências sobre a didática das ciências/da química ou sobre o ensino de ciências/química

Um programa de educação em ciência estaria incompleto se negligenciasse qualquer um dos aspectos relacionados com: o conhecimento científico (clareza dos fatos, princípios e teorias bem compreendidos); os processos e métodos da ciência (razão/raciocínio e investigação); a experiência direta de atividades científicas;

³ Entende-se por externalismo o que Piaget e Garcia (1987) chamam de paradigma social, ou seja, os determinantes de uma cultura.

a apreciação do complexo relacionamento entre ciência e sociedade e favorecimento de atitudes positivas em direção à ciência (HODSON, 1985).

Estas concepções epistemológicas sobre ciências têm implicações sobre os modelos psicopedagógicos utilizados no ensino de química. Nas últimas décadas tivemos alguns modelos mais ou menos hegemônicos, que se constituem em função das concepções hegemônicas de ciência que estava em vigor. Por exemplo, se pensarmos que a ciência produz um conhecimento válido sempre, e que este traduz a realidade objetiva externa, então, temos de transmitir este conhecimento usando todas as técnicas possíveis para que os alunos o assimilem. Se for verdade o que a ciência produz, então, é importante que esta verdade seja assumida por todos os indivíduos que passarem pela escola. Este modelo de transmissão/assimilação foi hegemônico até os anos 50, aceito e difundido pela comunidade educacional como paradigma instalado, Aprendizagem por Transmissão, e em torno do qual se produzia saber pedagógico, tendo como referência às concepções de Kuhn sobre a produção científica, ou seja, o conhecimento científico como consenso, como paradigma instalado e aceito na comunidade científica. Mesmo que outros mode-

los tenham sido propostos, Aprendizagem por Descoberta (anos 60) embasado em concepções empiristas-indutivistas sobre a construção do conhecimento químico, Aprendizagem por Mudança Conceitual (anos 80), por diferentes razões se perpetua o primeiro, mesmo que se esteja insatisfeito com os resultados da aprendizagem, e que na academia se tenha presente: – que as bases epistemológicas de uma ciência, assim transmitida, dificilmente são discutidas e, com isso, acabam prevalecendo as crenças tácitas sobre o que seja uma ciência e como ela é produzida na comunidade científica e recriada na forma pedagógica; – que há uma ciência constituída de verdades científicas que são necessárias que as novas gerações assimilem para continuarem o processo; – a crença da neutralidade científica; no entanto, estas discussões não chegam à sala de aula e o modelo se perpetua (MALDANER, 2000; BORGES, 1996).

Portanto é interessante dotar uma proposta de abordagem de conteúdos da história e da filosofia da ciência como uma possibilidade de abrir espaços de reflexão, e quem sabe modificar o quadro anteriormente descrito. Para tal se deve considerar três enfoques na proposição de um currículo de cursos de formação de químicos, extensivo a outras áreas da ciência:

1. Natureza e dinâmica da ciência —————> Filosofia da Ciência
2. Fundamentação e estruturação do conhecimento em química —————> História da Ciência – Enfoque Internalista
3. Significado da química decorrente de sua inserção histórica no contexto global —————> História da Ciência – Enfoque Externalista

Pode-se propor uma metáfora para guiar um modelo de ensino das ciências nos diferentes níveis de escolaridade, no qual se concebe os alunos como investigadores novatos e o professor como o especialista capaz de dirigir as investigações dos

alunos (que vão reproduzir trabalhos bem conhecidos pelo professor).

É de conhecimento amplo que quando alguém se incorpora a uma equipe de investigadores, pode alcançar com relativa rapidez o nível médio do resto da equipe.

E não mediante uma transmissão verbal, mas sim abordando problemas nos quais aqueles que atuam como investigadores/formadores são especialistas. A situação muda quando se abordam problemas que são novos para todos. O avanço, se houver, se faz lento e sinuoso. A proposta de organizar a aprendizagem dos alunos como uma construção de conhecimento responde a primeira situação, a de uma investigação dirigida, em domínios conhecidos pelo diretor da investigação (o professor), na qual os resultados parciais, iniciais, obtidos pelos alunos, podem ser reforçados, matizados ou colocados em questão por aqueles obtidos pelos cientistas que lhes precederam. Trata-se de mostrar aos alunos que o conhecimento não se constrói com a aparente facilidade com as quais eles o adquirem, mas colocá-los em uma situação pela qual os cientistas habitualmente passam durante sua formação, que é permanente, e durante a qual podem se familiarizar minimamente com o que é o trabalho científico e seus resultados, replicando investigações já realizadas por outros, abordando problemas conhecidos por quem dirige seu trabalho. Um planejamento construtivista da aprendizagem das ciências pode responder a estas características da investigação dirigida. Um trabalho de investigação no qual constantemente se cotejam os resultados das distintas equipes e se conta com a inestimável ajuda de um especialista. Esta estratégia incrementa o nível de participação e da criatividade necessária para abordar situações não familiares e abertas para possibilitar a construção de conhecimento. Por outro lado, favorece a máxima integração dos grupos de trabalho/equipes, através da qual os alunos podem vivenciar uma situação característica do trabalho científico: a insuficiência das idéias e resultados e a necessidade de confrontá-los com os obtidos por outros grupos, até que se produza suficiente evidência convergente para que a comunidade científica os aceite. O que se

propõe é que o aluno construa sua própria ciência alicerçado nos ombros de cientistas, e não de modo autista, alheio ao progresso do conhecimento científico, através de um trabalho coletivo de investigação dirigida, que se distancia da aprendizagem por descobrimento autônomo como daquela receptiva por transmissão de conhecimentos já elaborados (GIL-PÉREZ, 1993).

Esta proposição de abordagem dos conteúdos da ciência permite vivenciar os conteúdos da história e filosofia das ciências e podem gerar discussões sobre problemáticas como: – a influência de interesses econômicos e políticos sobre a ciência; – relação entre fatos, hipóteses e experimentação na ciência; – hipóteses e teorias como criações intelectuais e não como cópias da realidade; – paradigmas científicos não apenas como molas propulsoras para o desenvolvimento da ciência, mas também como obstáculos ao avanço do conhecimento científico; – ciência como empreendimento de natureza coletiva (BASTOS, 1998).

Considerações finais

Finalizamos reafirmando a necessidade de se considerar a relevância das contribuições da história e filosofia das ciências na construção e compreensão do conhecimento científico, e da necessidade destas áreas de conhecimento integrarem os currículos de formação de profissionais da área de ciências.

Fizemos algumas, poucas, considerações sobre o conteúdo da história e da filosofia das ciências, por que optamos neste texto por mostrar a importância de conhecer estes temas. Conhecê-los melhor exige estudos aprofundados, complexos e que necessitam de tempo, mesmo que quiséssemos abordar por este enfoque apresentaríamos apenas uma panorâmica do trabalho de alguns filósofos da ciência e da

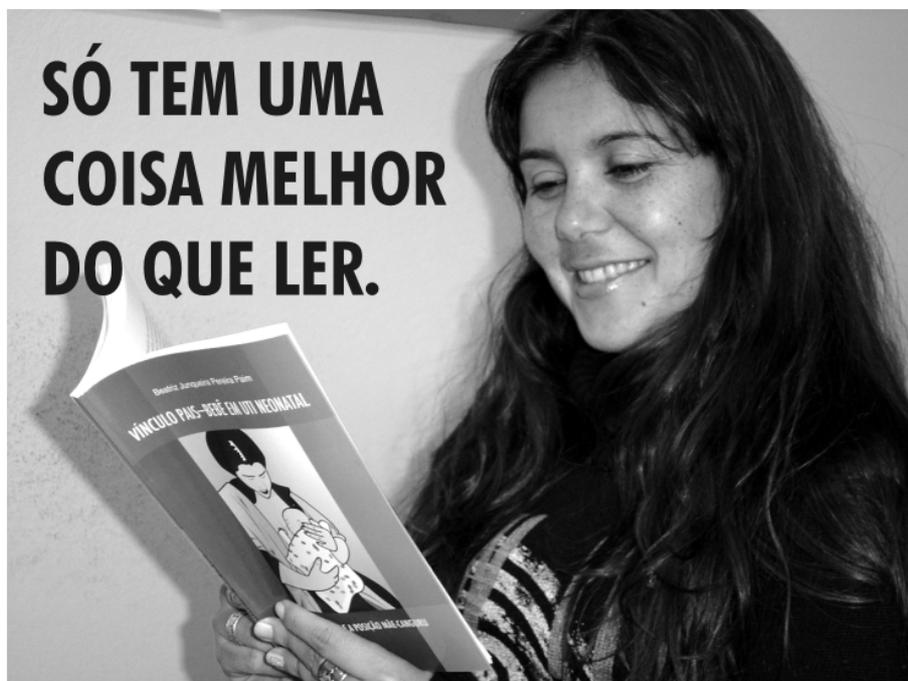
química, e alguns recortes temporais das diferentes épocas onde se construiu o conhecimento químico.

Referências

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 465-476, 2002.
- AIKENHEAD, G.; RYAN, A. The development of a new instrument: Views on science technology-society. *Science Education*, 76 (4), 477-491, 1992.
- BASTOS, F. O ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência. *Revista Ciência & Educação*, 5 (1), 55-72, 1998.
- BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. Porto Alegre: CECIRS/SERS, 1996.
- CHASSOT, A. I. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Unijuí, 1993.
- CHASSOT, A. I. *A ciência através dos tempos*. Moderna: São Paulo, 1995.
- CHASSOT, A. I. Outro marco zero para uma história da ciência latino-americana. *Química Nova na Escola*, 13, 34-37. 2001.
- CRUZ, D.; CHAMIZO, J. A.; GARRITZ, A.; *Estrutura Atômica: um enfoque químico*. México: Addison-Wesley Iberoamericana, 1987.
- DEL PINO, J. C.; CALVETE, M. H. Análise dos cursos de licenciatura em química no RS. *Anais do XVIII Encontro de Debates sobre Ensino de Química*, Ijuí, 187-188, 1997.
- EISBERG, R. M. *Fundamentos da Física Moderna*. Guanabara Dois: Rio de Janeiro, 1979.
- GAGLIARDI, R. Cómo utilizar la historia de las ciencias en enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6(3): 291-296, nov. 1988.
- GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 253-259, 1986.
- GIL-PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121, 1986.
- GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212, 1993.
- HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57, 1985.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313, 1994.
- IZQUIERDO, M. Fundamentos epistemológicos. Em: Perales, F. J.; Cañal, P. Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Alcoy Marfil, 2000.
- KAPLAN, I. *Física Nuclear*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.
- KOULAUDIS, V.; OGBORN, J. Science teachers' philosophical assumptions: How well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17, 273-283, 1989.
- Lederman, N. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359, 1992.
- LOGUERCIO, R. Q.; DEL PINO, J. C.; SOUZA, D. O. A educação e o livro didático – implicações sociais. *Educação*, 48, 183-193, 2002.
- LOPES, A. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da química. Rio de Janeiro: IESAE, 1990. (Dissertação de Mestrado).
- LOPES, C. V. M.; KRUGER, V.; DEL PINO, J. C. Educação continuada de professores de química no Rio Grande do Sul, Brasil. *Educación Química*, 11 (2), 214-219, 2000.
- MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química – professores/pesquisadores*. Ijuí: Unijuí, 2000.
- MATHEWS, M. R. Historia, filosofía e enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 255-277, 1994.
- MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 331-339, 1993.
- MILAGRE, A. S. K. A dimensão histórica da prática científica como referência para o ensino

- no das ciências. *Revista de Educação AEC*, 72, 63-68, 1989.
- MILAGRE, A. S. K. A produção do conhecimento em química e suas relações com aspectos sociais, políticos e econômicos: considerações históricas. *Epistème*, 1 (2), 119-128, 1996.
- MONK, M.; OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81 (4), 405-424, 1997.
- MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, 2, 23-26, 1995.
- NASH, L. K. Teoria atômico-molecular. Em: *Harvard case histories in experimental science*. Harvard University: Cambridge, 1950.
- PARTINGTON, J. R. História de la química. Espalsa-Calpe: Buenos Aires, 1945.
- PIAGET, J.; GARCIA, R. Psicogênese e história das ciências. Lisboa: Dom Quixote, 1987.
- POMEROY, D. Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77 (3), 261-278, 1993.
- POPE, M. L.; GILBERT, J. Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education*, 67, 193-203, 1983.
- SALTIEL, E.; VIENNOT, L. Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Enseñanza de las Ciências*, 3 (2), 137-144, 1985.
- SEGRÉ, E. *Dos Raios X aos Quarks: físicos modernos e suas descobertas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1987.
- SOLBES, J.; VILCHERS, A. Interacciones ciencia-técnica-sociedad. Um instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciências*, 7 (1), 14-20, 1989.
- SOLBES, J.; VILCHERS, A. El modelo constructivista y las relaciones ciencia-técnica-sociedad. *Enseñanza de las Ciências*, 7 (1), 181-186, 1992.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. J. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciências*, 14 (1), 103-112, 1996.

**SÓ TEM UMA
COISA MELHOR
DO QUE LER.**



É FAZER LIVROS, CONSTRUIR IDÉIAS, DESENVOLVER O POTENCIAL CRIATIVO DAS PESSOAS.
PUBLICAR PROPORCIONA PRAZER E UM SENTIMENTO DE RECOMPENSA E GRATIFICAÇÃO AO VER O TRABALHO REALIZADO.
MELHOR DO QUE LER, É FAZER UM LIVRO.



A MELHOR IMPRESSÃO DO CONHECIMENTO.

www.editoradaulbra.com.br

vendaseditora@ulbra.br

3477.9118



Editora da ULBRA