

EM DEFESA DO FILOSOFAR E DO HISTORICIZAR CONCEITOS CIENTÍFICOS

Rochele de Quadros Loguercio

José Cláudio Del Pino

Resumo

Neste artigo, evidenciam-se alguns de nossos entendimentos sobre a utilização da História e da Filosofia da Ciência nas salas de aula de química tanto na escola básica quanto na formação inicial e continuada de professores. Pretende ser uma introdução de questionamentos nossos e de outros autores que trabalham com o ensino de química e ciências, bem como, um primeiro texto sobre as formas de trazer o conhecimento conceitual, histórico e filosófico para a sala de aula através da valorização do aluno, seus interesses e o ensino de química, buscando recuperar seu caráter narrativo e social.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência; Aula de Química.

SUPPORTING THE PHILOSOPHIZING AND THE HISTORICITY OF SCIENTIFIC CONCEPTS

Abstract

This paper presents our understanding about History and Philosophy of Science in the chemistry classroom, both in school and in the initial and continuing teachers education. In this sense, this paper intends to: introduce questionings held by the author of this study and by other authors involved in chemistry and sciences teaching; and be a first insight on bringing the conceptual, historical and philosophical knowledge to the classroom taking into account the student's interests and the teaching of chemistry, aiming to retrieve its narrative and social characteristics.

Keywords: History and philosophy of Science; Chemistry class.

EN DEFENSA DEL FILOSOFAR Y DEL HISTORIAR: CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Resumen

En este artículo, se evidencian algunos de nuestras comprensiones sobre la utilización de la Historia y de la Filosofía de la Ciencia en las aulas de química tanto en la escuela básica cuanto en la formación inicial y continuada de profesores. Pretende ser una introducción de cuestionamientos nuestros y de otros autores que trabajan con la enseñanza de química y ciencias, bien como, un primero texto sobre las formas de traer el conocimiento conceptual, histórico y filosófico para la clase a través de la valorización del

alumno, sus intereses y la enseñanza de química, buscando recuperar su carácter narrativo y social.

Palabras-clave: Historia y Filosofía de la Ciencia; Aulas de Química.

Considerações Iniciais

A ciência em sua produção se constitui em diversas rupturas e descontinuidades, nosso artigo privilegia na própria escrita esse caráter não linear. Buscamos (re)conhecer algumas noções da filosofia e da ciência através das diferenças e semelhanças entre: escolas de pensamentos, tempos históricos ricos em rupturas e embates e momentos da sala de aula atual. Para tanto, utiliza-se como fomento às diferentes discussões aqui engendradas o pensamento grego. Os primórdios gregos da ciência têm aqui duas funções principais: mostrar o surgimento e as mudanças na ciência ocidental e, por outro lado, identificar o quanto o sistema escolar tal como se apresenta está próximo de uma escola de pensamento iniciada com Aristóteles e re-atualizada de modos diferentes, mas constante, em nossas salas de aula atuais.

Cabe, enfim, explicitar a estrutura dos tópicos que se seguem, pois em cada um deles enfatiza-se um determinado aspecto da contemporaneidade das salas de aula ou da pesquisa em ensino tendo sempre como referentes excertos históricos que nos parecem significativos. Enfatiza-se no tópico *Os objetos da filosofia da ciência* a necessidade de inserção da História e da Filosofia da Ciência no currículo; segue-se em *Tempo e Ditos sobre Filosofia* uma pequena mostra das discussões que perpassam os porquês da própria filosofia; em *A filosofia ocidental na/da Grécia antiga*, destaca-se o nascimento desse saber junto às dificuldades dos professores para utilizá-lo em sala de aula; já em *Difusão do conhecimento e verdades científicas*, traz-se as relações de saber/poder constantes na ciência em todos os tempos; em *Um abismo de 1000 anos*, mostra-se a relação entre os diferentes processos de silenciamento na história e na sala de aula; no item *A linguagem como ruptura e poder*, busca-se evidenciar as dificuldades de romper e a importância dos saberes dos alunos; na discussão

"O" ou "Os" métodos científicos, se relativizam nossos saberes/poderes objetivados e, por fim, alguns tópicos sistematizadores em *Buscando um processo de objetivação*.

Os objetos da filosofia da ciência

O ensino de química deixou por muitos anos de utilizar as contribuições da história e da filosofia das ciências na formação de alunos da Escola Básica e, também, na graduação de bacharéis e licenciados em química, cometendo assim um erro ao se manter na abordagem conteudista em detrimento da abordagem conceitual do conhecimento químico. Esse equívoco pode ter se dado no tocante ao entendimento, por parte de professores e curriculistas, sobre o valor que o conhecimento histórico e filosófico tem na abordagem de uma ciência, como a química, comprometida com o pensamento tanto ou mais do que a história e a filosofia.

Como se deu esse distanciamento entre o currículo de química e o estudo de história e filosofia é algo perpassado por inúmeras questões, dentre elas uma cultura de aprendizagem voltada para a metodologia e o experimentalismo em ciência herdada dos primeiros movimentos na América Latina¹ (década de 60) que se remetiam diretamente à pesquisa em ensino de ciências. Entretanto, não se esgota nessa cultura de aprendizagem, pois a mesma está associada a uma rede de discursos positivistas

¹ 1ª. Conferência Interamericana de Educação Matemática (Bogotá, Colômbia, 1961)

1ª. Conferência Interamericana sobre o Ensino de Física (Rio de Janeiro, Brasil, 1963)

1ª. Conferência Interamericana sobre o Ensino de Química (Buenos Aires, Argentina, 1965)

1ª. Conferência Interamericana sobre o Ensino de Biologia (São José, Costa Rica, 1965)

que datam de configurações epistemológicas e filosóficas de épocas anteriores. Isto é, o pensamento sobre o ensino de química voltado para o estudo do objeto e da metodologia científica é historicamente construído no próprio nascimento da ciência química e sua separação da mitologia e da narrativa. Nesse sentido pode-se voltar o olhar tal como faz Andery (1996) para o momento de clivagem primeiro entre a filosofia e as ciências que se deu no período helenístico², separação de objetos e de espaço físico que só tendeu a se ampliar com o passar do tempo e com a definição de novos espaços disciplinares.

No entanto, nunca *houve tantos cientistas filósofos como agora e isso não se deve a uma evolução arbitrária do interesse intelectual* (Santos, 2001, p. 30). A mecânica quântica ressignificou o papel da ciência e voltou o olhar para um mundo *em que o ato do conhecimento e o produto do conhecimento eram inseparáveis*. Como coloca Santos, *a ciência moderna legou-nos um conhecimento funcional do mundo que alargaram extraordinariamente as nossas perspectivas de sobrevivência. Hoje não se trata tanto de sobreviver, mas de saber viver* (2001, p. 51).

É entendendo essa nova positividade do saber que defendemos a inserção nas escolas de um espaço para filosofia que, como vimos, se recupera nas pesquisas científicas, e não apenas a filosofia da ciência, mas àquela que pensa a ética e o mundo. Para isso nos serve a história, para fundar a memória de um mundo que nunca foi contínuo e progressivo, mas múltiplo, fissurado e descontínuo. *A distinção entre ciências sociais e naturais deixou de ter sentido e utilidade. Esta distinção assenta numa concepção*

² Foi no período helenístico que talvez pela primeira vez assistiu-se à separação entre ciência e filosofia. Paralelamente ao corpo de conhecimento hoje denominado filosofia e, de certa maneira, independente dele, desenvolveu-se uma nova forma de organização do trabalho de produção de conhecimento...que começou a gerar um corpo de conhecimento que hoje se denomina ciência. Mesmo os centros de difusão foram diferenciados, como mostram o desenvolvimento de diferentes escolas filosóficas em Atenas, e o desenvolvimento das ciências em Alexandria. (Andery, 1996, p. 98)

mecanicista da matéria e da natureza a que contrapõe, com pressuposta evidência, os conceitos de ser humano, cultura e sociedade. (Santos, 2001, p. 37)

Com o intuito de recuperar a importância da filosofia e da história das ciências tem se tentado trazer através de inúmeras pesquisas (Adúriz-Bravo, A.; Izquierdo, M.; Estany, 2002; Aikenhead, G. & Ryan, 1992; Koulaidis, V. & Ogborn, J., 1989; Mellado, V. & Carracedo, 1993; Gil Pérez, D., 1993; e outros) como esse conhecimento histórico pode transitar nas nossas salas de aula propiciando sentido aos conteúdos e, mais do que isso, conceituando-os, pois há um melhor entendimento do conceito quando se conhece a forma do pensamento no seu tempo de emergência

A História da Ciência e suas implicações no ensino tornaram-se uma linha de investigação e inovação em educação em ciências que hoje tem uma larga tradição. Inicia-se na universidade de Harvard por Conant com o estudo, por parte dos alunos de humanidades, de casos históricos, baseados na análise de processos chaves no desenvolvimento da ciência, com suas implicações filosóficas, sociais, etc. (Gil Pérez, 1993). Hoje se entende que estudos sobre a natureza da ciência constituem um outro conhecimento sobre a mesma, que transcende a análise epistemológica e amplia-se para um âmbito interdisciplinar perpassado pela filosofia, história, sociologia da ciência e pelo narrativo processo de conhecer os cientistas.

No entanto, na maior parte dos currículos em que existem estudos históricos, procura-se dar conta de uma história de personagens com requinte de mistificações, gênios excêntricos ou obscuros taciturnos, legando uma visão de ciência e de cientista universal e totalmente desvinculada da sociologia. Refere-se a aspectos históricos "internos" da ciência, como biografias, anedotas, inventos técnicos, ou de alguma área conceitual específica como modelos atômicos (Azevedo, J. A. e outros, 2005). Além disso, estão ausentes em livros textos, e em geral, são ignorados os aspectos históricos na imagem da ciência que se

transmite, introduzindo tergiversações e erros. Como consequência disto, os alunos e os professores, em função das características formais de sua formação, têm uma imagem deformada de como se constituem e mudam os conceitos científicos. (Loguercio, Del Pino, Souza, 2002)

Há possibilidade de que os estudos sobre a natureza da ciência tendam 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.

Aparte da desvinculação com o trabalho perfeitamente *cotidiano e por vezes enfadonho* (Foucault, 1998) das práticas científicas e dos seus pesquisadores muitas vezes brincalhões e também cotidianos, como coloca Hodson (1994), a história e a filosofia das ciências pouco figuram nos currículos como forma de entender o passado com o olhar do presente e tornar inteligível o mundo que construiu nossas práticas diárias de laboratórios e salas de aula.

Tempos e Ditos sobre Filosofia

A Filosofia das Ciências, bem mais ausente do que a História das Ciências embora seja sua outra face, também pertence a um universo ignorado nas salas de aula. Pode ser interessante pensarmos que a filosofia das ciências perdeu em algum momento seu caráter *glamouroso* e se enredou nas próprias questões que propôs. Como discute Losee (1979) talvez não se tenha claro quais são os objetivos da filosofia das ciências, por sua

vez, Foucault (1996) coloca que uma disciplina para existir e configurar um espaço de poder/saber precisa dentre outras coisas de um corpo teórico e um número de objetos identificáveis aos quais se possa remeter. Cabe, portanto a questão de Losee, quais são os objetivos da filosofia das ciências? Ele acena com dois grandes objetos que seriam o estudo do *processo científico* e um estudo dos problemas de *aplicação e confirmação*. Aceitando-os é importante entender como são pensadas as abordagens desses problemas nas sociedades científicas.

Quatro pontos de vista parecem interessantes de serem discutidos inicialmente: a) visões do universo, onde a filosofia das ciências tem o papel de mostrar a consistência de teorias científicas como visões do universo; b) uma associação sociológica, onde os filósofos explicitariam as pressuposições científicas (de baixa regularidade) como alicerçadas nas suas escolhas; c) uma disciplina, um lugar de análise e didatização da linguagem científica distante e difícil, e, por fim, d) uma disciplina de segunda ordem, onde se fazem criteriologias externas à própria ciência.

Parece-nos que nenhum desses possíveis objetos traz a conhecer a filosofia das ciências como o que, no nosso entendimento, ela de fato é, um pensar do pensamento no tempo do próprio pensamento. As destabilizações das verdades absolutas já supostas no item b, mas também uma análise criteriológica crítica como coloca o item d. A filosofia da ciência faz parte de uma discussão de Kant, retomada por Derrida, onde *a filosofia teria o privilégio da liberdade de pensamento, a função da crítica exaustiva, mas teria com isso o ônus de estar fora do poder, jamais seria uma faculdade superior como o Direito, a Teologia e a Medicina; ou seja, em primeira ordem em termos de controlar e dizer a "verdade", mas em segunda ordem sobre o que poderia ser feito dela* (Derrida, 1999). *Cabe perguntar se a educação (como ciência crítica) re-atualiza esse discurso.* (Loguercio, 2004, p. 4)

A filosofia ocidental na/da Grécia antiga

Pode-se, certamente, trabalhar com os pensadores da filosofia das ciências desde que se entenda que eles são *acontecimentos*, *atores* de uma época que deram materialidade aos murmúrios de seus tempos. Se hoje separamos a Filosofia das Ciências da Ciência de maneira tão contundente não significa que sempre foi assim.

O mundo antes de Cristo é rico de pensadores da filosofia natural como Tales de Mileto, o primeiro ocidental reconhecido por pensar a natureza das coisas do mundo monistamente³, a água de Tales obteve algum reconhecimento, mas o que ele trouxe de mais importante para a ciência ocidental foi a possibilidade de pensar o mundo material como material de pensamento. Essa possibilidade de pensar sobre a matéria acontecer na Grécia não foi casual e sim uma marca da cultura e geografia local. Uma cultura onde os deuses são humanos, semideuses, capazes de loucuras por amor, ciúmes, poder, deuses *demasiado humanos*, onde o erro e o pecado tinham um outro peso. *O mundo dos deuses refletia o mundo dos homens e, pela racionalização dos deuses e dos mitos, estabelecia-se uma racionalidade para a vida humana.* (Andery, 1996, p. 30)

A ciência pode ser entendida de diferentes formas, mas uma de suas perspectivas é a busca dos porquês das coisas do mundo, e por esse ponto de partida podemos identificar as dificuldades de produzir algumas questões (De onde viemos? De que somos feitos? Para onde vamos?) em culturas onde suas respostas estão fortemente definidas pelas doutrinas que utilizam verdades e deuses incontestáveis. Na Grécia, pela sua própria

³ Tales de Mileto foi um pensador que definia a construção da matéria a partir de um único elemento. Para Tales toda a matéria do universo era formada de água, em diferentes estados de agregação. Outros pensadores monistas elegeram mais tarde o fogo, a terra ou o ar como elemento primordial e único, elementos esses incorporados por Aristóteles em sua teoria.

mitologia se pode perceber que a verdade e os deuses são questionáveis e, assim, a ciência tinha um espaço para o erro e para o acerto nesse lugar. Por outro lado, havia na Grécia uma confluência de povos que alteravam a cultura dos gregos e permitiam a gênese de novas formas de pensar.

Ao olhar os primeiros momentos ocidentalmente instituídos como os primórdios do que hoje entendemos por ciência⁴, podemos, como coloca Foucault, perceber que não se pode dizer qualquer coisa em qualquer lugar ou em qualquer positividade. É importante que existam condições de emergência dos saberes/poderes. O mundo grego possibilitou formas de pensamentos que mais tarde (na idade média) o continente europeu assumiria, mas que dificilmente aí teriam condições de emergir.

O desenrolar da ciência com suas rupturas e continuidades sofreu, na idade média, a partir de Francis Bacon um processo de objetivação em contraposição à subjetivação, tão própria da filosofia: *algo que a ciência em seu discurso insistentemente tenta minimizar é a existência desse sujeito [o pesquisador], e na busca de uma "objetividade", define objetivação como aquilo que ela não é, pois a objetivação é a construção de objetivos. Objetivação significa problematização, e isso não quer dizer representação de um objeto preexistente, nem criações através de um discurso de objetos que não existem* (Loguercio, 2004. p. 5). A sistemática "objetivação" da ciência foi, em última análise, a higienização do conhecimento através do silenciamento do homem e sua relação com a emoção que durante esse período histórico era entendida como impeditiva da clareza da razão. Uma visão de conhecimento, homem e ciência cunhada no mecanicismo cartesiano e sobrevivente até os nossos dias, ainda que segundo Boaventura enfaticamente contestada (2001).

⁴ Uma atividade social, um programa coletivo de conquista da verdade, e é isto mesmo que a distingue de qualquer outra forma do conhecimento. (Chrétien, 1994).

Voltando um pouco o olhar para a nossa sala de aula pode-se perceber que a história e a filosofia da ciência não têm lugar no mundo acadêmico e escolar da química de hoje, muito provavelmente porque somos constituídos por essa visão de ciência objetiva, não pensamos nossos conhecimentos como obra de humanos e insistimos em usar a linguagem codificada da química quase como o fizeram os alquimistas, para manter o *status* e o poder de saber um pouco mais do que outrem sobre o mundo. Nesse sentido, só por nos ensinar que um dos começos da ciência aconteceu num lugar onde as crenças eram direcionadas a semi-humanos deveria se justificar a presença da filosofia das ciências no currículo. Talvez, nossa escola atual seja mais próxima do que Gaardner ficcionou através da voz de Sofia: *Na escola a gente não aprende nada. A grande diferença entre um professor e um verdadeiro filósofo é que o professor pensa que sabe um monte de coisas e tenta enfiar essas coisas na cabeça de seus alunos. Um filósofo tenta ir ao fundo das coisas dialogando com seus alunos.* (1995, p. 86). A frase cabe bem numa menina que está aprendendo a amar a filosofia, mas sabemos que talvez a "verdade" esteja mais próxima da idéia de que o professor sabe pouco e o espaço para fala questionadora implica em conhecer muito.

Diversos diagnósticos têm mostrado a evidência de noções epistemológicas dos professores de ciências que não correspondem àquelas que atualmente são sustentadas pela filosofia da ciência, não estando 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 ao senso comum, ou seja, aquelas adotadas por um público não especializado, que se organizam em um sistema de baixa coerência interna, que não excluem ambigüidades e contradições. 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 e da ciência por acumulação, o caráter exclusivamente experimental da ciência e a posição realista ingênua. (Aduriz-Bravo, A. e outros, 2002)

Para contrapor estas idéias equivocadas e construir uma visão mais complexa da ciência que ajude em seu ensino, defendemos a introdução de alguns conceitos da filosofia da ciência na formação inicial e continuada de professores, relacionando-os aos próprios conceitos da ciência e sua didática específica.

Neste sentido, a filosofia da ciência cumpre um papel no currículo de ciência que tem diferentes finalidades, como: 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 da ciência contribui para a tomada de decisão fundamentadas em críticas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades; a filosofia da ciência tem um valor específico em relação às reflexões teóricas (por meio de modelos) sobre a ciência. Este valor específico complementa e potencia àqueles dos conceitos da ciência, proporcionando uma imagem mais dinâmica e complexa, e menos normativa e dogmática, do empreendimento científico; a filosofia da ciência tem um valor instrumental intrínseco. E, por fim, a filosofia da ciência pode contribuir para a melhor compreensão dos próprios conceitos 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. (Mellado, V. e outros, 1993; Monk, M. e outros, 1997)

Difusão do conhecimento e verdades científicas

Olhar para os primeiros pensadores Gregos implica em entender, desde os primórdios da ciência, as relações entre mídia, regulação e saber/poder. Aristóteles, Leucipo e Demócrito empreenderam uma das maiores discussões do homem, (de que somos feitos?) e cada um trouxe sua idéia de constituição. Embora Leucipo e Demócrito tenham pensado (literalmente pensado) a matéria como formada por partículas indivisíveis, enquanto Aristóteles criava um método para o pensamento científico baseado no indutivismo-dedutivismo, exigindo, portanto uma forma de "provar" o raciocínio, essa não foi a nossa ver a mais importante e definidora diferença de ambos, mas sim a questão dos porquês das coisas.

Em Demócrito *as transformações que aconteciam na natureza não significavam que algo "realmente" se transformava* (Gaardner, 1995, p. 57), para os atomistas Gregos a constituição do "mundo real" era diferente em espécie do mundo que conhecemos pelos sentidos (Loose, 1979, p. 39) era, também *intransigentemente materialista(...)* os atomistas não deixaram lugar na Ciência para *considerações de propósitos, quer natural quer divino* (idem, p. 40), mas para um pesquisador consistente, observador, classificador como Aristóteles essa resposta era insuficiente, sua resposta era teleológica.

Sócrates, Platão e Aristóteles *estavam em busca de formas de ação que levariam o homem a produzir conhecimento, e todos propuseram métodos para isso* (Anderj, 1996, p. 59). A proposição de métodos para a produção do conhecimento objetivo possibilitaria a transformação da cidade (Atenas) para que essa fosse melhor e mais justa. Assim, Aristóteles concebia seu próprio método e trabalhava com a teoria das quatro causas: formal, material, eficiente e final. Um exemplo histórico bastante útil para entender o pensamento de Aristóteles diz sobre a aplicação das quatro causas ao camaleão: causa formal é o lugar que dá condições à mudança de cor do camaleão, como e onde acontece, a

causa material é a substância presente na pele que permite a mudança de cor, a causa eficiente é a transição acompanhada pelo processo de mudança de cor e a causa final é a capacidade de fugir de predadores⁵. Portanto, Aristóteles trouxe uma explicação muito inteligível sobre sua teoria, explicava não só o como, mas o porquê mesmo que não se soubesse diferenciar quais elementos incluir ou não no seu método de raciocínio.

Demócrito e Leucipo estavam próximos e ao mesmo tempo distantes de Platão, pois enquanto este via o *mundo como um reflexo do real*, os atomistas viam o real como muito diferente do mundo que conhecemos. O materialismo tácito dos atomistas (distante de Platão) e a finalidade de Aristóteles se contrapuseram e o mundo optou pela explicação científica aristotélica. A ciência desde então se transformou numa agonística⁶ que de alguma forma traz de volta os mundos Gregos. Segundo Andery (1996, p. 96), *Aristóteles constrói um paradigma marcado por uma concepção de conhecimento eminentemente contemplativo, que se refere a verdades imutáveis sobre um mundo acabado, fechado e finito. Um paradigma que capaz de dar conta de todas as áreas de conhecimento, caracterizou-se por se constituir na forma mais acabada de pensamento racional que o mundo grego foi capaz de elaborar.*

Como vimos em Boaventura de Sousa Santos essa parece não ser mais uma explicação possível no mundo atual, e mesmo no mundo moderno, no entanto nossas escolas e livros didáticos permanecem ensinando a ciência como a possuidora das verdades do mundo tão incontestáveis quanto perenes (Del Pino, Samrsla, Loguercio, 2001) e, nesse sentido, gestamos gerações e gerações de discípulos ao invés de possibilitarmos a capacidade da

⁵ Causalidade e teleologia são tão antigas quanto os gregos e re-atualizadas em diversos discursos didáticos pedagógicos como os comportamentalistas, dentre outros.

⁶ Agonística que não deve ser interpretada como fato negativo, mas como a aceitação de que é no centro de debates que a razão se faz. Nas palavras de Popper, acreditar na razão é acreditar na razão dos outros' (Chrétien, 1994).

crítica já sonhada no mundo grego socrático. Não é culpa de Aristóteles, pois apesar da crença nesse mundo metódico e pronto para a "descoberta" foi ele quem disse: *em geral a possibilidade de ensinar é indício de saber; por isso nós consideramos mais ciência a arte do que a experiência, porque [os homens da arte] a arte pode ensinar e os outros não.* (Aristóteles, 2005)

Um abismo de 1000 anos e a chegada da Idade Média

Há na história ocidental da ciência e da filosofia um abismo de 1000 anos, tempo esquecido nos textos ocidentais sobre o saber, lugar de pesquisa, um espaço para que possamos recuperar essa porção oriente da ciência que fomentou o pensamento. Enquanto esse vazio se faz na nossa história vamos passar a Idade Média e entendê-la junto ao tempo presente.

A Idade Média, famosa por ser a era das trevas, pode ser repensada hoje como um lugar do pensamento, em plena era católica surgem as primeiras traduções de Aristóteles, cuja filosofia podia ser incorporada ao pensamento de então sem ferir o poder de um deus supremo, a *causa final*. Os instruídos da época eram os padres católicos, dentre eles Ockham, Roger Bacon, e Grosseteste, esses pensadores trouxeram novos elementos para a ciência que nascia e um dos mais relevantes foi a valorização da experimentação, o isolamento das causas, os estudos das causas. Eis uma retomada dos Gregos, mas já não mais o pensamento Grego de outrora, um outro, dentro de outra positividade⁷, o sistema de pensamento cristão, vinculado à disciplina dos corpos através da ação no pensamento, um Deus agora perfeito e único, como os gênios que a ciência ainda hoje procura.

⁷ Positividade como um conceito foucaultiano é equivalente a episteme de uma época, refere-se a potencialidade de que algo possa movimentar outros saberes. A positividade de um saber é a potencialidade desse saber de transformar-se e produzir outros saberes e sua capacidade de dispersão.

Mas o que isso tem a ver com a ciência da escola e da academia? Pode-se pensar que são histórias literárias que cabem bem em livros como o Nome da Rosa, ou em filmes como Giordano Bruno, não fazendo diferença na aprendizagem de conceitos químicos. Se pensar o pensamento já não é suficiente motivo para aprender junto à química história e filosofia das ciências, talvez possamos usar o trabalho de alguns educadores químicos importantes que trazem dados "empíricos" que valorizam essa discussão.

Na revista Química Nova na Escola⁸ em suas diferentes seções podemos perceber a retomada da filosofia e história da ciência para ajudar a entender as concepções espontâneas dos alunos (Mortimer, 1995; Lillavate, 1996; Justi, 1998; Rosa e Schnetzler, 1998). As teorias sobre os conhecimentos implícitos datam da década de 80, no Brasil, mas efetivamente chegaram aos cursos de formação de professores na década de 90 e ao chegarem revolucionaram um modo de ver o ensino, pois o aluno trouxe um saber novo, mas ao mesmo tempo antigo, para a sala de aula (Mortimer, 1995; Justi, 1998). Quando um aluno justifica uma reação entre determinadas substâncias usando a expressão *por que estão a fim de*, ele está trazendo para a sala de aula um pensamento que pode ser visto como uma bobagem infanto-juvenil de uma sociedade que produz estudantes apáticos e desinteressados, ou como a interpretação momentânea de um fenômeno desde um ponto de vista de um grande filósofo. Aristóteles também significava as coisas como *a fim de*, e não apenas ele mas tantos outros que se seguiram, como, por exemplo, Berzelius que explicava as reações químicas por um sistema dualístico dos compostos químicos, tendo por base sua visão de afinidade e sua

⁸ Nos referimos aqui a Revista Química Nova na Escola em detrimento de outras publicações, por entendermos que essa é uma das poucas revistas que atinge com êxito o professor que está em sala de aula no ensino médio. É também nosso objetivo chegar a esse professor e trabalhar com ele os materiais que lhes são próximos.

teoria eletroquímica de atração de espécies químicas de cargas diferentes (Lopes, 1995)

A diferença entre uma e outra explicação não inclui apenas um ensinamento de química, história e filosofia das ciências associadas, inclui um modo de ver o aluno, significa pensar toda a informação como importante, como válida, significa entender a sala de aula como um lugar de culturas diferentes e nossos alunos fazendo filosofia diretiva do mais alto nível. É um equívoco diante da química que conhecemos hoje, sim, mas isso cabe ao professor mostrar onde e de que forma essa diferença se fez e faz e, nesse sentido, a filosofia e história da ciência são importantes formas de informação e saber.

A linguagem matemática: uma ruptura

A história e a filosofia da ciência nos trazem um outro relevante aprendizado, o de que nem sempre temos que dar continuidade e que às vezes é importante romper. Ou melhor, quando olhamos para o passado nos parece fácil assumir um desenvolvimentismo nas ciências, uma evolução, um progresso, sem que essas palavras tenham sentido definido, são como diria Laclau (*apud* Céli Pinto, 1999, p. 16) palavras tão gastas que se tornam *significantes vazios*. Um olhar para a história nos mostra as rachaduras, as rupturas, os momentos em que não bastava um saber complementar o outro, mas era preciso romper com o outro.

A química é rica historicamente nessa polêmica, houve uma sistemática luta para romper com a alquimia e seus significados ocultos e criar um novo recorte de saber, da mesma forma a astronomia e a astrologia, e após o estabelecimento da química como ciência foi preciso romper muitas vezes com teorias sobre os elementos primeiros e poder retomar uma idéia de antes de cristo proposta por Demócrito e que por si só já explica muito bem grande parte do nosso mundo, para enfim considerar a matéria como composta por átomos, uma idéia nunca esquecida,

inúmeros cientistas a utilizaram antes dela se consolidar com Dalton, mas nunca tinha conseguido ser maioria num mundo onde a lógica era ainda finalista e cristã.

A "ruptura" com o mundo aristotélico se deu com grandes atores da ciência, com o advento de um modo matemático de ver o mundo. Foi com Galileu e Copérnico que a ciência criou um novo mundo e uma linguagem nova para esse mundo, e desta forma o *a fim de* aristotélico deixou de ser científico. É bom lembrar que a igreja católica apoiava as idéias de Aristóteles e, portanto, essa ruptura não foi tranqüila, Giordano Bruno foi queimado na fogueira, Copérnico camuflou o seu saber e Galileu abjurou um "pouquinho" para sobreviver. O que nos faz pensar em quantas idéias diferentes das nossas podem aparecer numa sala de aula e suas expressões vão para a fogueira inquisidora de um saber de referência.

É importante, de novo, observar que não foi coincidência que nesse momento histórico se pensassem em coisas e formas diferentes de mundo, porque o próprio mundo físico não cessava de se deslocar, o século XVI, foi o século dos descobrimentos; novos mundos se encontravam, o ocidente ganhava a América, o oriente estava mais próximo e nesse mundo se pode pensar diferente, mesmo pagando caro por isso (Losee, 1979). Numa rápida olhada pelo ano de 1600, o século XVII se iniciava, e estavam sobre a terra ativos e produtivos nada menos que Giordano Bruno (52 anos), Francis Bacon (39 anos), Galileu Galilei (36 anos), Descartes (6 anos e já pensando e existindo) para ficar só com os próximos das ciências exatas.

Francis Bacon um dos maiores incentivadores de um novo método na ciência e que ainda hoje é re-atualizado foi também um conhecido crítico de Aristóteles que criou seu próprio método de pensar cientificamente, empirista-dedutivo. Regina Borges (1996) em sua pesquisa dispõe sobre a atualidade desse método no pensamento escolar contemporâneo, o que nos leva a importância de conhecê-lo. Para Bacon, pensar cientificamente era eliminar a presença do observador, o conhecimento não se

fazia pela observação não planejada e sujeita a subjetivações, mas pela experimentação controlada. Fez assim uma revolução no pensamento científico estabelecendo novas bases, foi um homem politicamente ativo e contumaz debatedor, importantes características para o mundo que a ciência começa a trilhar, o da comunicação do saber; vencidos os tempos de segredos alquímicos a informação passava a ser importante. Como coloca Strathern (2002, p. 135), Lord Bacon foi um grande propagandista, pois *se a ciência é boa o bastante para um Lord, era boa para qualquer cavaleiro. A ciência tornou-se aceitável, até mesmo chique.*

O mundo ainda fortemente católico encontra a filosofia de Descartes, com uma lógica importante e dois pressupostos: Deus existe e eu penso, logo existo. Tal como Tales 2000 anos antes, Descartes achou um modo de pensar o mundo "apesar" de Deus, ou melhor para entender a Deus. Tudo podia ser pensado pelo homem, e assim a matemática e o pensamento científico se encontram mais uma vez, desta vez pela mecânica. Uma das ações cartesianas foi a idéia da extensão, nada acontecia sem pressão e contato, e, portanto, para ele o vácuo não existia, sua criação mecanicista do mundo incluía a intuição, como Aristóteles, Galileu e Bacon, a intuição era cara para Descartes pois ela lhe colocaria em contato com as idéias que Deus nos deu, o mundo mecânico intuitivo de Descartes, mas talvez a igreja não pensasse exatamente como ele e por isso seus escritos ficaram guardados para uma oportunidade melhor.

O mundo de certa forma mudou, a epistemologia da ciência mudou, a positividade era agora outra. E nesse mundo novo que se busca e explica o mundo de maneiras concorrentes, divergentes, múltiplas e filosóficas surgem os nomes de Newton, Scheele, Boyle,...E por falar em Boyle, seguindo a nossa tentativa de fazer um texto entremeado com a sala de aula de hoje, é hora de voltarmos para a química e procurar entender o que esses movimentos têm a ver conosco na pragmática escolar.

Destacamos anteriormente que a história e a filosofia da ciência têm ampla aplicação em sala de aula por possibilitarem um

resgate na auto-estima do aluno através da valorização do seu conhecimento implícito. A revista *Química Nova na Escola* e seus educadores e pesquisadores em educação em ciências trazem inúmeros artigos que associam idéias dos alunos a noções construídas por grandes cientistas. Pretendemos agora identificar um outro valor desse conhecimento histórico-filosófico em sala de aula no que concerne ao entendimento conceitual específico. Isto é, através da história da construção do conceito mostrar o quão ingênua pode ser a idéia que lhe permitiu emergir. Em alguns momentos o pensamento que levou o cientista a criar uma lei, que hoje parece tão difícil como a de Boyle porque nada significa além de um algoritmo, é capaz de mostrar a cotidianidade do conceito. O experimento de Torricelle, as medidas propostas por Pascal em alturas diferentes da terra, a proximidade desses experimentos simples e a construção das leis dos gases são tão compreensíveis para o nosso aluno quando narradas, quanto a explicação cotidiana sobre o porque o Brasil deve jogar mais preparado fisicamente na Bolívia onde o ar é mais rarefeito. A associação da construção do conhecimento com os saberes cotidianos dos alunos pode ser precursora, no nosso exemplo, de uma lei dos gases mais real e cotidiana e uma química que explica dentro de um outro modo de ver.

"O" ou "Os" métodos científicos

No entanto, os professores e os próprios cientistas temem usar a história e a filosofia, pois parece que se perde tempo no currículo e na verdade ao não trabalhá-las estamos perdendo conhecimento. No entanto, essa talvez seja uma questão que deve ser trabalhada na perspectiva de entendermos o que para nós é ciência e como ela se faz, bem como quem a faz.

Atualmente há uma visão mais ou menos consensual sobre os conteúdos mínimos da 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 tentativa de 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 (Gil Perez, 1993). Esta proposição supõe uma ruptura com os problemas clássicos da filosofia da ciência positivista lógica, em cuja epistemologia espontânea de professores e alunos está intimamente ligada (Lederman, N., 1992; Hodson, D., 1985). Estas idéias básicas sobre a natureza da ciência podem ser levadas ao currículo de formação de profissionais da área de ciências, por uma série de atividades diversas, preferivelmente centradas nos conteúdos específicos da ciência, que permitam a reflexão crítica sobre a ciência, seu desenvolvimento e seu papel na sociedade.

Nesse sentido, pensamos ser importante trazer aqui as problematizações sobre a ciência. O movimento racionalista de Kant talvez seja uma boa maneira de começar esse debate. Por muito tempo os sentidos foram o melhor e o pior das investigações científicas até que Kant trouxe a idéia de que o conhecimento empírico *surge de* impressões dos sentidos *não está contido* nestas impressões. O saber se faz através da razão. Kant soma ao Penso, logo Existo de Descartes a figura do sujeito, Eu Penso, logo Eu Existo, essa pequena diferença lingüística impõe uma riqueza e uma quebra epistemológica importante, pois ao assumir o Eu, Kant traz a figura do homem plural e seu contexto sócio-histórico, abrindo as portas para o racionalismo, a que mais tarde Bachelard somaria a psicanálise e o surracionalismo.

Porém, foi o empirismo de Bacon e sua "descoberta" que mais atingiram a noção de ciência que se desenvolveu nas academias e escolas brasileiras por ter, entre outras coisas, servido de base para o positivismo, que, por sua vez, tornou-se a base da

ciência moderna (Losee, 1996) chegando a ser uma ideologia. Enfim, o conhecimento seria realizado tanto nas ciências sociais como nas exatas de forma independente do sujeito, isto é, o conhecimento é construído de forma neutra. O Círculo de Viena reforçou o positivismo lógico, onde o objetivo da filosofia deixava de ser o processo do fazer científico e passava a ser sua verificação (Borges, 1996). A força da filosofia do positivismo lógico é um dos nossos maiores "problemas" na escola, pois o conhecimento é entendido como único, onde a supremacia da lógica, da matemática e das ciências exatas se impõe sobre as humanidades e, nesse sentido, ao aceitarem como bons esses pressupostos positivistas em que o contexto não é importante para o conhecimento, torna-se bastante aceitável a idéia de nossos professores de que a filosofia das ciências e sua história ocupam tempo no currículo.

Dado que trabalhamos com um currículo fundado ainda numa escola de pensamento surgida com Augusto Comte, no século XIX, pode-se inferir que boa parte das discussões do século XX é desconhecida ou aceita pelos professores. Vejamos por exemplo as questões sobre a verificabilidade ou falsacionismo popperiano, um conceito que a academia ainda discute e defende e que por vezes perde alguns dos demais posicionamentos de Popper sobre a ciência, como a teoria dos três mundos: o mundo material, o mundo mental e o mundo da cultura, produto objetivo da nossa consciência. Popper traz uma desestabilização do positivismo embora ainda esteja ligado a ele na busca de uma objetivação e verificabilidade. Da mesma forma, outros filósofos da ciência trouxeram problematizações ao universo empírico e asséptico proposto pelo positivismo lógico, alguns buscando entender a linguagem, como Hanson, outros buscando entender as arenas de luta, como Kuhn, outros ainda, indicando o anarquismo epistemológico da ciência e seus inúmeros métodos, como Feyerabend (Borges, 1996). Todos esses movimentos podem nos levar a entender melhor um universo científico que, como coloca Hodson (1994), é feito por pessoas reais que vivem em seus

universos discursivos e que não estão de forma alguma imunes as relações de poder/saber.

Cabe, então, buscar onde e de que forma essas problematizações sobre a ciência e sua produção chegaram as escolas, se é que chegaram. Talvez devêssemos nos perguntar, como faz Maldaner (2000), se chegaram à formação de professores nas suas fases iniciais ou continuadas. O que sabemos é que no universo escolar as mudanças ocorrem muito lentamente, e de alguma forma são impostas por reformas curriculares e investimentos financeiros. Talvez um dos maiores investimentos na ciência escolar tenha se dado na década de 70, com os tratados realizados pelo Brasil com os EUA e com a UNESCO, MEC-USAID, onde se investiu no experimentalismo no ensino de química e de ciências e onde se retomou o empirismo indutivo de Francis Bacon, com o hoje problemático método da redescoberta.

As críticas dos educadores e as dificuldades de se trabalhar com a redescoberta na escola, ainda tradicional, forma condições de possibilidade para o movimento tecnicista que trouxe a supremacia da técnica sobre os conceitos, nesse sentido, passamos de um empirismo indutivo para um ensino enciclopédico e livresco, com a Lei 5692/71, o império dos livros didáticos com suas verdades absolutas se estabeleceu. O construtivismo, próximo passo na educação em ciências pouco chegou às escolas e possivelmente transformou-se num significante vazio, perdendo uma grande oportunidade de fazer diferença no ensino antes mesmo de fazê-la.

O que significa então isso tudo, onde está o erro, como se educar e educar em ciências quando parece a todo tempo que tudo falha? Se nossa visão de ciências data do século XVII? Se nossas melhores teorias caem no significante vazio? Prefirimos trazer para finalizar essa discussão um dos mais importantes pontos das teorias pós-modernas e pós-estruturalistas que hoje parecem desestabilizar grande parte das nossas verdades: a capacidade de entender que esse mundo é plural, que construímos nosso saber a cada passo, que não há um caminho, ainda que torto

a percorrer, que o conhecimento se faz nas subjetividades dos sujeitos, e, por assim ser, devemos investir não num professor que assuma o nosso saber, mas num professor que assuma o seu saber, que se sinta ignorante por ignorar e que se valorize, pois se nós vamos à escola dizer o que deve ser feito, nós formadores de professores estamos assumindo que existe uma verdade e que se fizermos as coisas bem feitas ela aparecerá, o que nada mais é do que uma visão de ciência extremamente positivista, nós que tanto criticamos o positivismo.

Talvez um pós-moderno radical como Lyotard possa nos dar o espaço de liberdade que precisamos para ser mais humildes quanto a nossa ação no mundo, pois Lyotard nos diz que *para começar, o saber científico não é todo o saber; ele sempre esteve ligado a seu conceito, em competição com uma outra espécie de saber que, para simplificar, chamaremos de narrativo* (Lyotard, 2000, p. 12). São esses saberes que vivemos nas escolas e a sua interpenetração pode nos ajudar a melhor conhecê-lo.

Buscando um processo de objetivação

Uma forma de sistematizar um pouco do muito que misturamos nesse artigo é explicitar a nossa crítica à escola, ao currículo, aos modos de usar a filosofia e história da ciência. Em Foucault *escrever uma história do presente é, assim, chamar a atenção para a constituição daqueles objetos e suas conseqüências* (Rajchman, 1985). Os papéis que podem representar a filosofia da ciência no ensino da mesma são amplos, mas que convergem para modelos de ensino e aprendizagem por investigação, que interfaziam com outras áreas de conhecimento ou investigação como a epistemologia das ciências, os movimentos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA, a didática das ciências, a psicologia da aprendizagem, a sociologia das ciências.

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 filosofia da ciência, das interações CTSA e dos desenvolvimentos científicos recentes. A apropriação dos papéis da filosofia da ciência pelo professor pode se dar em diferentes estratégias (Solbes e outros, 1996; Gagliardi, 1986).

- focar o paralelismo entre as idéias/pré-concepções dos estudantes e as concepções vigentes ao longo da História da Ciência. Extrair da História da Ciência informações sobre as dificuldades dos estudantes a partir das resistências e obstáculos que se manifestam ao longo da História da Ciência.
- favorecer a seleção de conteúdos fundamentais da disciplina em função dos conceitos estruturantes para introduzir novos conhecimentos e superar obstáculos epistemológicos.
- permitir extrair da História da Ciência 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.
- mostrar a existência de grandes crises no desenvolvimento do conhecimento científico/ou da física e da química, 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. Isto pode favorecer as construções conceituais dos alunos, relacionando-os as grandes mudanças de conceitos, modelos e teorias.

- 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. 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.

Essa tentativa de objetivação, no sentido dado ao termo de busca de objetivos e não de assubjetivação, implica numa forma de explicitar nossos projetos para um ensino de química diferenciado, que privilegie o narrativo, trazendo para a sala de aula não apenas o produto do conhecimento, nem tampouco o processo de sua produção, mas sobretudo a humanidade do ato de conhecer e a possibilidade de humanização de nossas salas de aula. Arcando assim com o ônus de sermos humanos. Nossa forma de ver a humanidade não está próxima dos humanistas, nem mesmo platonicamente elimina o dionísio do ser humano, mas a busca dos diferentes matizes que se formam entre o bem o mal, entre o objeto e o sujeito, entre a história e o presente, enfim, entre a ciência e a arte de ensiná-la.

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), p. 465-476, 2002.

Aikenhead, G. & Ryan, A. The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society. *Science Education*, 76(4), p. 477-491, 1992.

Andery, Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica. São Paulo: EDUC, 1996.

Aristóteles. Metafísica. São Paulo: Abril, Coleção: os Pensadores, 2005

Azevedo, J. A.; Vázques, A.; Martim, M.; Oliva, J. M.; Azevedo, P.; Paixão, M. F.; Marassero, M. A. Naturaleza de la Ciencia y la Educación Científica para la Participación Ciudadana: una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza e divulgación de las ciencias*. V. 2, n. 2, 2005.

Borges, R. Em Debate: cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

Chrétien, C. A ciência em ação. Campinas: Papirus, 1994

Derrida. J. O Olho da Universidade. São Paulo: Estação Liberdade, 1999.

Foucault, M. A Ordem do Discurso. Aula Inaugural no Collège de France, 5ª. ed., Loyola, São Paulo, 1996

Gardner, J. O mundo de Sofia. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Gil Pérez, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), p. 197-212, 1993.

Hodson, D. Hacia un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias*. 12(3), 1994, 299-313.

Hodson, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, p. 25-57, 1985.

Justi, R.(1998) A afinidade entre as substâncias. *Química Nova na Escola*, 7, 26-29.

Koulaidis, V. & Oghorn, J. Science teachers' philosophical assumptions: How well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17, p. 273-283, 1989.

Laclau, apud Pinto, Céli Regina Jardim. Democracia como significante vazio. Porto Alegre, 1999.

Pinto, Céli Regina Jardim. Democracia como significante vazio. Porto Alegre, 1999.

Lederman, N. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), p. 331-359, 1992.

Lillavate, I: O papel mediador do professor no processo de ensino - aprendizagem do conceito átomo. *Química Nova na Escola*, n. 3, maio, 1996.

Loguercio, R. Da Arquitetura dos Textos à Eloquência dos Lugares. *Revista Ensaio, Minas Gerais*, v. 6, 2004

Loguercio, R.; Del Pino, J. C.; Souza, D. O.. A Educação e o Livro Didático. Educação (PUC/RS), Porto Alegre - RS, p. 183-194, 2002. Áreas do conhecimento: Educação.

Loguercio, R.; Samrsl, V.; Del Pino, J. C. A Dinâmica De Analisar Livros Didáticos com Professores de Química. *Química Nova*, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

Lopes, A. Reações Químicas: fenômenos, transformações e representação. *Química Nova na Escola*, n. 2, 1995

Losee, J. Introdução Histórica à Filosofia da Ciência. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1979

Liotard, J. F. A Condição Pós-Moderna, José Olympo, São Paulo, 2000.

Maldaner, O. A formação inicial e continuada de professores de química. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

Mellado, V. & Carracedo, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), p. 331-339, 1993.

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), p. 405-424, 1997.

Mortimer, E. F.. Concepções Atomistas dos Estudantes. *QUIMICA NOVA NA ESCOLA*, v. 1, n. 1, p. 23-26, 1995.

Rajchman, J. Foucault: a liberdade da filosofia. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1985.

Rosa, M. I. P. S.; Schnetzler, R. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 4, n. 8, p. 31-36, 1998.

Santos, B. S. Um Discurso sobre a Ciência, 12^a. ed., Porto: Edições Afrontamentos, 2001.

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 Ciencias*, 1996, 14(1), 103-112.

Strathern, Paul. O Sonho de Mendeleiev - A verdadeira história da química. Tradução por Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2002.

Rochele de Quadros Loguercio, mestre e doutora em ciências biológicas: bioquímica com ênfase em educação, professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pesquisadora da Área de Educação Química da UFRGS

José Cláudio Del Pino, mestre em bioquímica, doutor em química da biomassa, professor da Universidade Federal do Rio

Grande do sul, coordenador da Área de Educação Química da
UFRGS

Recebido em: 19/05/2007

Aceito em: 15/11/2007